

POKA YOKE – Intelligente Gestaltung von kontinuierlich fehlerfreien Prozessen

05. November 2010, Mercure Airport Hotel, Kelsterbach

Akzente Consulting GmbH

Kolnhäuser Straße 4

D - 35423 Lich

+49 (0) 6404 – 6958770

info@akzente-consulting.de

www.akzente-consulting.de

- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**



Christian Radtke

... ist Projektleiter der Akzente Consulting GmbH

Tel.: +49(0) 6404 / 695877-0
Fax: +49(0) 6404 / 695877-9
Mobil: +49(0) 162 / 2803182
E-Mail: christian.radtke@akzente-consulting.de

Schwerpunktthemen:

- Implementierung von Produktionssystemen
- Konzeption und Umsetzung von Produktivitätssteigerungsprogrammen in Produktion und Verwaltung
- KMU - Coaching

Ausgewählte Referenzprojekte :

URSA International, URSA Slovenia, Gerresheimer AG, SVDO Würzburg, Burgmann GmbH, Gerresheimer Tettau GmbH, BSH AG Traunreut, Ameco Beijing - China

Branchenkenntnisse:

Automotive, Elektronikindustrie, Druckindustrie, Maschinenbau, Luftfahrtindustrie, Glasindustrie

Wer wir sind...

Die **AKZENTE CONSULTING GmbH** ist anerkannter Partner für individuelle Lösungen zur Unternehmensentwicklung, Unternehmensorganisation und Prozess-/ Produktoptimierung.

Die Projektleiter der Akzente Consulting GmbH verfügen über langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der ergebnisorientierten Verbesserung von Strukturen und Prozessen in Unternehmen und Organisationen.

Die Stärke des Akzente Consulting Teams liegt in der Neukonzeption und Umsetzung von neuen Kostenstrukturen, Wertschöpfungs- Logistik- und Vertriebsprozessen. Dies geschieht grundsätzlich gemeinsam mit den Führungskräften und Mitarbeitern unserer Kunden zur nachhaltigen Stabilisierung der Unternehmensentwicklung.

Dabei lautet unsere Formel für Ihren Erfolg:

$$P^3 = \text{PERSONEN} \times \text{PRODUKTE} \times \text{PROZESSE} = \text{NACHHALTIGE ERGEBNISSE} !$$

- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**

Was ist POKA YOKE?

POKA YOKE ist eine von Toyota entwickelte Methode zur Vorbeugung bzw. Vermeidung zufälliger Fehler durch eine menschliche Fehlhandlung. **Japanische Übersetzung von „POKA“ = unbeabsichtigter Fehler und „YOKE“ = vermeiden.**

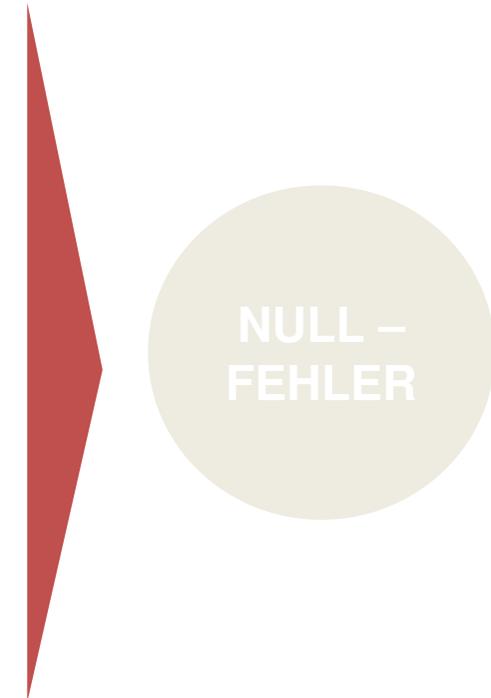
Grundlage von POKA YOKE ist die Erkenntnis, dass menschliche Unzulänglichkeiten (z.B. Unaufmerksamkeit, Ermüdung) zu Fehlhandlungen (z.B. vertauschen, vergessen) und damit zu Fehlern am Produkt führen. Ein mittels POKA YOKE gestalteter Prozess, konstruiertes Produkt oder Betriebsmittel schließt solche Fehlhandlungen aus und dient damit der Fehlervermeidung.

Beispiele:

- Gestaltung der Teilegeometrie in der Entwicklung verhindert falschen Einbau von Teilen
- Gestaltung von Vorrichtungen in der Produkt- und Betriebsmittelkonstruktion verhindert Bearbeitungsfehler durch das falsche Einlegen von Teilen

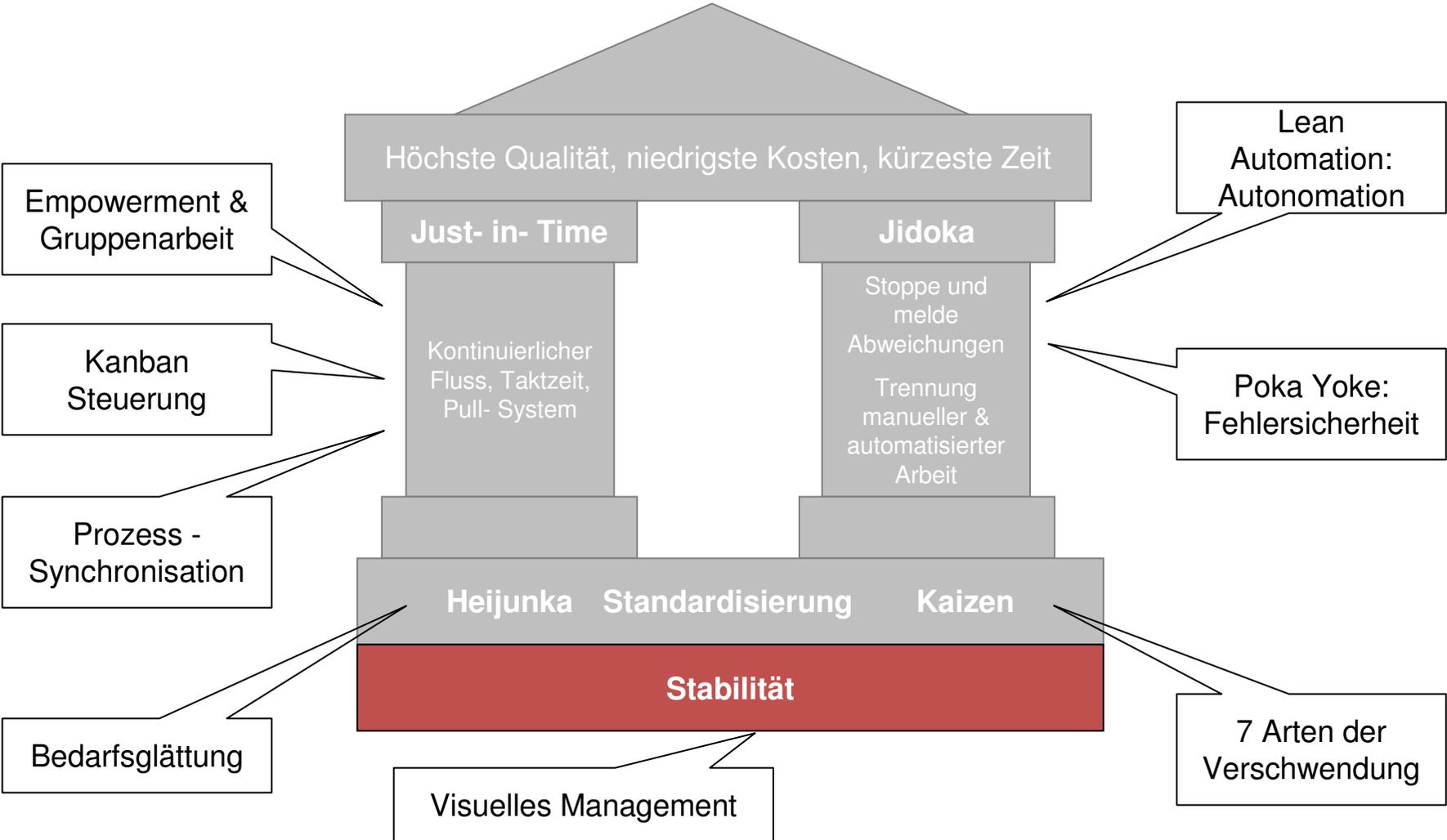
Warum POKA YOKE?

- Verstehen der Fehlerursachen
- Vermeidung von Ausschuss und Nacharbeit
- Reduzierung betriebsmittelbedingter Arbeitsunfälle
- Hohe Prozesssicherheit (Robustheit)
- Vermeidung von Fehlhandlungen
- Verhinderung von zufälligen, menschlichen Fehlern
- Verhinderung von Maschinenschäden
- Sicherstellung der Qualitätsforderungen des Kunden



Trotz nicht zu vermeidender menschlicher Fehler wie z.B. Verwecheln, Vergessen, Ablesefehler, unterschiedliche Interpretationen, etc. sollen fehlerhafte Produkte vermieden werden!

POKA YOKE im TPS



Quelle: Toyota

Philosophie & Prinzipien des TPS

- 1) Schaffe einen kontinuierlichen Fluss, um Schwachstellen aufzudecken.
- 2) Setze Pull-Systeme ein, um Überproduktion zu vermeiden.
- 3) Schaffe eine gleichmäßige Auslastung (Heijunka).
- 4) Schaffe eine Kultur des sofortigen Stopps zur Problembhebung, um auf Anrieb Qualität zu produzieren.
- 5) Standardisierte Aufgaben sind die Basis für Verbesserungen und die Übertragung von Verantwortung auf die Mitarbeiter.
- 6) Setze visuelles Management ein, damit Probleme nicht verborgen bleiben.
- 7) Verwende nur zuverlässige, gründlich getestete Technologie, die deinen Mitarbeitern und Prozessen dient.



- 8) Gründe deine Managemententscheidungen auf einer langfristigen Philosophie, selbst wenn das auf Kosten kurzfristiger finanzieller Ziele geht.
- 9) Entwickle Führungskräfte, die ein grundlegendes Verständnis der Arbeit haben, die Philosophie leben und sie anderen beibringen.
- 10) Entwickle außergewöhnliche Mitarbeiter und Teams, die der Unternehmensphilosophie folgen.
- 11) Respektiere dein erweitertes Partner- und Zulieferernetzwerk, indem du sie forderst und ihnen hilfst, sich zu verbessern.
- 12) Mach dir selbst dein eigenes Bild vor Ort, um die Situation grundlegend zu verstehen. (Go and See; Genchi Genbutsu)
- 13) Nimm dir Zeit für Entscheidungen und führe sie durch Konsens herbei.
- 14) Schaffe eine lernende Organisation durch unablässige Reflektion (Hansei) und kontinuierliche Verbesserung (Kaizen).

Philosophie / Denkweise

- Der Kunde steht im Vordergrund.
- Menschen und ihre Fähigkeiten sind das wichtigste Kapital.
- Kontinuierliche Verbesserung
- Geh vor Ort und mach dir ein Bild.
- Gib den Teammitgliedern Feedback und verdiene dir Respekt.
- Effizienzdenken

- Tatsachen statt Fiktionen
- Teamorientierung
- Bringe Probleme an die Oberfläche und decke die Grundursachen auf ohne Schuldigen suche.
- Eliminiere und verhindere Verschwendung.
- Handlungen müssen langfristige Ziele verfolgen.
- Lernende Organisation
- Null-Fehler-Produktion

Quelle: nach Liker, J.K.: Der Toyota Weg; FinanzBuchverlag, 2006

Shigeo Shingo jap. 新郷重夫 *Shingō Shigeo*

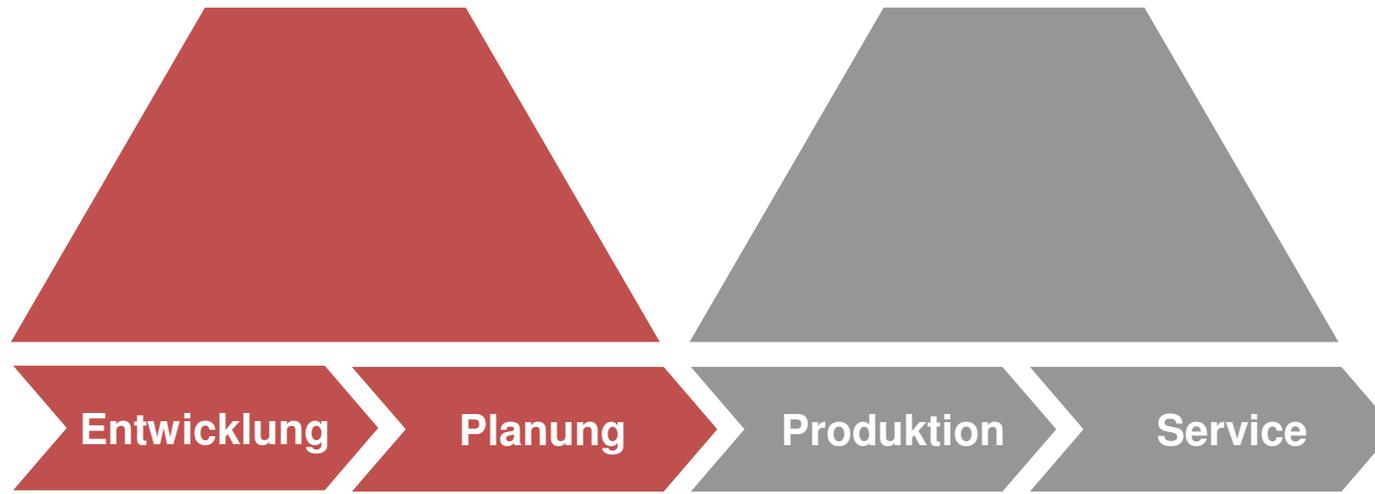
- * 1909; † 1990
- Ehrendoktorwürde der Utah State University
- Mitentwickler des Toyota Produktion Systems (TPS)
- Entwickler von Poka Yoke
- Entwickler von SMED
- Verfasser diverser Bücher

Zitat von Shigeo Shingo

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



Wo kann POKA YOKE angewendet werden?



Arbeitsgestaltung	Führung / Motivation	PPS
Auftragsabwicklung	Gesundheits-/ Arbeits-/ Umweltschutz	Qualität
Controlling	Kontinuierliche Verbesserung	Robuste Prozesse
Datenermittlung	Logistik	Standards
Entgeltgestaltung	Personalentwicklung	Teamarbeit
Fabrik-/ Prozessplanung	Produktentwicklung	Visuelles Management

1. Konstruktion:

- Teile sind nur eindeutig montierbar bzw. ffügbar
- Ähnliche Teile haben eindeutige Merkmale, so dass sie nicht verwechselt werden können

2. Produktionsausstattung:

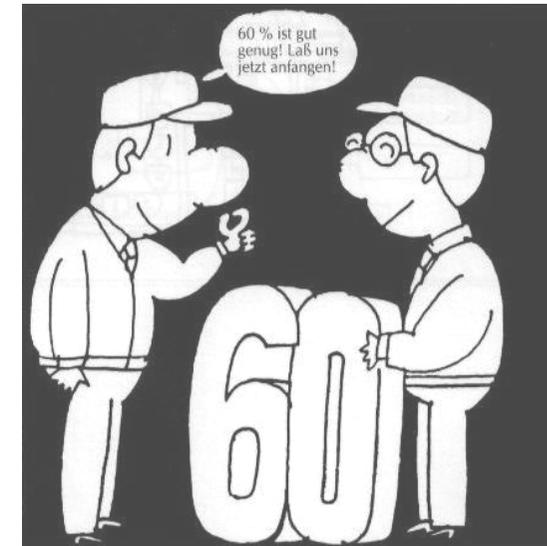
- Stifte und Nuten
- Sensoren, Grenzschalter
- Zeitmesser, Zähler
- Lichtschranken
- ...

Fragen, um Poka Yoke- Lösungen zu finden:

- Wo taucht der Fehler auf?
- Wo könnte ein Fehler auftauchen?
- Wo wird der Fehler verursacht?
- Welches konstruktive Mittel verhindert diesen Fehler?
- Welches technische Mittel verhindert diesen Fehler?
- Durch welches organisatorische Mittel wird dieser Fehler verhindert?
- Sind die Verfahren darauf ausgelegt, diese Art Fehler zu verhindern?

Die 8 Prinzipien des POKA YOKE

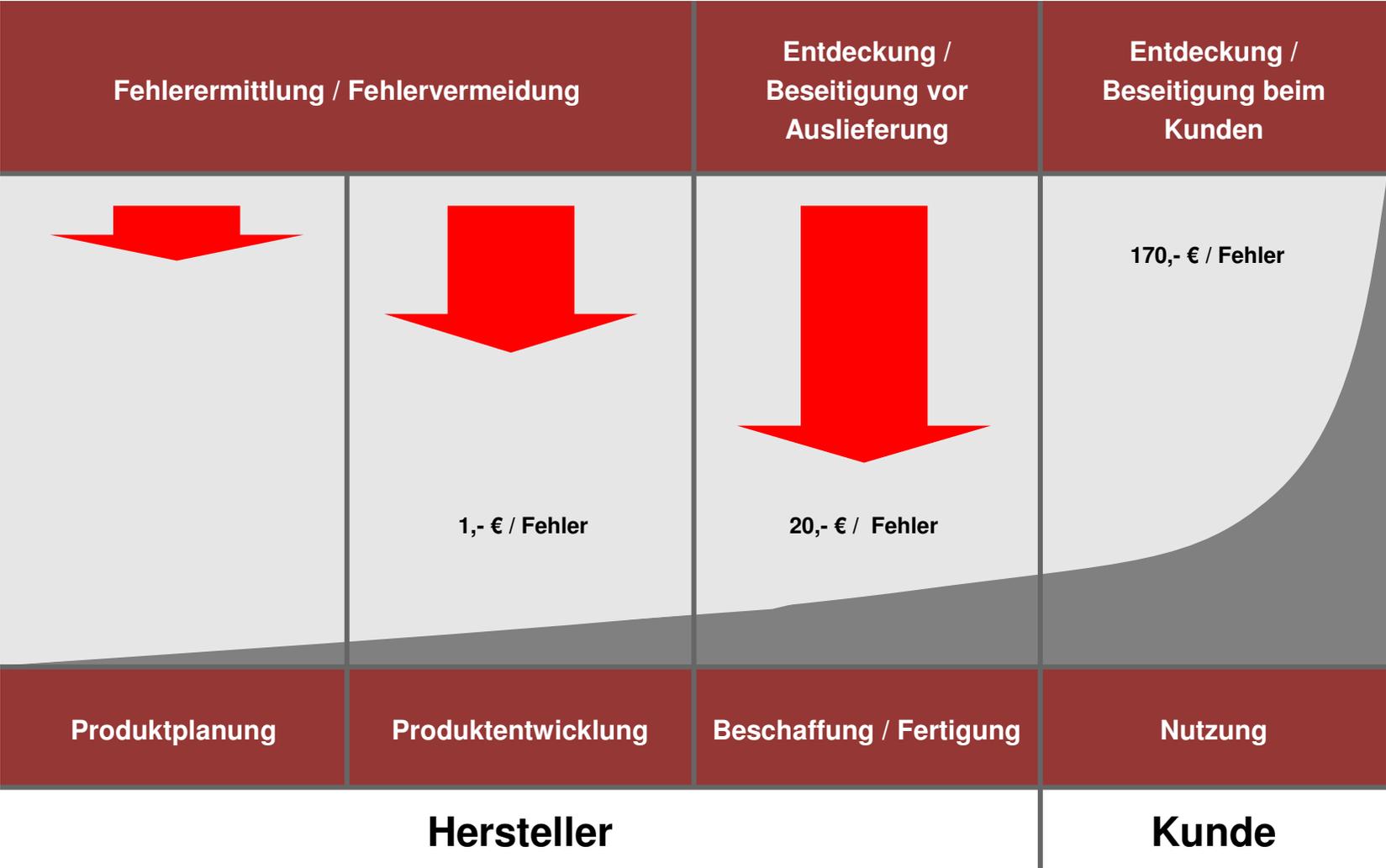
1. Baue Qualität in die Prozesse ein!
2. Alle versehentlichen Fehlhandlungen und Fehler sind eliminierbar!
3. Hör auf es falsch zu machen, fange an, es gleich richtig zu machen - jetzt!
4. Denke Dir keine Entschuldigungen aus, denke darüber nach, wie man es gleich richtig machen kann!
5. Eine 60% Erfolgswahrscheinlichkeit ist gut genug - Setze Deine Idee jetzt sofort um!
6. Fehlhandlungen und Fehler können auf null reduziert werden, wenn alle zu Ihrer Beseitigung zusammenarbeiten!
7. Zehn Köpfe sind besser als einer!
8. Suche nach der eigentlichen Ursache. Frage mindestens 5 mal „Warum“ und einmal „Wie“!



Null- Fehler Strategie für die Fertigung

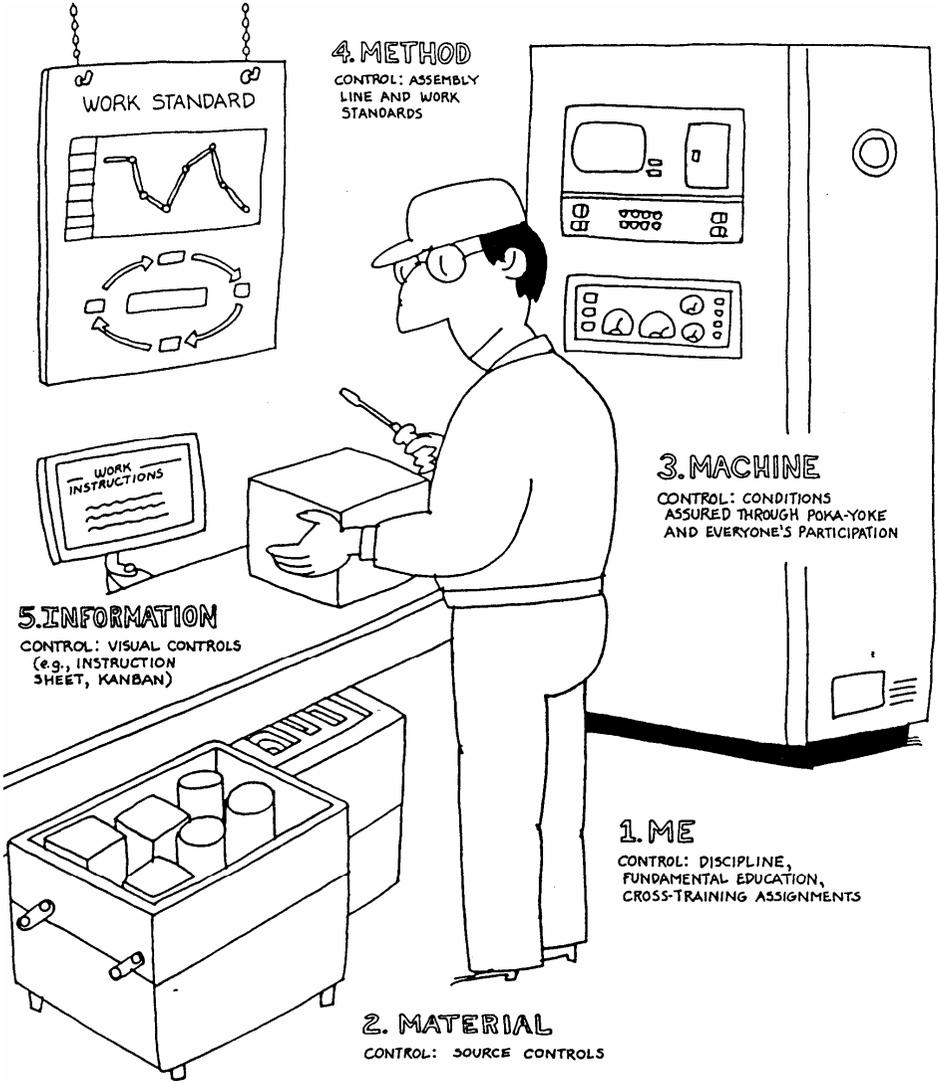
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Organisation	1. Arbeitsgang komplett 2. Fehler 3. Auslieferung 	1. Arbeitsgang komplett 2. Fehler 3. Sortieren 4. Auslieferung 	1. Arbeitsgang komplett 2. Fehler 3. Verbesserungen 4. Sortieren 5. Auslieferung 	1. Prozess 2. Fehler 3. Prüfung 4. Verbesserungen 5. Arbeitsgang komplett 6. Auditierung 7. Auslieferung 	1. Arbeitsschritt 2. Fehler 3. Prüfung 4. Prozess 5. Arbeitsgang komplett 6. Auslieferung 
Schlagworte	Wer arbeitet, macht Fehler!	Keine Beschwerden!	Fehler nicht wieder machen!	Fehler nicht weiterleiten!	Fehler verhindern!
Strategien	Schließe das Unternehmen!	Mehr Prüfer!	Anstrengungen intensivieren!	Ausbildung und umfassende Qualifizierung der Mitarbeiter!	POKA YOKE System
Prüfungen	Keine Prüfungen	Sortierprüfung vor Auslieferung	Prüfungen mit Feedback	Selbstprüfung innerhalb eines Prozesses, Produkt und Prozessaudits	Fehlerquelleninspektion
Restfehler	< 20 %	< 5 %	< 1 %	< 50 ppm	< 5 ppm
Fehlerkosten	Katastrophal	Sehr hoch	Hoch	mittel	Sehr niedrig

Fehlerkosten – Beispiel



- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**

POKA YOKE – Einige Grundvoraussetzungen...



Sind diese Grundvoraussetzungen bei Ihnen gegeben?

- Geringe Investitionskosten
- Umsetzung muss schnell und einfach sein
- Erhöht den Durchsatz der Fertigung
- Entscheidende Auswirkung auf die Qualität des Endproduktes
- Adressieren eine oder wenige Fehlermöglichkeiten
- Fehlhandlungen werden unmöglich oder zumindest sehr schwierig gemacht
- Verhindert den Weitertransport eines fehlerhaften Teils zum nächsten Bearbeitungsschritt
- Stellt keinen zusätzlicher Arbeitsschritt dar
- Dient nicht zur Kontrolle des Arbeiters, sondern zur Kontrolle der Qualität vor Ort und kann, kombiniert 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 Wertschöpfungskette und für das Endprodukt.

Regulierungsmechanismen erkennen einen Fehler in der Entstehungsphase und blockieren den Prozess. Dies ist **Fehlervorbeugung** im eigentlichen Sinn.

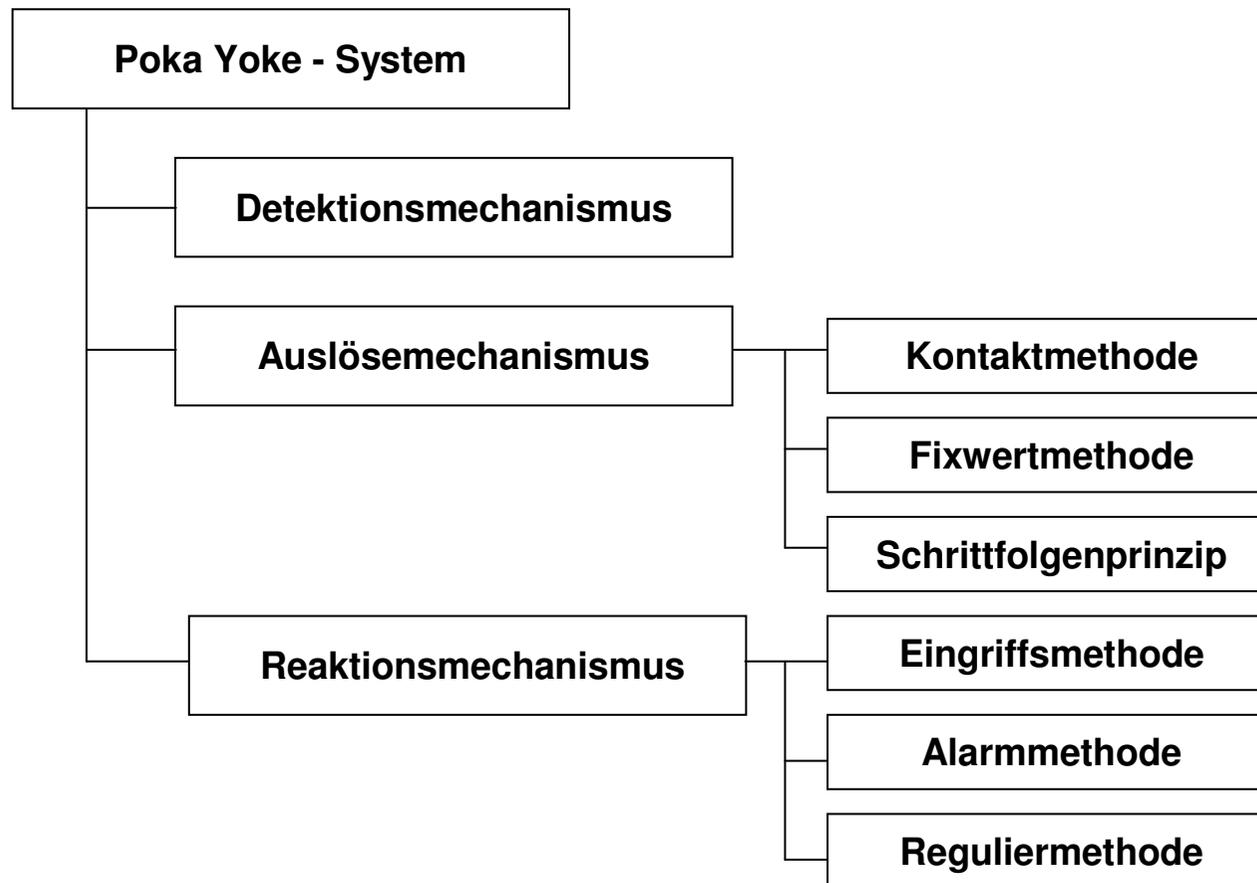
Typische Lösungsansätze:

- Symmetrie bei Verwechslungsgefahr vermeiden
- Formschluss zur exakten Positionierung anstreben
- Materialeigenschaften wie Magnetismus, elektr. Leitfähigkeit usw. ausnutzen
- Fügehilfen vorsehen (z.B. Fasen, Anschläge)

Auslösemechanismen werden angewendet, wenn Fehler im Vorfeld nicht vermieden werden kann. Hier steht die **Fehlerentdeckung** im Vordergrund.

- Kontaktmethode – über Sensoren werden Abweichungen über mechanische, elektrische oder magnetische Kenngrößen erkannt
- Fixwertmethode – die Anzahl der Teilschritte am Ende eines Prozesses werden überprüft
- Schrittfolgemethode – der Prozessablauf wird erzwungen, indem Sensoren den Ablauf überwachen

Poka Yoke verfolgt einen Ausschluss von Fehlern in Fertigungsprozessen oder zumindest deren unmittelbare Entdeckung.



Fehler werden durch technische Vorrichtungen und Bauteile detektiert.

- Endschalter
- Näherungsschalter
- Zähler
- Sensoren für Druck, Position, Temperatur, Vibration, Farbe usw.

Fehlhandlungen werden mit einer internen Logik aufgedeckt.

Kontaktmethode

Erkennen von Fehlern und Fehlhandlungen mittels Sensoren

Fixwertmethode

Erkennen von Fehlern und Fehlhandlungen durch z.B.

- eine vorgegebene Anzahl von Arbeitsschritten
- einen definierten Materialverbrauch

Schrittfolgenprinzip

Erkennen von Fehlhandlungen durch eine Abfrage von Bewegungsfolgen, z.B.

Entnahme von Regalteilen mittels Sensoren

Eingriffsmethode

Das Auftreten von Abweichungen oder fehlerverursachenden Operationen führt zu einer Abschaltung von Bändern oder Transporteinrichtungen

Alarmmethode

Ausgabe von optischen oder akustischen Signalen in Fehlerfällen

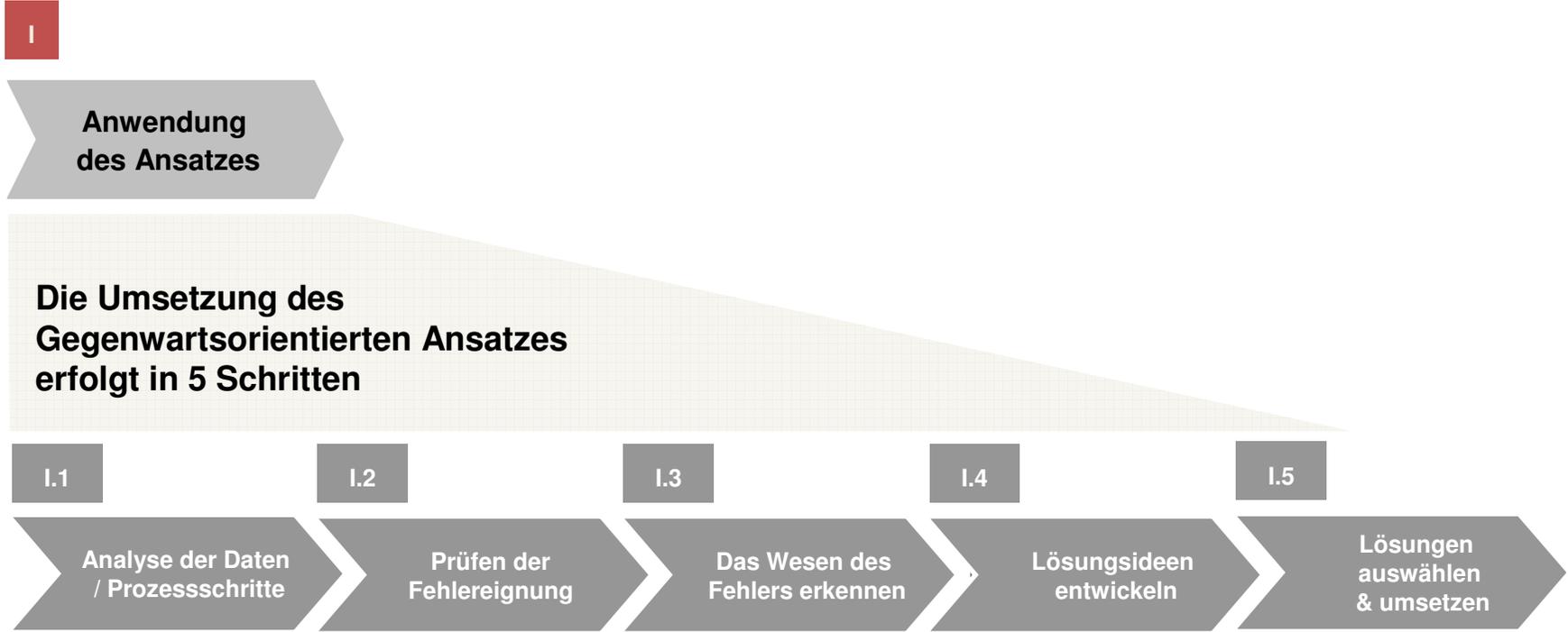
Reguliermethode

Fehlhandlungen führen zu einer sofortigen Korrektur, zwingende Bedienervorgaben durch spezielle Vorrichtungen



Kaffeepause

- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**



1. Fehler und Zeitraum der Aufnahme definieren

Zeitraum: KW 12 - KW 15

Fehlerprotokoll - Halter schlecht montiert

2. Fehlerart und absolute Häufigkeit erfassen

Fehler-Nr.	Fehlerart	Absolute Häufigkeit	Faktor	Produkt	Relative Häufigkeit (%)
1	Schraube fehlt	4	5	20	24%
2	Gewinde Halter defekt	5	1	5	6%
3	Halter deformiert	6	5	30	37%
4	Gewinde Schraube schlecht ausgeformt	2	1	2	2%
5	Halter nicht entgratet	5	1	5	6%
6	Halter fehlt	2	10	20	24%
7				1	
8				1	
9				1	
10				1	
	Summe:	24		82	100%

Faktor für verursachte Kosten: 1 - geringe Kosten / 5 - mittlere Kosten / 10 - hohe Kosten

3. Faktor anhand Legende für Fehlergewichtung festlegen

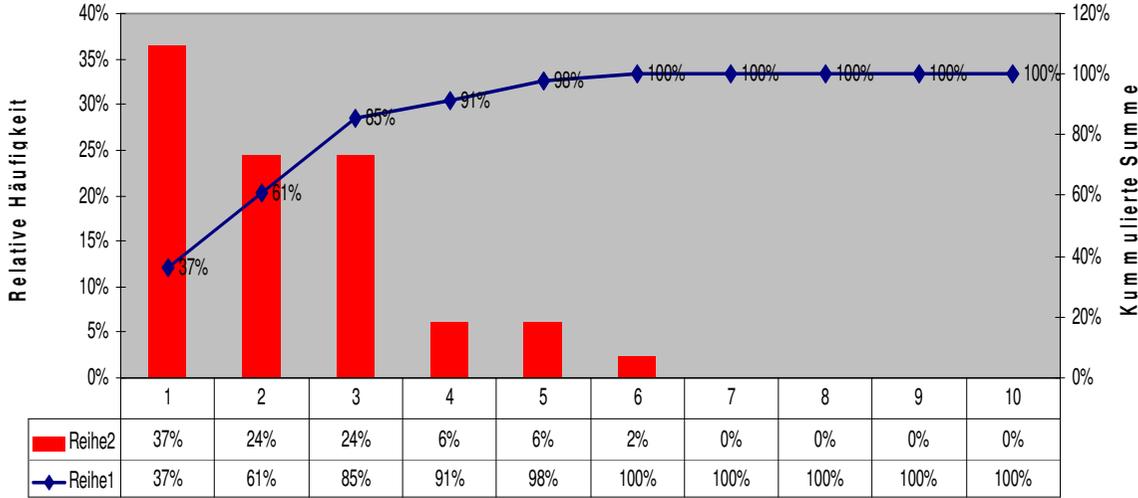
Aufnahme / Analyse der Daten

Fehlerprotokoll						
Fehler-Nr.	Fehlerart	Absolute Häufigkeit	Faktor	Produkt	Relative Häufigkeit (%)	Kumulierte Summe (%)
3	Halter deformiert	6	5	30	37%	37%
1	Schraube fehlt	4	5	20	24%	61%
6	Halter fehlt	2	10	20	24%	85%
2	Gewinde Halter defekt	5	1	5	6%	91%
5	Halter nicht entgratet	5	1	5	6%	98%
4	Gewinde Schraube schlecht ausgeformt	2	1	2	2%	100%
7						
8						
9						
10						
	Summe:					

Faktor für verursachte Kosten: 1 - geringe Kosten / 5 - mittlere Kosten / 10 -

Kumulieren der Häufigkeit bzw. sortieren mittels Button „Sortieren rel. Häufigkeit“

Pareto - Chart



Aufnahme / Analyse der Daten

Nr.	Arbeitsgangnr.	Arbeitsgangbezeichnung	Vorrichtung, Maschine, Werkzeug	Teile	Lieferant - WW, K(unststoff), L(eitung), Kl(eben), V(jiererblock), S(ieindruck), B(eschichten) E(mail), SF(Schalterfront), Z(zubehör), Ext(Lieferant)	Produkt-/ Prozessmerkmale	Prüfen	Fehlbedienungs-/Versehen	Vergesslichkeit	Erfahrungs-/Übungsdefizite	Übersehen/Identifikation	fehlende Standards/ Visualisierung	Nichtbeachten v. Vorgaben	viele Lieferantenfehler	Bemerkung	Fehler fällt auf:	Anzahl/ Prüffrequenz	IMEA / K-FMEA / APP	FPY	QZ	TCR	Anzahl - Fehlhandlungen
1	01	Montageplatz 01 - Seite 5 Lohngruppe03																				
2	Bez.:	Aufsetzen BO																				
3	S6.0	Wagenstart/Wagenlauf bis 2x Wagenstart an einem "Arbeitsplatz" Kleinteile vorbereiten und bereitlegen. 9.0		Schrauben, Lagerbuchse vorne, Haltefedern vorne	Ext		Vor jeder längeren Pause UTS Wagen reinigen.	1	0	0	1	1	1	0	Haltefedern vorne bzw. hinten; Schrauben (St4,2 bzw. M4, Oberfläche) können vertauscht werden							4
4	H.10.111	BO Rundleuchte (groß) aufnehmen und in BO-Decke einschnappen. 8.1		BO-Decke, Rundleuchte	WW, E, Ext			1	0	1	0	1	0	0		1						3
5	H.10.122	Wrasentopf einfach aufnehmen und in BO eindrehen bis zum Schnappen. 10.2		BO-Decke, Wrasentopf	WW, E			2	0	2	0	2	0	0		1						6
6	H.10.120	Ringheizkörper aufnehmen und in BO einschieben. 10.6		BO-Decke, Ringheizkörper	WW, E, Ext		Auf richtigen Sitz d. "gefederten" Gegenlagers achten	1	0	0	0	1	0	1	falscher Heizkörper (Leistung/ Spannung) kann eingebaut werden	2						3
7	H.10.132	Grill aufnehmen, in BO einschieben. 12.2		BO-Decke, Ringheizkörper	WW, E, Ext											1						0
8																						0

Prüfung der Fehlereignung - Affinitätsmatrix

Mit der Affinitätsmatrix quantifizieren, wie geeignet die Aufgabenstellung für eine PY- Anwendung ist.

- Hohe Punktzahl > 100 = hohe Wahrscheinlichkeit für erfolgreiche Lösung
- Niedrige Punktzahl < 100 = geringere Wahrscheinlichkeit für PY - Lösung

AFFINITÄTSMATRIX

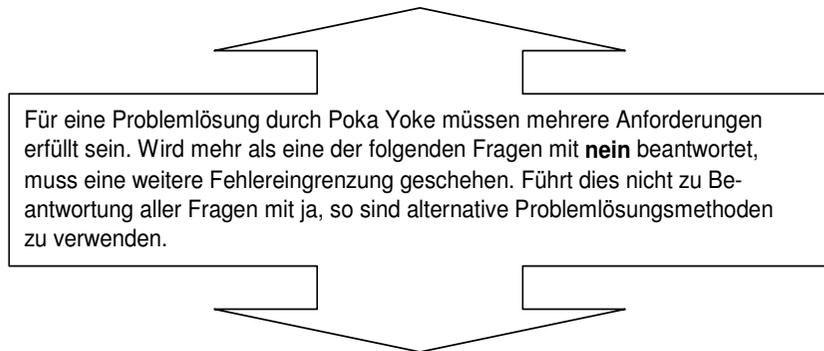
Nr.	Frage	0 Punkte	5 Punkte	10 Punkte	Erläuterung	Bemerkung
1	Ist die Fehlfunktion immer gleich	< 50 %	50 - 90 %	> 90 %	die ausgelöste Fehlfunktion ist immer gleich	
2	Wie bedeutend ist die Funktion	sehr gering		Gefahr für Menschen	wie schwerwiegend ist diese Fehlfunktion oder Ihre Auswirkung	
3	Wurde dieser Fehler mit einer FMEA analysiert	nein		ja		
4	Wurde der verursachende Prozessschritt mit	nein		ja		
5	Gibt es örtliche Unterschiede bei der Fehlerentdeckung	ja		nein	Wird dieser Fehler immer an derselben Stelle entdeckt oder gibt es verschiedene Orte (wird von	
6	Ist die Fehlhandlung variabel oder attributiv	variabel		attributiv	variabel: eine Handlung wird zwar ausgeführt, attributiv: grundsätzlich ausgeführte Tätigkeit	
7	Ist Streuung oder Mittelwertversatz Ursache des variablen Fehlers	Streuung		Mittelwertversatz	Bei variablem Fehler: Zu große Streuung oder stimmt der angestrebte Zielwert nicht	
8	Fehlerhäufigkeit	einige Fehler pro Tag		1 Fehler pro Woche	Die Häufigkeit und die Bedeutung des Fehlers, die Orientierung kann fallspezifisch angepasst werden	
9	Tritt der Fehler systematisch oder regelmäßig auf	nein		ja	tritt der Fehler immer gehäuft auf (z.B. immer drei Fehler nacheinander) oder regelmäßig (z.B. alle drei Stunden)	
10	Wie zuverlässig wird er erkannt	< 95 %	95 - 99 %	> 99 %	die Wahrscheinlichkeit mit der der Fehler erkannt wird	
11	entdecken unterschiedliche Personen den Fehler	nein		ja	relevant sind auch unterschiedliche Personen beim Schichtwechsel oder ähnlichem	
12	sind die Fehlerursachen eindeutig bekannt und ermittelt	< 50 %	50 - 99 %	> 99 %	Wer hat die Ursachen ermittelt, sind Zahlen, Daten und Fakten bekannt und analysiert	
13	Gibt es eine oder mehrere Ursachen	> 5 Ursachen	5 - 1 Ursachen	1 Ursache	wie viele Ursachen müssen für diesen Fehler zusammen kommen, um den Fehler auszulösen, wie viele verschiedenen Ursachen könne den gleichen Fehler auslösen	

Prüfung der Fehlereignung für eine Problemlösung durch POKA YOKE

Vorgehensweise:

1. Prüfung der Fehlereignung mit der POKA YOKE Checkliste! Werden mehr als eine der Fragen mit „nein“ beantwortet, muss eine weitere Fehlereingrenzung erfolgen!
2. Weitere Fehlereingrenzung mittels Frageliste!

Poka Yoke Checkliste		
	ja	nein
Ist der Entstehungsort bekannt?		
Ist das verursachende Bauteil bekannt?		
Ist die verursachende Tätigkeit bekannt?		
Hat der Fehler binäres/ sprunghaftes Verhalten?		



Fehlereingrenzung	
eindeutige Fehlerbeschreibung	Abgrenzung des Fehlers
was genau ist die Fehlfunktion/ Fehlerart	was folgt diesem Fehler, was funktioniert nicht wie gewünscht
Auswirkungen und Folgen dieser Fehlfunktion	welche Auswirkungen hat diese Fehlfunktionen auf das gesamte Produkt
seit wann gibt es diesen Fehler	gibt es einen zeitlichen Beginn dieses Fehlers (z.B. nach Modellwechsel oder Werkzeugwechsel)
wie wird der Fehler korrigiert	wird das Produkt nachgearbeitet oder ist es Ausschuß
wo wird der Fehler entdeckt	an welchem Ort oder Prozessschritt wird der Fehler bemerkt oder die Funktion geprüft (z.B. im Produktaudit)
wie wird der Fehler festgestellt	durch welche Prüfung wird der Fehler festgestellt (z.B. optische Prüfung)

Das Wesen des Fehlers erkennen

Fehlhandlung	Beispiele	Fragestellungen: Ist es möglich ...	Bewertung	
			Ja	Nein
Fehlbedienung	Teile werden verdreht, vertauscht oder verwechselt	... die Maschine falsch zu rüsten? ... Prüfmittel falsch zu bedienen ... Teile falsch einzulegen (seitenverkehrt, verdreht)? ... Maschine/Vorrichtung/ Werkzeug falsch zu bedienen? ... die Maschine falsch zu rüsten? ... falsche Prüfmittel zu verwenden ... falsche Teile (Mat.nr.) zu verwenden (Verwechslung)?		
Vergesslichkeit	Vergessen von Prozessschritten / Bauteilen aufgrund mangelnder Konzentration	... Teile des Arbeitsinhaltes zu vergessen (Einzelteile, Handgriffe)? ... den gesamten Arbeitsgang zu vergessen		
Fehler durch Missverständnisse	manchmal ziehen Menschen aufgrund von Unwissenheit falsche Schlussfolgerungen und begehen Fehler	... Zeichnungen / Fertigungshinweise / Qualitätshinweise / Standards falsch zu interpretieren?		
Fehler durch Übersehen	manchmal wird eine Fehlhandlung ausgelöst, weil Menschen zu schnell hinsehen oder zu weit weg sind, um etwas deutlich zu erkennen	... falsche Einstellungen zu tätigen? ... fehlerhafte Teile weiter zu bearbeiten? ... Teile falsch zu entnehmen (fehlende oder schlechte Beschriftung)? ... fehlerhafte Teile weiterzugeben (Kontrollschritt? Fehlerhäufigkeit hoch? niedrig?) ?		
Fehler durch Anfänger	weil die Erfahrung fehlt	... den Arbeitsinhalt ohne Unterweisung auszuführen? ... die Maschine / Vorrichtung ohne Unterweisung zu bedienen? ... die falsche Maschine / Vorrichtung / Werkzeug zu verwenden?		
versehentlich	Fehler geschehen, wenn Menschen unachtsam sind (monotonie -> Ermüdung)	... den Arbeitsgang ohne geplante Vorrichtungen / Hilfsmittel auszuführen?		
Fehler durch Langsamkeit	wenn Handlungen oder Prozesse unerwartet angehalten oder verlangsamt werden	... das der Arbeitsablauf unerwartet angehalten oder verzögert wird und der Mitarbeiter dadurch gestört wird?		
Fehler durch fehlende Standards	wenn Prozess- oder Arbeitsanweisungen fehlerhaft, unvollständig oder unpassend sind	... den Arbeitsgang falsch auszuführen (Reihenfolge)? ... In Standards beschriebene Teilinhalte (z.B. Q-Prüfungen) frei zu gestalten?		
Überraschungsfehler	wenn ein Ablauf anders verläuft als erwartet	... das der Mitarbeiter während des Arbeitsinhaltes häufig gestört wird (Wodurch?, Wie oft?)?		
Fehler durch Nichtbeachtung von Vorschriften / Anweisungen	weil sich Menschen absichtlich gewissen Regeln oder Vorschriften widersetzen (ursachenorientiert)	... die Einstellungen / Einrichtungen von Maschinen / Vorrichtungen willkürlich zu verändern, um ggfs. die Arbeit zu erleichtern? ... den Arbeitsinhalt ohne die Sicherheitseinrichtungen auszuführen? ... Teile / Produkte durch Lagerung / Handling vorzuschädigen? ... den Arbeitsgang mit defekten Vorrichtungen auszuführen?		
absichtliche Fehler	mit voller Absicht, beispielsweise Sabotage oder Diebstahl (fehlerorientiert)	... Sicherheitseinrichtungen außer kraft zu setzen?		

1. Lösungen bewerten

2. Maßnahmen umsetzen

1. Lösung dokumentieren

2. Lösung mit Bewertungskriterien bewerten

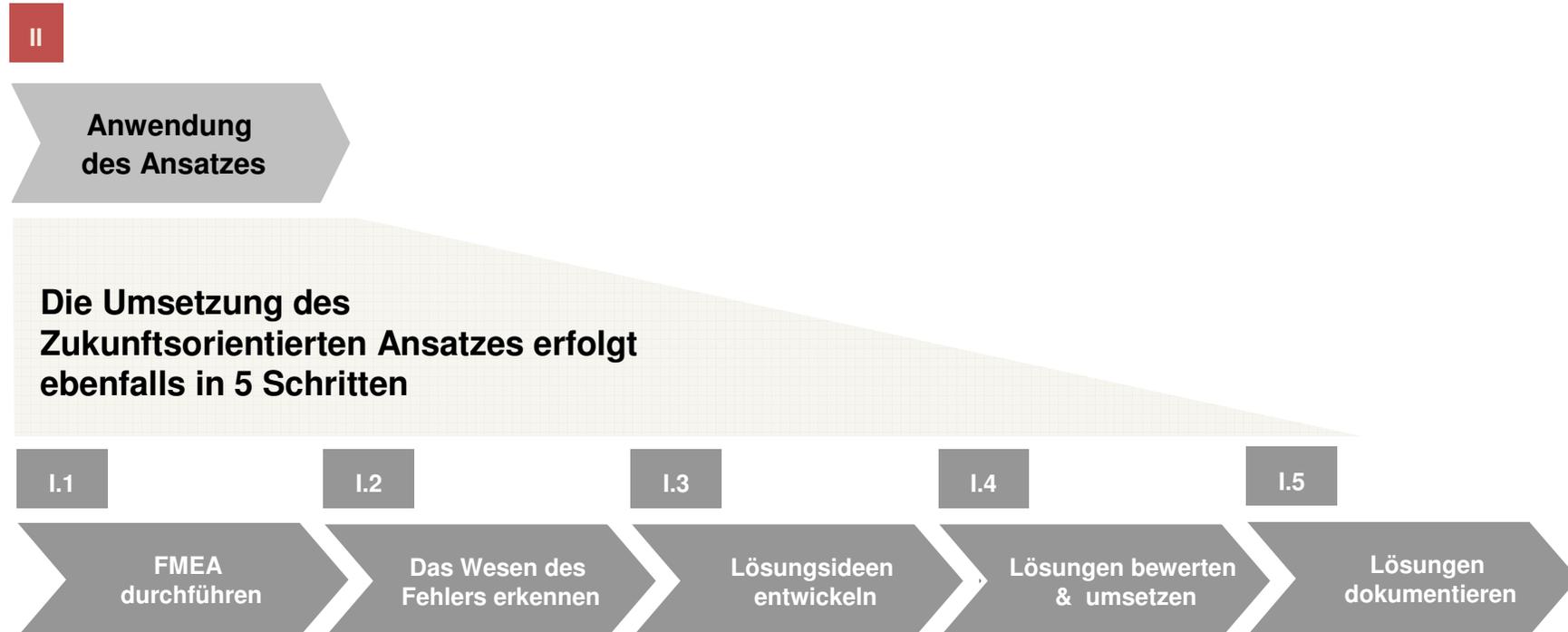
3. Lösung mit höchster Wahrscheinlichkeit auswählen

4. Maßnahmen planen, Verantwortlichen definieren, Termine fixieren und Umsetzung verfolgen (ggfs. auch Tests / Versuche, etc.)

Bewertung:
 0 - Die Lösung vermeidet die Fehlhandlung mit <30%
 1 - Die Lösung vermeidet die Fehlhandlung >30%
 2 - Die Lösung vermeidet die Fehlhandlung >90%

Investitionskosten [Tsd. EUR]
 laufende Kosten [Tsd. EUR]
 Fehlbediener-
 2. Verp-
 3. Erfah-
 4. Übersehen/ Identifikation
 5. fehlende Standards/ Visualis
 6. Nichtbeachten v. Vr- aben
 7. viele Löss
 Bewertung Effektiv-
 Umsetzt
 Übertragbarkeit auf ähnliche Probleme (verbal)

AS	Lösungen	1	1	1	1	1	Bemerkung	Verantwortlich	Termin Soll	Status	Termin Ist
	Halter für BO-Fühler: um die Zugänglichkeit zu verbessern ist für IC5 die Zwischenrückwand in diesem Bereich auszusparen oder die kurze "Ratio"-Rückwand zu verwenden					1	10%				
	Halter für BO-Fühler: im Backrohr das Durchgangsloch für die Schraube um max. 0,7mm vergrößern	1		1			20%				
	Halter für BO-Fühler: die Blechlasche auf der rechten Seite verkürzen um die Montage zu erleichtern	1		1			20%				
	Halter schmaler machen	1		1			20%				
	Halter für BO-Fühler: Prozesssicherheit beim Gewindeformen gewährleisten					1	10%				
	Halter für BO-Fühler: Schrauber mit Beleuchtung einsetzen	1			1		20%				
	Schraubüberwachung für Anzahl u. Drehmoment und Umdrehungen	1				2	30%				



- **Strukturierte Methode zum „negativen“ Denken**
- **Hilfsmittel zur Vermeidung von Wiederholfehlern**
- **Präventiver Ansatz für bestehende und neue Produkte**

Die FMEA ist sowohl ein präventiver als auch korrektiver Ansatz der folgende wesentliche Elemente beinhaltet:

- Durchführung von Ursachenanalysen
- Festlegung von Abstellmaßnahmen
- Sicherheitsnachweis für Freigabe
- System-/ Konstruktions-/ Prozessoptimierung
- Aufbau einer Wissensbasis
- Dokumentation von Erfahrungen
- Festlegung der Schnittstelle Kunde – Lieferant
- Bestimmung der Bedeutung von Fehlfunktionen für Kunden

Fehler, die nicht gemacht werden, müssen auch nicht behoben werden!

System - FMEA

- Funktionen zwischen Komponenten untersuchen ohne Komponenten (Teile / Baugruppen) selbst
- funktionale Fehler oder Schwachstellen identifizieren
- Zusammenwirken der Systemkomponenten gewährleisten
- Basis bilden Funktionsdiagramme, Konzeptstudien, System-Pflichtenhefte ...

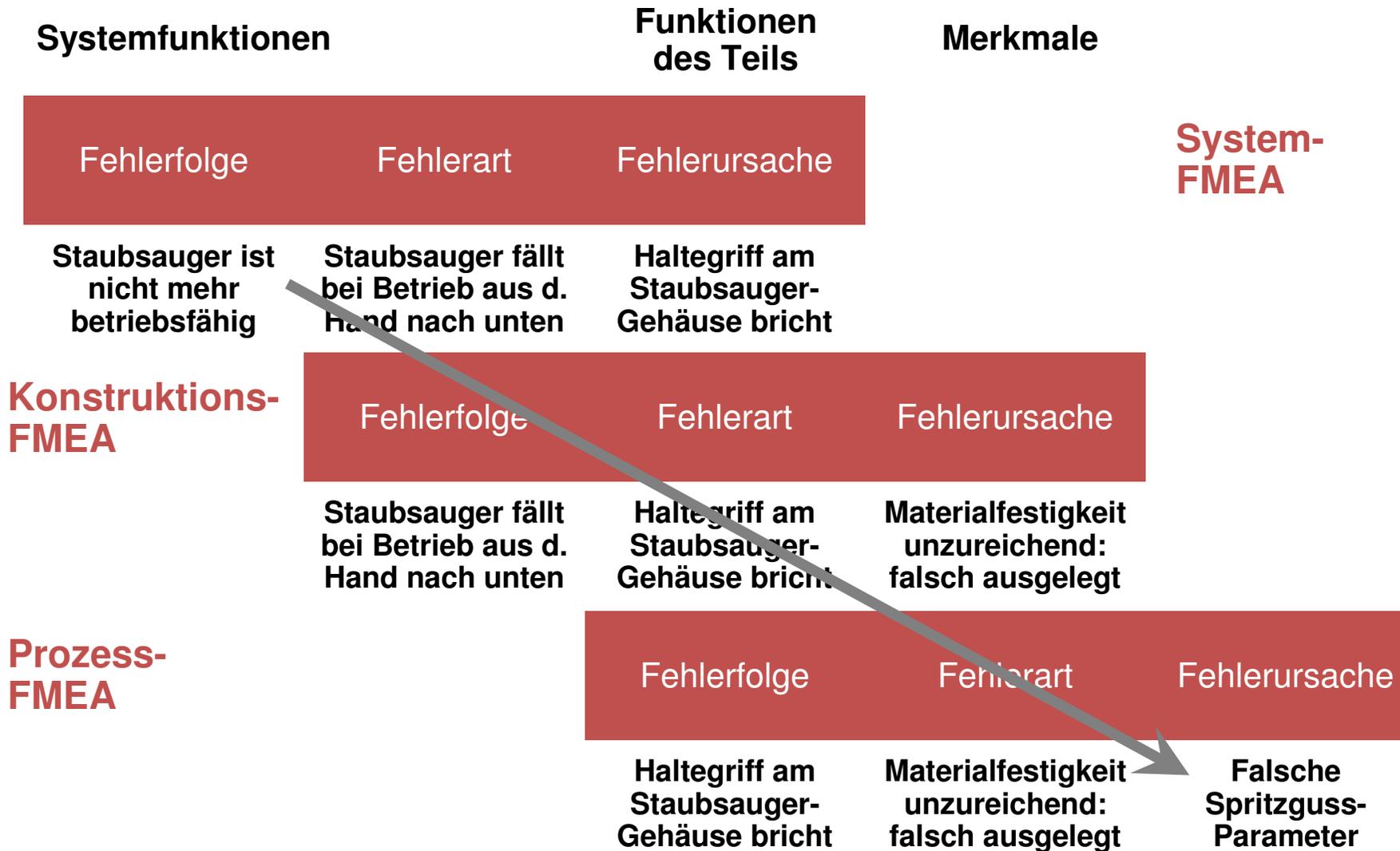
Konstruktions - FMEA

- Komponenten (Baugruppen/ Teile) auf Ausfälle und Fehler prüfen
- Gestaltung und Auslegung entsprechend Pflichtenheft prüfen
- Untersuchung auf Bauteilebene mit Ziel, ein „fehlerfreies Produkt“ zu entwickeln
- Basis bilden Konstruktionsunterlagen, Zeichnungen, Stücklisten ...

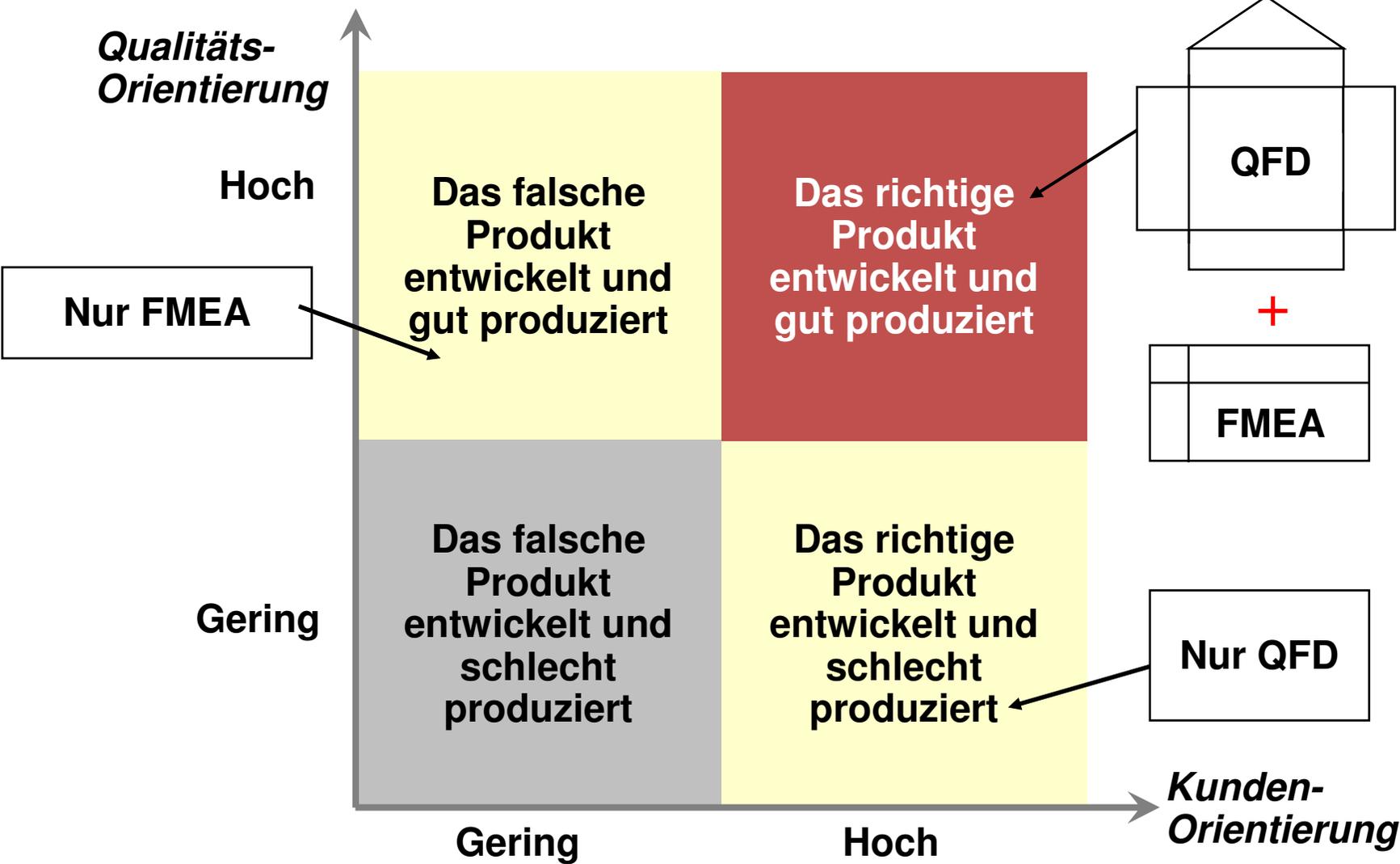
Prozess - FMEA

- prozessbedingte Fehler sind zu beseitigen
- vorzugsweise Produktionsprozesse und innerbetriebliche Abläufe
- Qualität des Endproduktes muss den Erwartungen des Kunden entsprechen
- Basis bilden Fertigungsunterlagen, Arbeitspläne ...

Zusammenhänge der FMEA - Arten



Möglichkeiten der Entwicklung & Umsetzung



- **Schlechte Teamzusammensetzung - Nicht Crossfunktional (Teilnehmer aus allen involvierten Bereichen), zu geringe Erfahrung bezüglich Produkt- oder Prozesswissen**
- **Diskussionen mit / um Meinungen statt Fakten (z.B. B = 7 oder 8)**
- **Ungenügende Vorbereitung der Teamsitzungen**
- **Fehlende Managementunterstützung bei der FMEA- Durchführung und Maßnahmenumsetzung**
- **„Keine Zeit“ für die Bearbeitung bei potenziellen Teilnehmern**
- **Mangel an Teambegeisterung / Motivation, nicht alle anwesend**
- **Teamleiter/ Moderator zu dominant – Keine wirkliche Teambildung / -arbeit**
- **„Feilschen“ der Teammitglieder bei der Risikoanalyse und -bewertung**
- **Kleingruppendiskussion – Es redet jeweils nur einer!**

- **Arbeiten an Symptomen statt an den wirklichen Fehlerursachen**
- **Uneinigkeit über Funktion, Fehlerart, Ursache und Folge**
- **Einstufung einer „Unzufriedenheit des Kunden“ als Fehlerfolge**
- **Bewertung nicht „absolut“ (Es bedarf Übung, konstant zu bleiben.)**
- **Unsystematische Bearbeitung des FMEA- Formblattes**
- **Zu detaillierte / zu ausführliche Bearbeitung des Arbeitsblatts**
- **Verlagerung von Konstruktionsproblemen in Produktion und umgekehrt**
- **Keine Verantwortung für empfohlene Maßnahmen übernehmen**

- **Einsatz eines FMEA- Moderators / Festlegung eines Projektleiters**
- **Anwendung von Selektionsstrategien zur Projektauswahl**
- **FMEA- Standardisierung für Bauteile mit hohem Wiederholungsgrad**
- **FMEA- Durchführung parallel zur Entwicklung und Prozessplanung zur Vermeidung von Doppelarbeit**
- **Vorbereitete FMEA- Formblätter zur Erhöhung der Effizienz**
- **Team aus Mitarbeitern gleicher Hierarchie aus unterschiedlichen Abteilungen**
- **Effiziente Sitzungsdauer: 0,5 Tage**
- **Anwendung von Kreativitätstechniken (z.B. Brainstorming, Kartenumlauftechnik)**
- **Zügige Bearbeitung der einzelnen Punkte - Endlosdiskussionen vermeiden**
- **Für alle erarbeiteten Maßnahmen unmittelbar Verantwortlichkeit und Abgabetermin festlegen**
- **Modernes Informations- und Kommunikationsmanagement**

Weiteres Vorgehen

Das Wesen des Fehlers erkennen

Fehlhandlung	Beispiele	Fragestellungen: falls möglich ...	Bewertung
Fehlbedeutung	Teile werden vertauscht, vertauscht oder verwechselt	... die Maschine falsch zu rufen? ... Prüfmittel falsch zu bedienen? ... Teile falsch zu montieren, die Kennzeichnung nicht zu lesen? ... Maschine/Anlage/Prozess falsch zu bedienen? ... die Maschine falsch zu rufen? ... falsche Prüfmittel zu verwenden? ... falsche Teilbezeichnungen zu verwenden?	Ja Nein
Vergessenheit	Vergessen von Prozessschritten / Bauteile aufzunehmen/auszugeben / Prozessänderung	... Teile zu die die ...	
Fehlendica Misereinschätzung	maximal zulässige Abweichungen aufgrund von Unklarheiten/fehlende Sichtverhältnisse und begrenzter Sicht	... die die die ...	
Fehlendica Übersetzen	maximal zulässige Fehlhandlung ausgeführt, weil die Ursache zu schnell überlesen oder zu weit weg sind, um etwas deutlich zu erkennen	... die die die ...	
Fehlendica Anfänger	welche Erfahrung fehlt	... die die die ...	
versteckter	Fehlerrisikofeld, wenn Menschen nachts schlafen / monotonie - Ermüdung	... die die die ...	
Fehlendica Langsamkeit	wenn Handlung oder Prozesse nicht wartet / wartet / wartet / wartet	... die die die ...	
Fehlendica Fehlende Standards	wenn Prozess- oder Arbeitsanweisungen nicht klar, unvollständig oder missverständlich sind	... die die die ...	
Überschneidung	wenn ein Arbeitsschritt von einem anderen erwartet wird	... die die die ...	
Fehlendica Nichtbeachtung von Vorschriften / Anweisungen	wenn die Mitarbeiter absichtlich gewisse Regeln oder Vorschriften nicht befolgen (z.B. falsche Montage)	... die die die ...	
absichtliche Fehler	mit voller Absicht betriebliche Sabotage oder Diebstahl durchführen	... die die die ...	

© Akzente Consulting GmbH

Lösungen entwickeln – Überblick

Prüfmethode	Auslöse - Mechanismus	Regulierungs- Mechanismus
Fehlerquellen - Methode Macht die Ursache, die zu einer Fehlhandlung führen kann unmöglich.	Kontakt - Methode Unzulässige Abweichungen werden mittels Sensoren berührend oder berührungslos gemessen.	Eingriffs - Methode Beim Auftreten von Abweichungen oder Fehlhandlungen wird das System unmittelbar angehalten, das Fortführen des Vorganges so
Mit Feedback (direkt) Prüfung mit direktem Feedback verhindert einen Fehler, weil die Fehlhandlung unmittelbar erkannt wird.	Konstantwert - M Abweichungen o. im Fertigungsprozess eine bestimmte Z Teilarbeitsschritt erkannt.	
Mit Feedback (indirekt) Prüfung mit indirektem Feedback sorgt dafür, dass ein Fehler nicht in den nächsten Arbeits- bzw. Prozessschritt gelangt.	Schrittfolge - M Die Standardbew innerhalb des Art werden erkannt und einfacher technis überprüft.	

Lösungen bewerten und umsetzen

1. Lösungen bewerten

1. Lösung dokumentieren

2. Lösung mit Bewertungskriterien bewerten

3. Lösung mit höchster Wahrscheinlichkeit auswählen

4. Maßnahmen planen, Verantwortlichen definieren, Termine fixieren und Umsetzung verfolgen (ggfs. auch Tests / Versuche, etc.)

2. Maßnahmen umsetzen

Bewertung:

- 0 - Die Lösung vermeidet die Fehlhandlung mit < 30%
- 1 - Die Lösung vermeidet die Fehlhandlung > 30%
- 2 - Die Lösung vermeidet die Fehlhandlung > 60%

KS	Lösungen	Bewertung				Wahrscheinlichkeit	Verantwortlich	Termin	Status	Termin
		0	1	2	3					
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									
	Maßnahme für KS-Fehler: ...									

© Akzente Consulting GmbH

27

- 1. Dokumentiere alle gefundenen PY - Lösungen!
- 2. Archiviere alle gefundenen PY - Lösungen!
- 3. Zerlege die Lösungen in Ihre Teilkomponenten!

Prüfmethode	Auslöse - Mechanismus	Regulierungs- Mechanismus
Fehlerquellen - Methode	Kontakt - Methode	Eingriffs - Methode
Mit Feedback (direkt)	Konstantwert - Methode	Warn - Methode
Mit Feedback (indirekt)	Schrittfolge - Methode	

- 4. Ergänze die Beispielsammlungen!

- WO
- WIE
- WER
- FORMATE
- ...

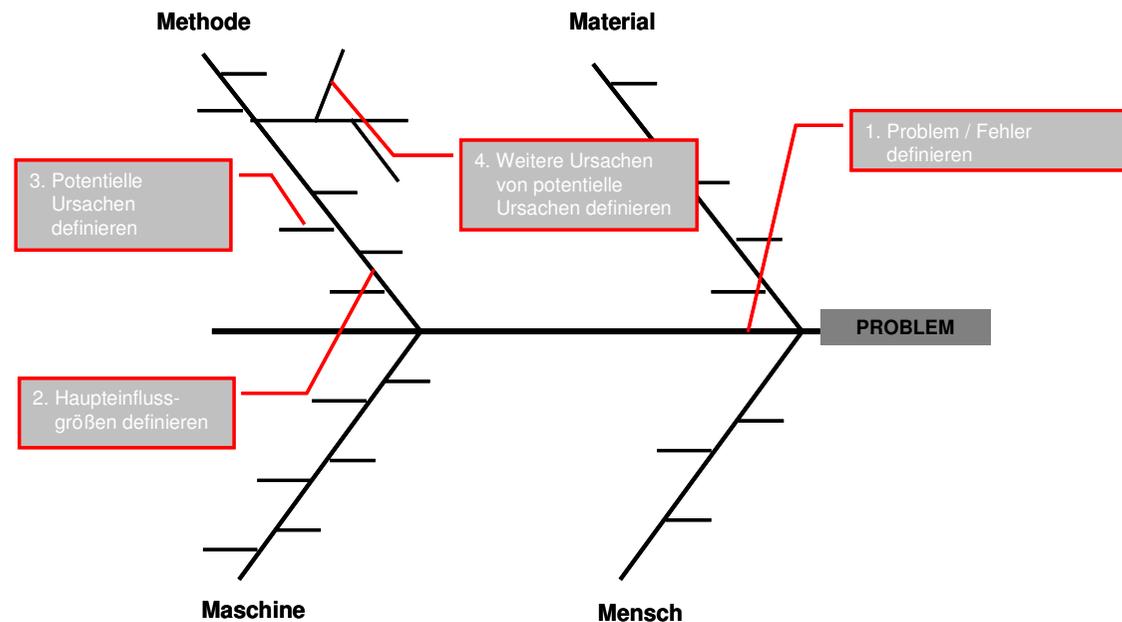
Ziel des Brainstormings ist es, zu einem vorgegebenen Thema bzw. Problem Ideen oder Lösungsmöglichkeiten zu finden. Der Name Brainstorming bedeutet, dass das Gehirn intensiv nach Ideen durchforscht werden soll.

Vorgehensweise und Dokumentation

1. Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgt mittels Karten. Alle geäußerten Ideen werden dokumentiert, es darf nicht durch Weglassen gewertet werden. Rückfragen des Protokollanten sind unzulässig, da sie den Ideenfluss stören. Die Dokumentation erfolgt auf einer Tafel oder einem Flipchart. Dies dient dazu, dass sich die Teilnehmer leichter auf weiter zurückliegende Ideen beziehen können.
2. Ideen werden geclustert, d.h. nach Themen / Lösungsansätzen gruppiert!
3. Vermutlich bester Lösungsansatz wird ausgewählt und detaillierter besprochen

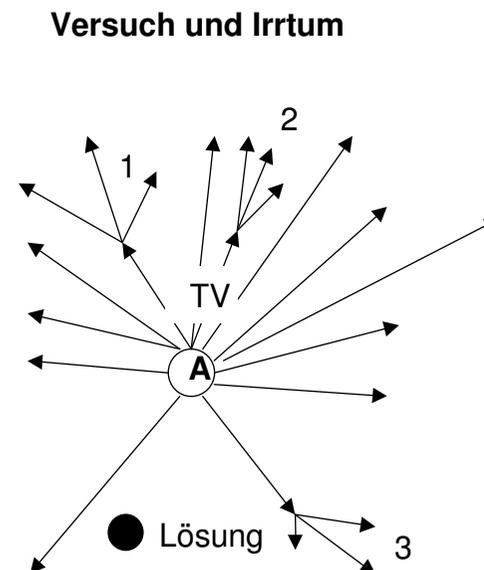


Das Ursache-Wirkungs-Diagramm ist ein einfaches Hilfsmittel in Form einer Fischgräte, zur systematischen Ermittlung von Problemursachen. Hierbei werden die möglichen Ursachen, die eine bestimmte Wirkung auslösen, in Haupt- und Nebenursachen zerlegt. Anschließend folgt eine grafische Strukturierung der Ursachen um eine übersichtliche Gesamtbetrachtung zu ermöglichen.

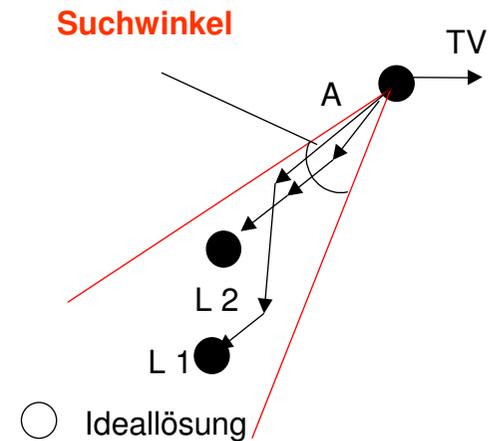


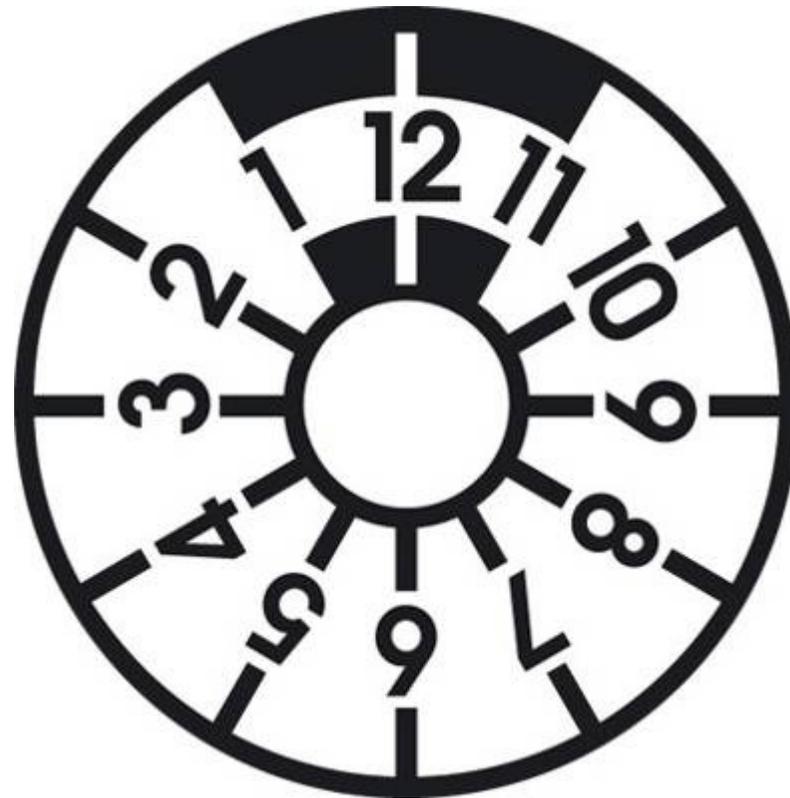
Der Name TRIZ bedeutet soviel wie „Theorie des erfinderischen Problemlösens“. TRIZ ist Eine Methode zum systematischen Finden von Ideen und innovativen Konzepten unter Anwendung empirischer Grundgesetze der technologischen Evolution und einiger Werkzeuge.

- Gute Ideen und Erfindungen entstehen nur dann, wenn Konflikte und Widersprüche gelöst werden, die vorher als unlösbar galten
- Das Finden und Lösen von Widersprüchen ist eines der Prinzipien von TRIZ
- Gerichtetheit des Vorgehens im Gegensatz zu anderen Methoden die nach Schema „Versuch und Irrtum“ in die Breite gehen



Lösungsansatz mit TRIZ

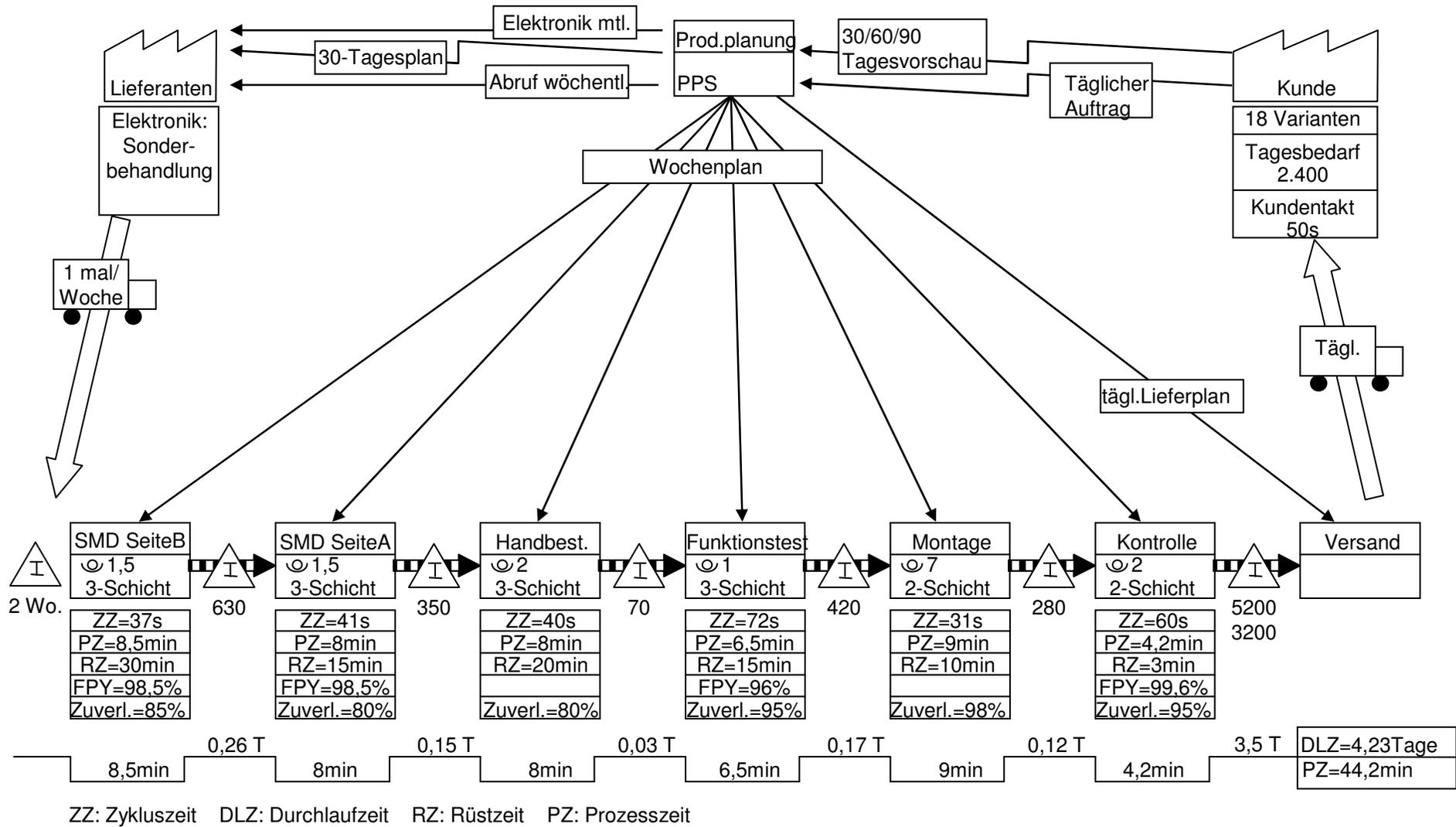




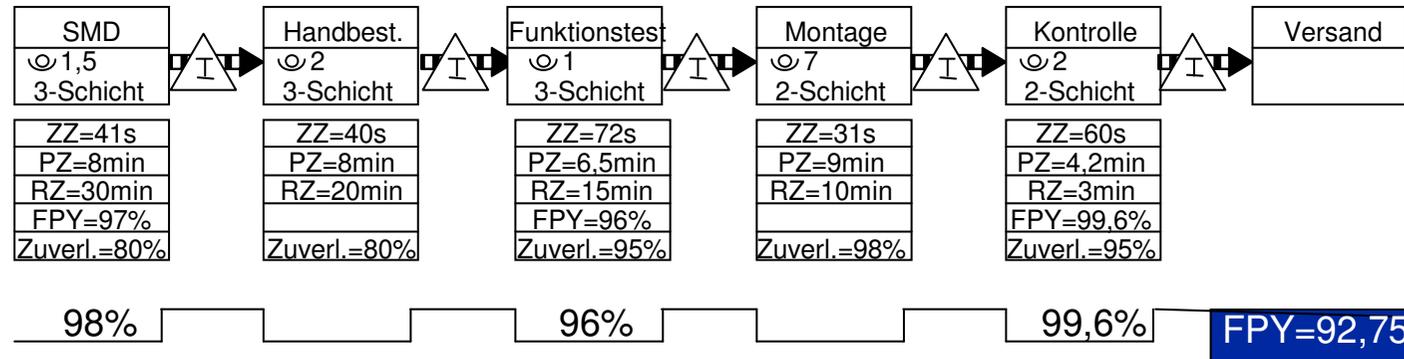
Mittagspause

- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**

Qualität in der Wertstrombetrachtung



Qualität in der Wertstrombetrachtung



7 Arten der Verschwendung

Überproduktion

Losgröße

Bestände

Puffergröße

Puffergröße

Fertigwarenlager

Nacharbeit, Ausschuss

Nacharbeit

Ausschuss, Nacharbeit

Transporte

HBS zentraler Arbeitsplatz

Arbeitsprozessgestaltung

Bewegungen

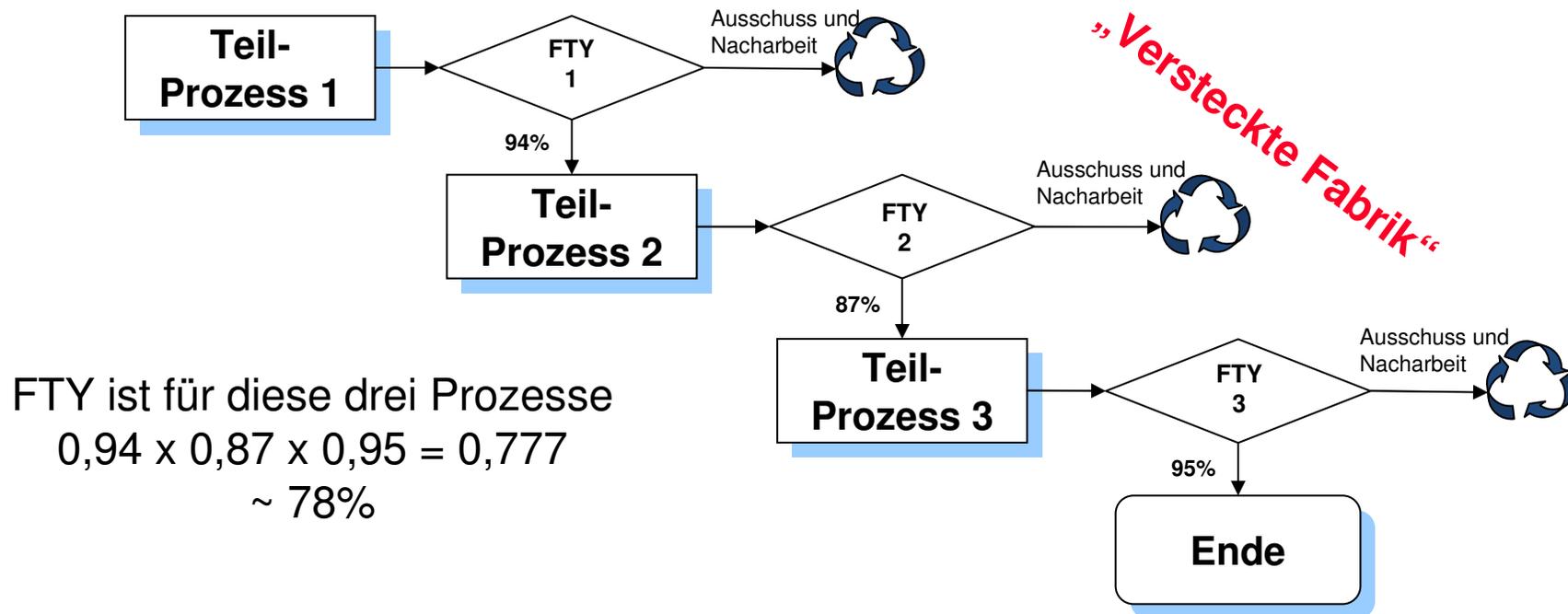
Austattung der Linie

Wartezeiten

lange Rüstzeiten

Stillstandszeiten

Die “Rollierende Erst-Ausbeute” ist eine realistische Erfassung des kumulativen Effektes von Teilprozessen.



Je höher die Komplexität Ihres Prozesses ist, desto höher wird die erforderliche Leistung eines jeden Teil-Prozesses sein müssen.

- hilft den Fluss zu erkennen und damit mehr als nur die „Prozessebene“ (wie z.B. Montage, Schweißen, etc.) vor Augen zu haben
- hilft Verbesserungskonzepte und –Techniken zu bündeln, anstatt durch Suboptimierung nur die „Rosinen herauszupicken“
- bildet die Basis für einen Umsetzungsplan

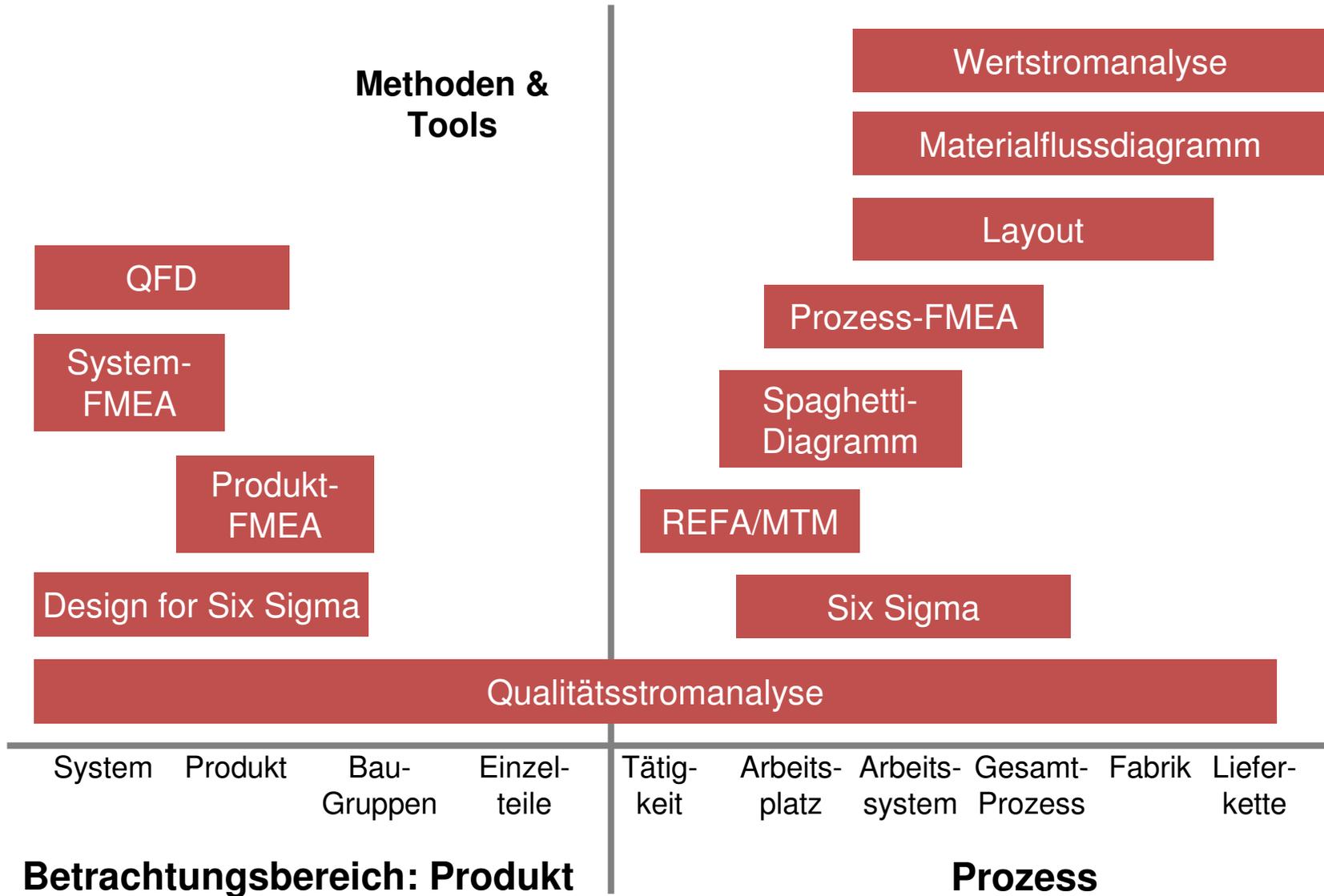
Wertstrom

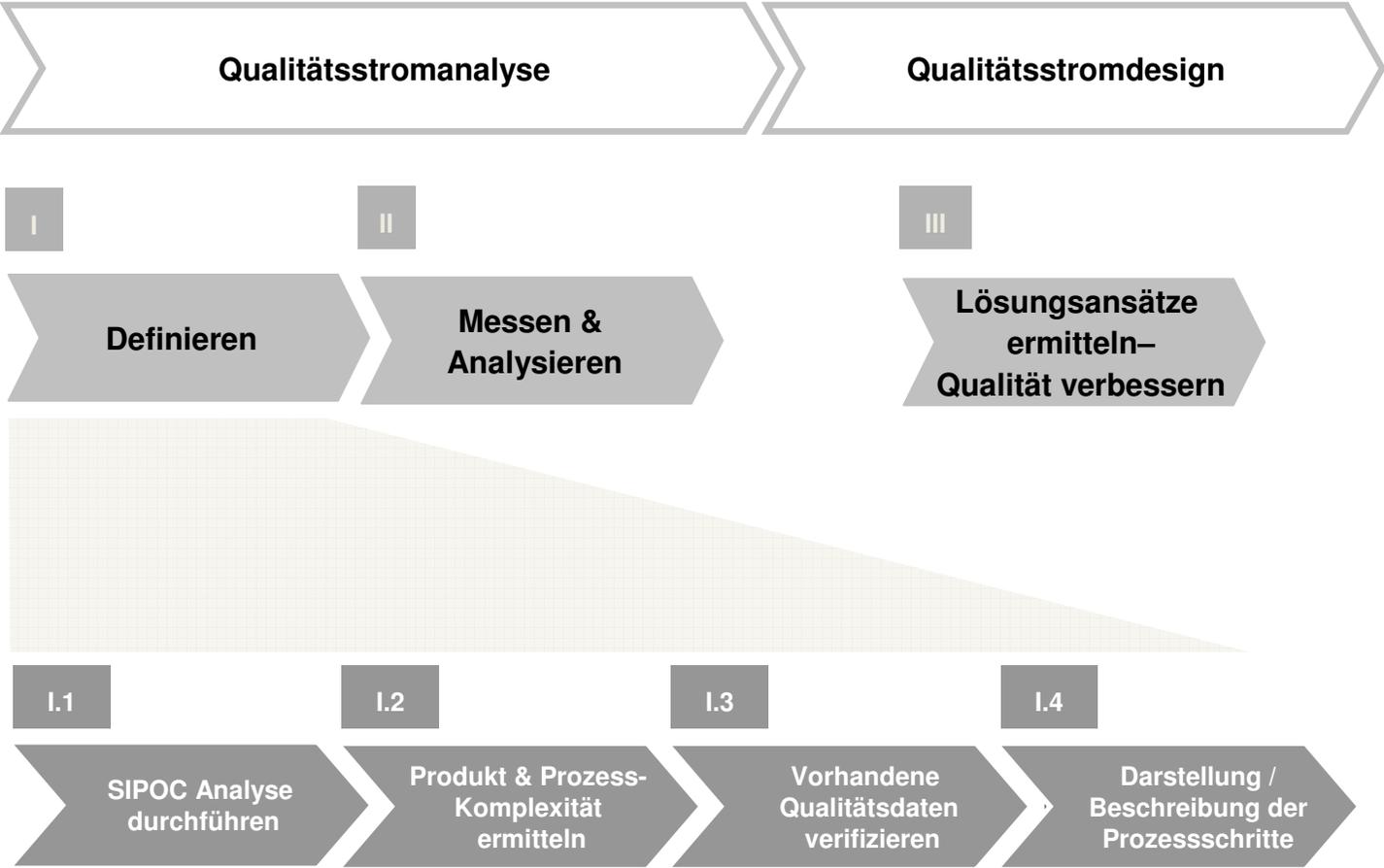
- macht die Auswirkungen von Entscheidungen auf den Fluss transparent
- Hilft, die Verschwendung zu erkennen und zu adressieren
- zeigt den Zusammenhang zwischen Informations- und Materialfluss
- ist ein qualitatives Werkzeug, welches auf einer Momentaufnahme basiert. Z.B. werden tatsächliche Defekte gezählt und im FPY dargestellt.

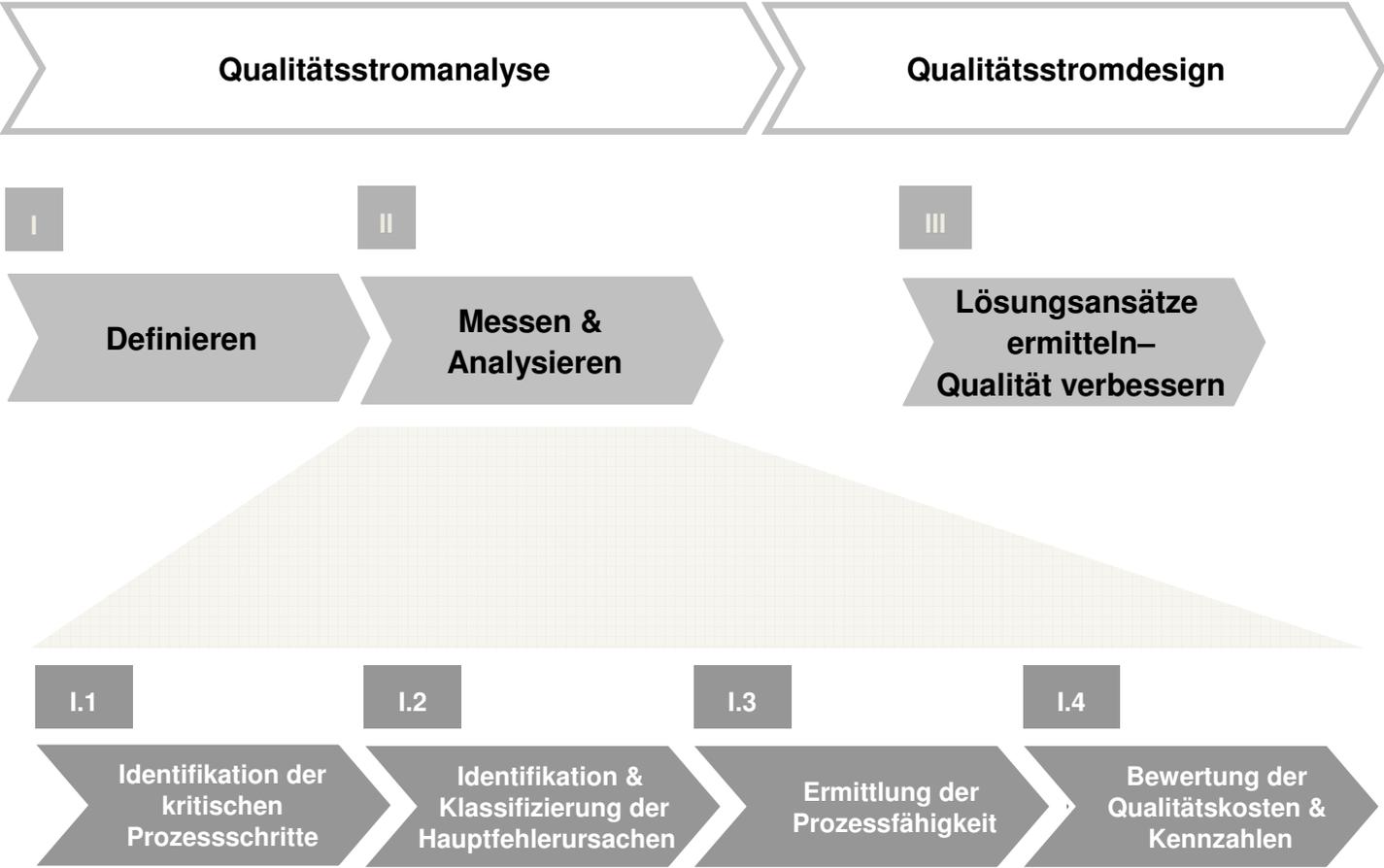
Qualitätsstrom

- macht die Auswirkungen von Entscheidungen auf die Prozessfähigkeit transparent
- hilft, Qualitätsprobleme darzustellen und deren Hauptursachen aufzuzeigen
- zeigt den Zusammenhang zwischen Fehlermöglichkeiten und Prozessfähigkeit
- Ist ein Analyse-Werkzeug, welches auf repräsentativen Qualitätsdaten aufsetzt und vor allem auf Fehlermöglichkeiten ausgerichtet ist

Einordnung nach Betrachtungsbereich







Im Sinne der Qualität stellt jede Produkt- und Prozess-Charakteristik eine einzigartige „Möglichkeit“ für entweder die Steigerung oder den Verlust von Wertschöpfung dar.

- **Eine Fehlermöglichkeit ergibt sich jedes Mal, wenn das Produkt, die Dienstleistung oder Informationen behandelt werden, d.h. an dem eine Qualitätsanforderung des Kunden entweder erfüllt oder verfehlt wird.**
- **Die Anzahl an Möglichkeiten zur Entstehung von Defekten zählt die Anzahl Male, bei denen eine Anforderung verfehlt werden könnte, NICHT die Art und Weise, wie sie entstehen.**

OFD => Opportunities For Defects (Fehlermöglichkeiten)

$$OFD = 3N + P + C + T + 2$$

N = Anzahl der wesentlichen Hauptprozessschritte

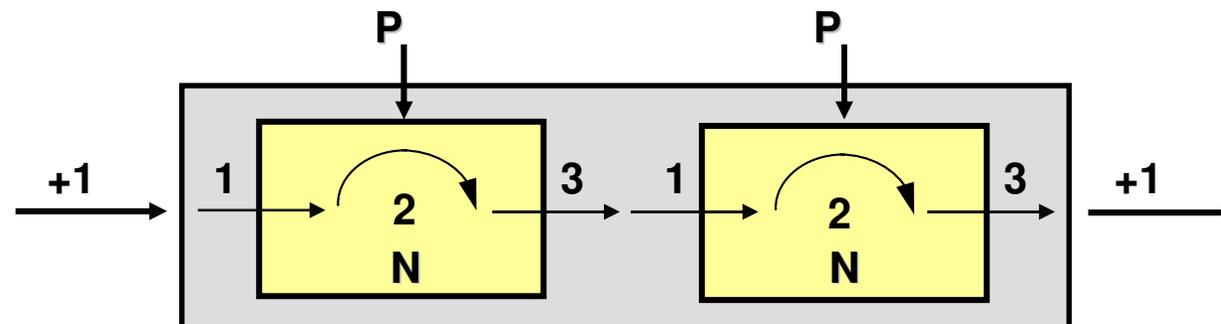
P = Anzahl der zugefügten Teile

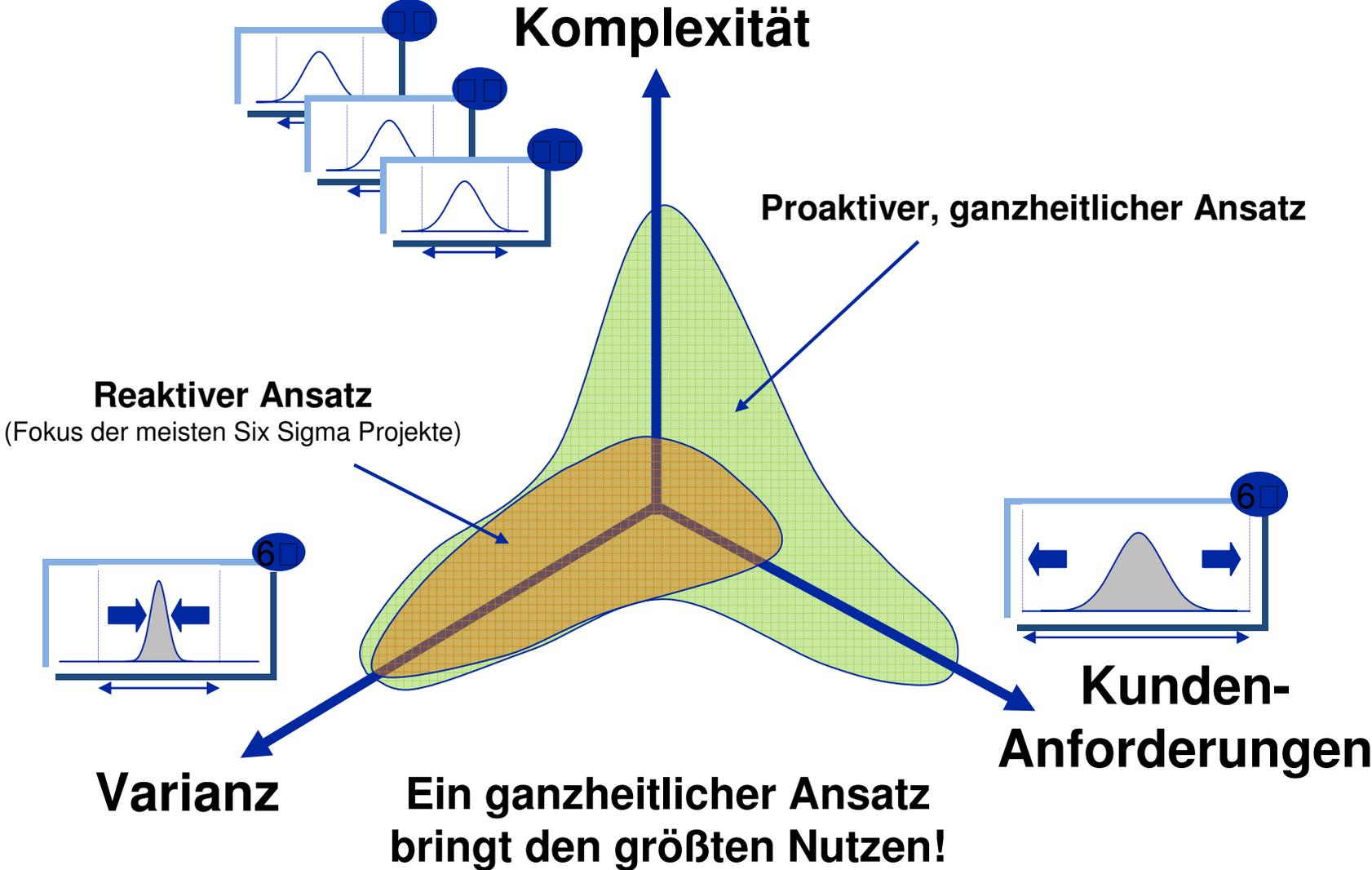
C = Anzahl Verbindungen + Operationen innerhalb des Hauptprozessschrittes
(z.B.: Spanabhebung, Schweißen, Biegen, Stanzen, Kleben, Löten, Steckverbindungen, ...)

T = Anzahl Transfers

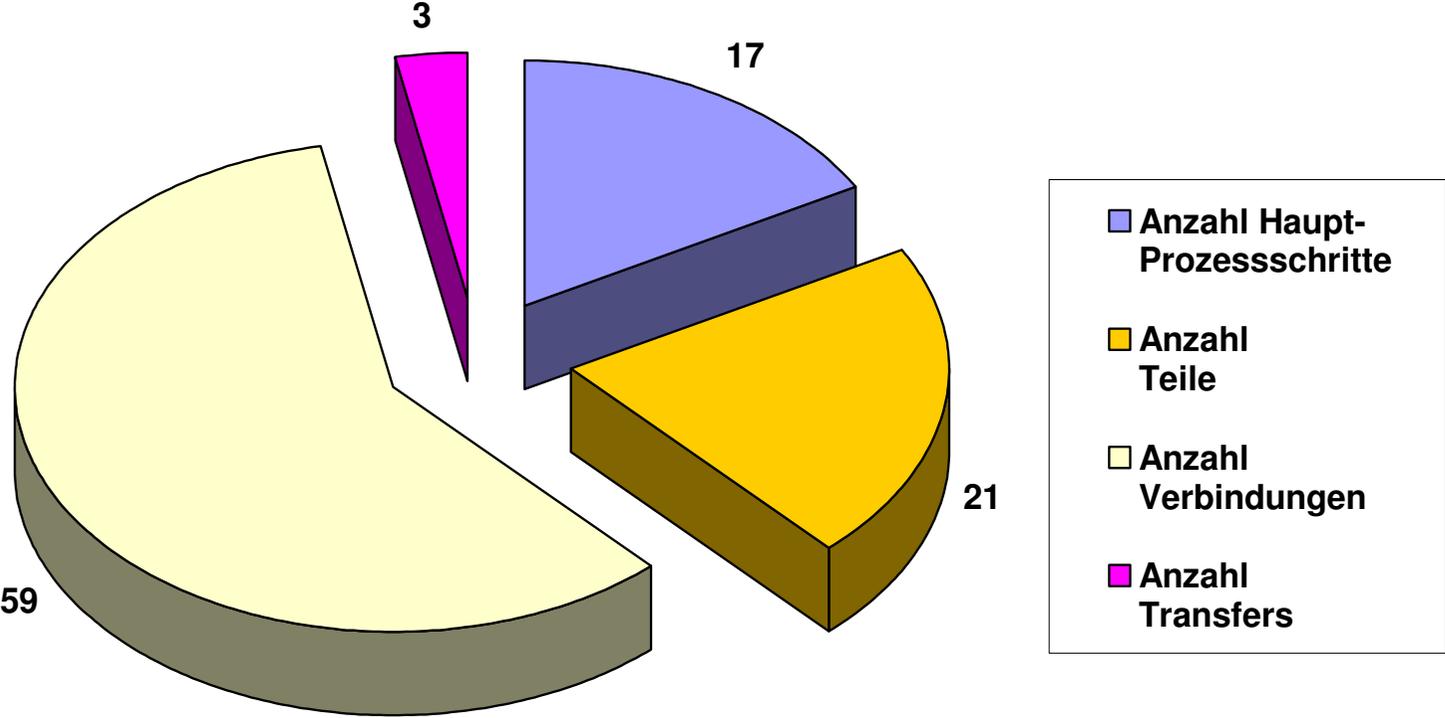
(z.B.: Anzahl Werkzeugwechsel, Anzahl thermische/chemische Behandlungen)

2 = Bewertung des Transportes (1 Input + 1 Output)





Produkt- und Prozess-Charakteristik



Qualität im Wertstrom – Projektbeispiel

Fehlermöglichkeiten (OFD)						Fehlerquote		
Prozessschritte	N	P	C	T	OFD	DPU	DPMO	Sigma-Niveau
	Anzahl Haupt-Prozessschritte	Anzahl Teile	Anzahl Verbindungen	Anzahl Transfers	Gesamt			
Radialbestückung (Universal)								
Elko-Bestücken, Steckerleiste bestücken	2	3	5		16	0,00396	147	5,1
Handarbeitsplatz								
Man. Poti-Bestücken	1	1	5		11			
SMD								
Kleber aufbringen, 2xBauteilbestückung, Kleber aushärten	4	8	11	1	34	0,025074	737	4,7
Wellenlöten								
Fluxen, Vortemperieren, Wellenlöten, ICT	3	2	28	1	42	0,01646	392	4,8
Montage								
Abart prixeln, Dichtring einsetzen, Motor einsetzen, Leiterplatte einsetzen, Poti-stift einrasten, Kontaktfeder montieren, Abdeckung auf GP fügen	7	7	10	1	41	1,0002416	24396	3,4
Gesamt	17	21	59	3	144	1,0457556	7262	3,9

Qualität im Wertstrom – Projektbeispiel



Wo wurde der Fehler entdeckt ?		Wo wurde der Fehler erzeugt ?											
		Lieferanten		Radial- und Handbestückung	SMD				Wellenlöten				
		Einkaufsteile	Elko, Steckerleiste, Poti bestücken	Kleber aufbringen	Bauteilbest. 1	Bauteilbest. 2	Kleber aushärten	Fluxen	Vortemperieren	Wel			
Wareneingangskontrolle		0 Fehlerhafte Teile											
Radialbestückung (Universal) + Handbestückung	Elko bestücken, Steckerleiste bestücken, Poti bestücken												
SMD	Kleber aufbringen												
	Bauteilbestückung 1				0 Prozessfehler Nozzle 1								
					0 Prozesfehler Nozzle 2								
	Bauteilbestückung 2					0 Prozessfehler Nozzle 2							
	Kleber aushärten												
Wellenlöten	Fluxen												
	Vortemperieren												
	Sichtkontrolle			0	0								0,01
	ICT		0 Steckerkorb/Poti falsch gesetzt										
Montage	Abart pixeln												
	Dichtring einsetzen												
	Motor einsetzen												
	Leiterplatte einsetzen												
	Potistift einrasten												
	Kontaktfedern einfügen												
	EOL												
Kunden	interne Kunden												
	externe Kunden												
Summe DPU		0,00002	0,00396	0,00033	0,0222	0,002544	0	0	0	0	0	0	0

LCIA steht für Low Cost Intelligent Automation → Einfachautomation. Dabei geht es darum, tägliche Produktionsabläufe durch intelligente einfache Lösungen zu erleichtern.

- 1. Ausschuss sofort erkennen können und anhalten**
- 2. Idee muss schnell zu konkretisieren und umzusetzen sein**
- 3. Günstig im Preis und simpel**
- 4. Die Idee muss sich auch ohne Fachwissen durch Zukauf von Schlüsselkomponenten umsetzen lassen**
- 5. Gerät muss zu dem Teil passen, das montiert bzw. Bearbeitet wird**
- 6. Das Gerät muss so flexibel sein, dass es mit eigenen Mitteln umfunktioniert werden kann**

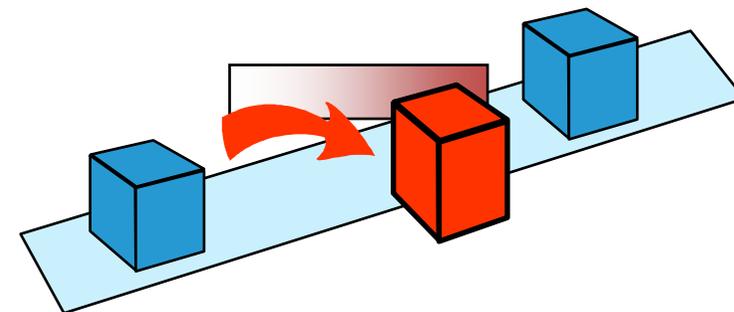
Transporte vereinfachen

- Kran und Stapler vermeiden
- Einfache fahrerlose / automatische Transportwagen (in Eigenarbeit) herstellen
- Gleichzeitiges Be- und Entladen ermöglichen - für jeden angelieferten Teilebehälter einen Leerbehälter zurücknehmen →1:1



Teilezu- und Weiterführung optimieren

- Bearbeitungsstationen/-schritte möglichst unmittelbar mit einfachen Vorrichtungen verbinden
- Rollende Regale, Rollenbahnen, Förderbänder, Scheren-Hebebühnen, schiefe Ebenen etc. nutzen!
- Rutschen und Gleitbahnen, Zwangsführungen, Abstreifer ...
- Einwurf-Zentrierung/-Halterung entwickeln



Werkzeuge anpassen

- Keine teuren Spezialwerkzeuge anschaffen – dafür einfaches Werkzeug anpassen oder optimieren (auf Schrauben verzichten – Werkzeugeinsatz verringern)

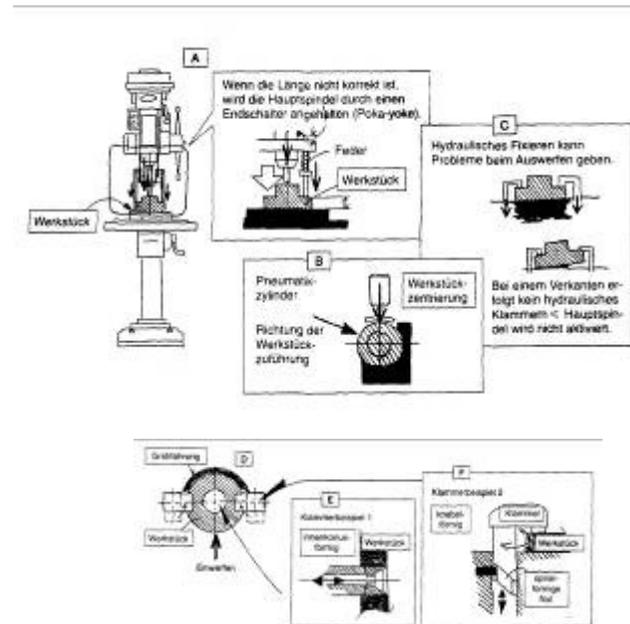
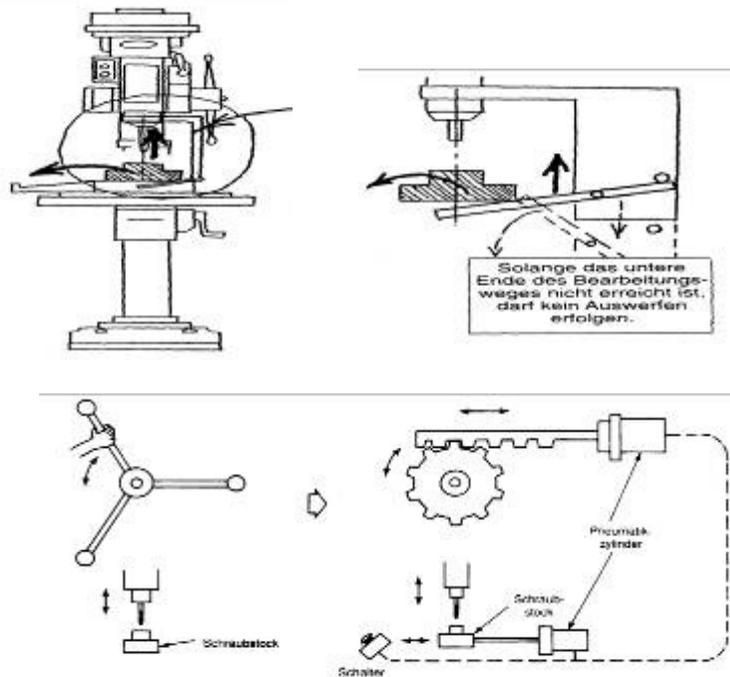


Maschinenkonzept vereinfachen

- Betriebsmittel modular aufbauen: einfache Universalmaschinen als Basismodule
- Aufrüstbare Spezialmodule (in Eigenentwicklung!) erhöhen die Flexibilität
- Schmale Maschinen (Werkstückbreite + 100 mm als Ziel)

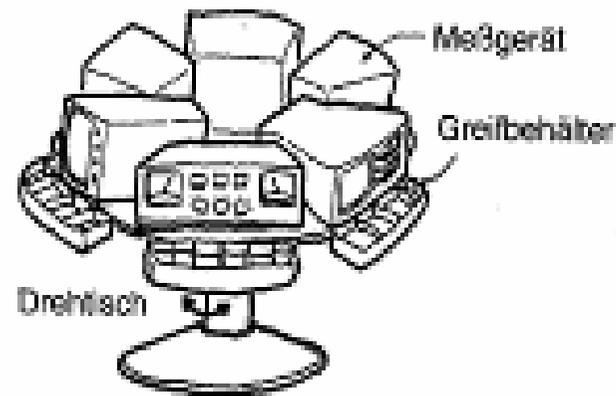
Unterstützung durch Automatik einsetzen

- Automatischer Auswurf (jap. Chaku) der Teile → Chaku-chaku-Linien
- Positionierung der Teile (z. B. Bohrwerk)
- Automatische Endabschalter (z. B. mit Türöffner kombinieren ...)



Rüsten vereinfachen

- Einfache Automatisierungen, z. B. Karussell, Dreh- und Schiebetische / -tafeln mit produktbezogenen Werkzeug- oder Teilesätzen
- Rüsttische etc. für Werkzeug / Teilewechsel



Visualisierung nutzen

- Entnahme und Nicht-Entnahme (!) von Teilen mit Summer und / oder Leuchten signalisieren z. B. Teilelager mit Bedienungsleuchten

Im Vorbeigehen schalten

- Nach dem Einlegen des Werkstücks erst beim Weitergehen zur nächsten Station die Maschine einschalten (einfache Schalter / Berührungskontakt).



6 Schritte zur LCIA Implementierung

1) **Aus- und Weiterbildung**

Mitarbeiter (Ingenieure / Maschinenführer / Führungskräfte) anhand von Beispielen und praktischen Übungen mit LCIA vertraut machen

2) **LCIA- Team bilden**

LCIA- Team mit Mitglieder aus verschiedenen Bereichen (Werkzeugbau, Maschinenbediener, Instandhaltung etc.) zusammenstellen, budgetieren.

3) **LCIA- Potential ermitteln**

Im Rahmen aller Verbesserungsaktivitäten auf Potentiale für die Entwicklung neuer LCIA- Lösungen achten und diese bekannt machen

4) **Grundkonzept festlegen**

Eigene Standards für LCIA- Vorgehen festlegen, LCIA standardisieren.

5) **Modelle vor Ort (fertig-) bauen**

Mitarbeiter vielseitig in notwendigen einfachen Konstruktions- und Montagetechniken schulen → Do-it-yourself-Prinzip anwenden

6) **LCIA- Lösung vor Ort testen**

Lösung vor Ort testen und Mitarbeiter anregen diese zu verbessern!!



Kaffeepause

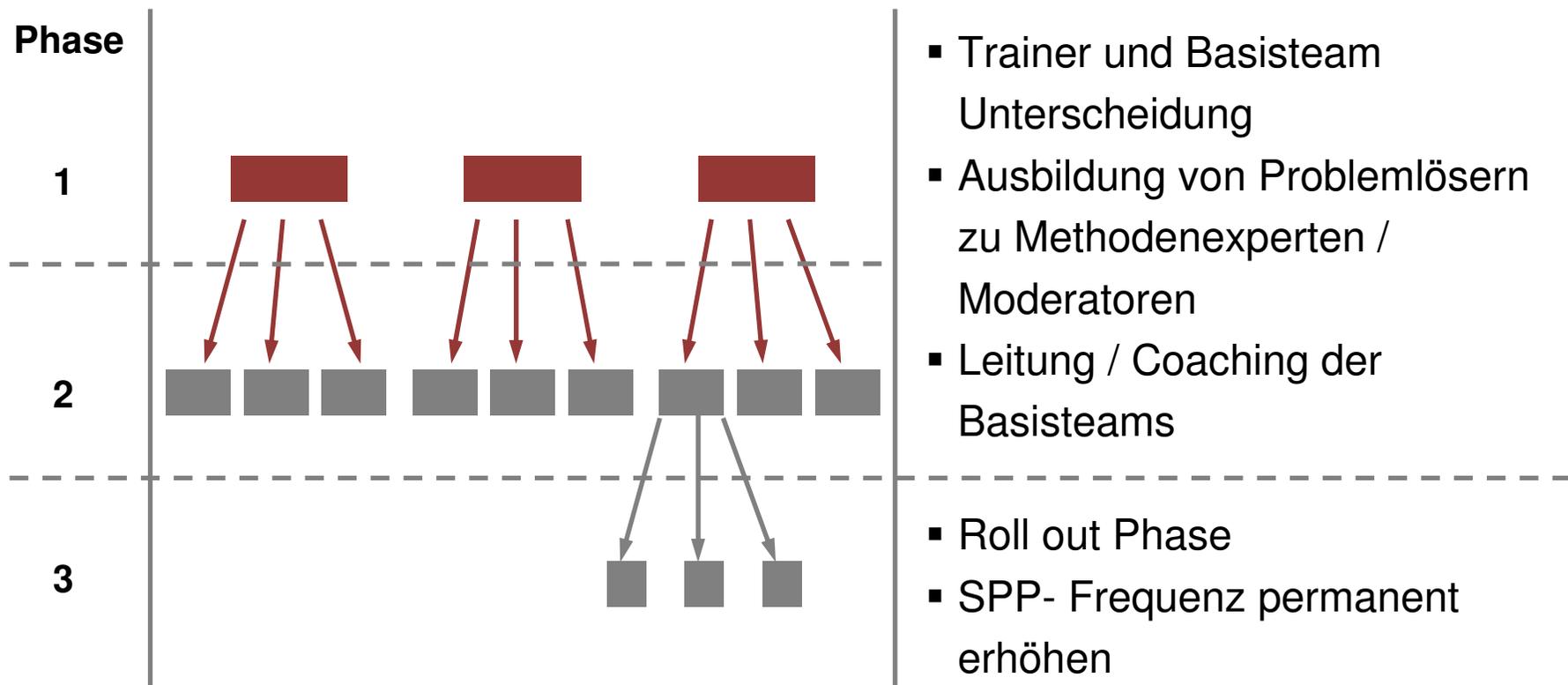
- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**

Projektbeschreibung einer Pilotimplementierung

Titel:	Pilotimplementierung Poka Yoke
Aufgabe:	Umsetzung Nullfehlerstrategie in der Montage durch Poka-Yoke an Linie XXX
Ziel:	Alle Arbeitsplätze nach Poka- Yoke betrachten, mögliche Verbesserungen umsetzen, Grundlagen für Rollout schaffen. Messgröße: Anzahl PY- Arbeitsschritte, FPY / Ziel: 5 Arbeitsschritte PY-konform, FPY 100% für PY- Arbeitsschritte
Inhalt:	<ol style="list-style-type: none">1) Grundschulung, Poka-Yoke-Philosophie vermitteln2) Arbeitsplätze/-schritte nach PY analysieren und bewerten (Red Flag = unklare Q./ Yellow Flag = integrierte Q- Kontrolle / Poka-Yoke)3) Maßnahmen-/ Verbesserungskonzepte für Red/ Yellow Flag – Arbeitsschritte erstellen4) Referenz Produkt an der Linie Linie XXX nach PY analysieren und bewerten (A= Poka-Yoke realisiert, B= im Maßnahmenplan beschrieben)5) Arbeitsplätze/-schritte an Linie XXX nach Poka Yoke optimieren6) Infrastruktur/ Leitfaden zur Einführung von Poka-Yoke erstellen7) Roll out Plan definieren
Team:	Q; AV; Entwicklung; Prozessplaner
Zeitraum:	5 Monate
Voraussetzungen:	...

Zielsetzung

- **Breites Wissen** der Methodik auf **viele Mitarbeiter** übertragen!
- **Tiefes Wissen** der Methodik auf **wenige Mitarbeiter** übertragen!



Konventionelles deutsches Denken

- Konzentration auf die Organisation
- Bekämpfung untereinander
- Kostenzuordnung / Kostenverteilung
- Dinge kompliziert machen
- nicht aus Fehlern lernen
- kurzfristige Erfolgsorientierung
- es langt erst mal wieder

Lean- und Kaizen-Denken

- Konzentration auf den Kunden
- Bekämpfung von Verschwendung
- Kostenreduzierung / -vermeidung
- Dinge vereinfachen
- durch Verbesserungen Neues lernen
- langfristige Erfolgsorientierung
- nie endender Verbesserungsprozess

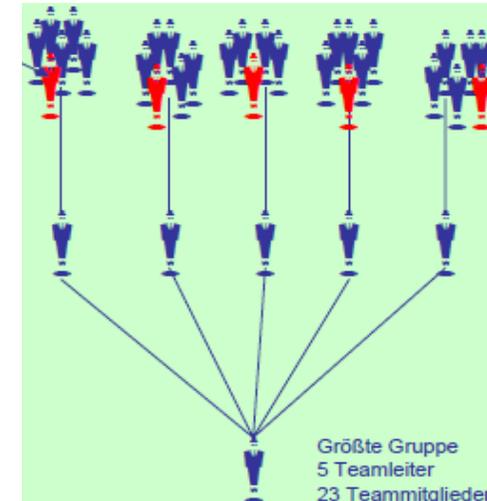
Welches Denken und Verhalten von Führungskräften und Mitarbeitern prägt die Kultur in Ihrem Unternehmen ?

- **Begrüßung, Kennenlernen der Teilnehmer**
- **POKA YOKE im Toyota Produktionssystem (TPS)**
- **Die Grundelemente und Arten des POKA YOKE**
- **Systematische Entwicklung von Maßnahmen und Einrichtungen**
- **Kontinuierlich Fehler vermeiden, Schwachstellen sofort erkennen**
- **Schritte zur erfolgreichen Umsetzung von POKA YOKE**
- **Rolle von Management und Mitarbeitern bei der Umsetzung**
- **Zusammenfassung des Tages und abschließende Diskussion**

Rollen & Verantwortlichkeiten im TPS

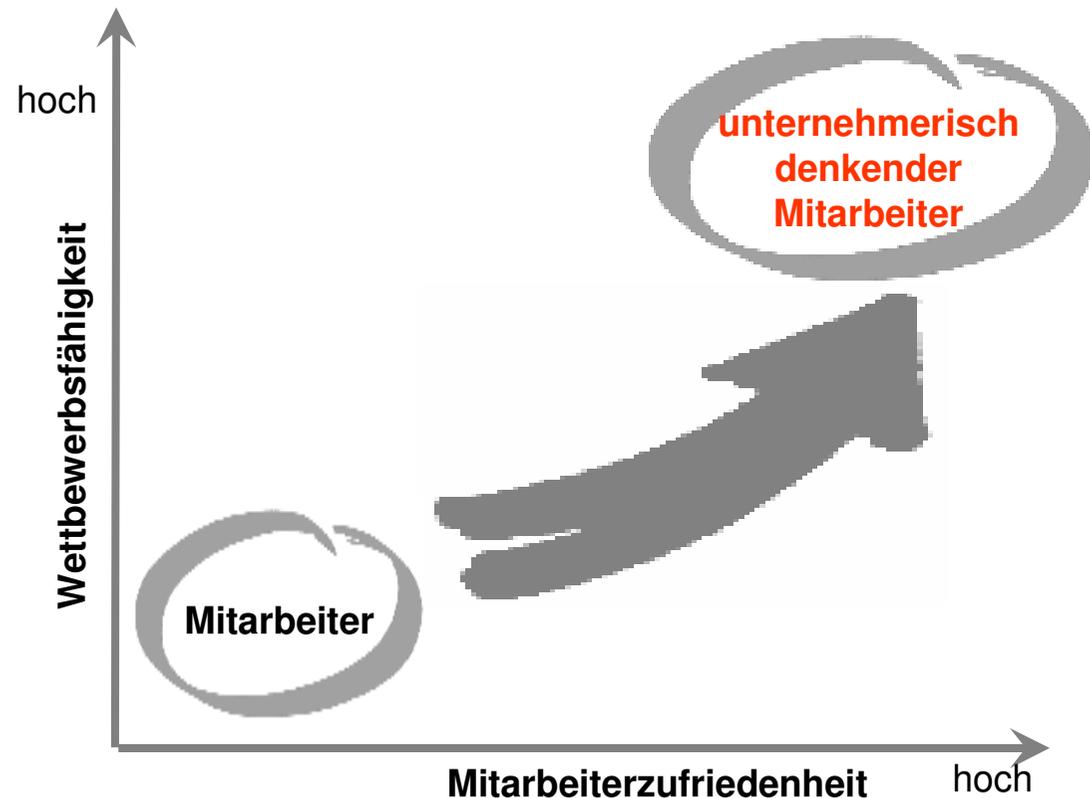
Gruppenleiter

- machen die Urlaubs- und Einsatzplanung
- sind für die monatliche Produktionsplanung verantwortlich
- übernehmen administrative Aufgaben: Vorschriften, Beachtung, disziplinarische Maßnahmen
- übernehmen *hoshin*-Planung
- achten auf die Wahrung der Teammoral
- bestätigen Routinequalität und Qualitätschecks der Teamleiter
- koordinieren die Schichtübergänge
- führen Prozesstests (Prozessveränderungen) durch
- sorgen für die Entwicklung der Teammitglieder und funktionsübergreifenden Trainings
- berichten über die täglichen Produktionsergebnisse
- realisieren Kosteneinsparungen
- führen Projekte zur Prozessverbesserung: Produktivität, Qualität, Ergonomie, etc. durch
- koordinieren umfangreiche Wartungsarbeiten
- koordinieren Unterstützung durch externe Gruppen
- koordinieren die Arbeit mit vor- und nachgelagerten Prozessen
- sorgen für die Einhaltung von Standards für die Sicherheit der Gruppe
- springen für abwesende Teamleiter ein
- koordinieren die Aktivitäten rund um die Umrüstung auf andere Fahrzeugmodelle



Erwartungen an die Mitarbeiter...

- Offenheit für Veränderungen!
- Die aktive Umsetzung von Verbesserungen mit der Unterstützung der Führungskräfte.
- Die Bereitschaft zur Teamarbeit.
- Die Bereitschaft, ihr Wissen und ihre Erfahrung in die Gestaltung der Arbeitsplätze und Prozesse einzubringen.



- Definiere ein Team, welches die „Ownership“ im Bereich übernimmt!
- Erarbeite Ergebnisse konzentriert, strukturiert und gemeinsam!
- Nutze das Wissen der beteiligten Mitarbeiter - die Zusammensetzung des Teams ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor!
- Vereinfache die Analyse, nutze ggfs. Video - Analysen!
- Reduziere jegliche Art von Verschwendung, hinterfrage die einzelnen Schritte!
- Hinterfrage festgelegte (aber möglicherweise überholte...) Regeln und Standards!
- Beachte die Einhaltung der Standards zu Arbeitssicherheit und Qualität!
- Setze organisatorische sowie kurz- und mittelfristige Maßnahmen umgehend um!
- Bewerte das Aufwand- / Nutzen Verhältnis langfristiger Maßnahmen umgehend – plane die Umsetzung!
- Lasse das Team an weiteren Verbesserungen arbeiten und visualisiere die Entwicklung der Kennzahlen!
- Kommuniziere das Workshop Ergebnis - feiern Sie Erfolge im Team!
- Sorge für raschen Wissenstransfer innerhalb der Bereiche bzw. auch werksübergreifend!

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**



Haben Sie Fragen?

Prüfmethode	Prinzip
<p><u>Fehlerquellen - Methode</u> Macht die Ursache, die zu einer Fehlhandlung führen kann unmöglich.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verhindern, dass falsches Material an den Prozess gelangt ▪ Verhindern, dass fehlerhaftes Material in den Arbeitsschritt gelangt ▪ Verhindern, dass ein fehlerhaftes Werkstück in den Prozess gelangt ▪ Verhindern, dass nicht eingewiesene Mitarbeiter diesen Schritt ausführen ▪ Verhindern, dass sehr ähnliche Teile oder Werkstücke in diesem Arbeitsschritt in chaotischer Reihenfolge bearbeitet werden
<p><u>Mit Feedback (direkt)</u> Prüfung mit direktem Feedback verhindert einen Fehler, weil die Fehlhandlung unmittelbar erkannt wird.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teil lässt sich aufgrund Geometrie und Dimensionierung nicht in einer falschen Orientierung montieren ▪ Gleichartige Teile sind unterschiedlich dimensioniert, um Verwechslung auszuschließen, d.h. bei Verwendung von zwei Schraubenlängen werden auch zwei unterschiedliche Durchmesser verwendet ▪ Überwachte Materialentnahme, Warnung des Werkers bei Falschentnahme
<p><u>Mit Feedback (indirekt)</u> Prüfung mit indirektem Feedback sorgt dafür, dass ein Fehler nicht in den nächsten Arbeits- bzw. Prozessschritt gelangt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verhindern, dass fehlerhafte Werkstücke in den nächsten Prozessschritt gelangen (Kontrolle der Abmessungen, Gewicht) ▪ Verhindern, dass Prozessschritte ausgelassen werden ▪ Verhindern, dass bei Unterbrechung von zeitlich abhängigen Prozessschritten Werkstücke mit unklarem Status weiter verarbeitet werden. ▪ Information des Werkers bei abnormalen Operationen

Auslöse - Mechanismus	Prinzip
<p><u>Kontakt - Methode</u> Unzulässige Abweichungen werden mittels Sensoren berührend oder berührungslos gemessen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Werkstück ist vorhanden ▪ Lage des Werkstücks richtig ▪ Werkstücktemperatur ist richtig ▪ Prozessparameter (Druck, Stromzufuhr) sind richtig ▪ Vorgegebene Zeitdauer ist richtig ▪ Länge, Dicke oder Gewicht ist richtig
<p><u>Konstantwert - Methode</u> Abweichungen oder Abnormitäten im Fertigungsprozess werden durch eine bestimmte Zahl von Teilarbeitsschritten geprüft und erkannt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anzahl der Prozessschritte wird überwacht ▪ Maximale Anzahl Bohrungen wird überwacht, um Verschleißgrenze nicht zu überschreiten ▪ Anzahl sich wiederholender Tätigkeiten wird überwacht (z.B. Anzahl Schweißpunkte) ▪ Gleiche Höhe von gestapelten Werkstücken wird überwacht, damit jede Charge die gleiche Anzahl erhält
<p><u>Schrittfolge - Methode</u> Die Standardbewegungsabläufe innerhalb des Arbeitsprozesses werden erkannt und mittels einfacher technischer Lösungen überprüft.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material wird in der Reihenfolge der Verwendung zugeteilt ▪ Werkzeuge funktionieren nur in der Reihenfolge der Verwendung ▪ Arbeitsschritte bedingen sich in ihrer Reihenfolge (Montage eines Stiftes erst bei 2 Bohrungen) ▪ Material wird nur durch Einstecken der korrekten KANBAN - Karte ausgeworfen, die am Arbeitsauftrag befestigt ist

Regulierungs- Mechanismus	Prinzip
<p><u>Eingriffs - Methode</u> Beim Auftreten von Abweichungen oder Fehlhandlungen wird das System unmittelbar angehalten, das Fortführen des Vorganges so unmöglich gemacht.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Arbeitsschritt lässt sich nicht ausführen▪ Maschine stoppt▪ Werkstückabtransport erfolgt nicht▪ Werkzeug lässt sich nicht verwenden▪ Falsches Material kann nicht verwendet werden▪ Werkstück lässt sich aufgrund falscher Abmessungen nicht in Fördereinrichtung legen
<p><u>Warn - Methode</u> Optische und akustische Signale, die unmittelbar auf die Situation der entstehenden oder gerade entstandenen Fehlhandlung hinweisen.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Optische Signale▪ Akustische Signale▪ Mechanisch (Vibration o.ä.)