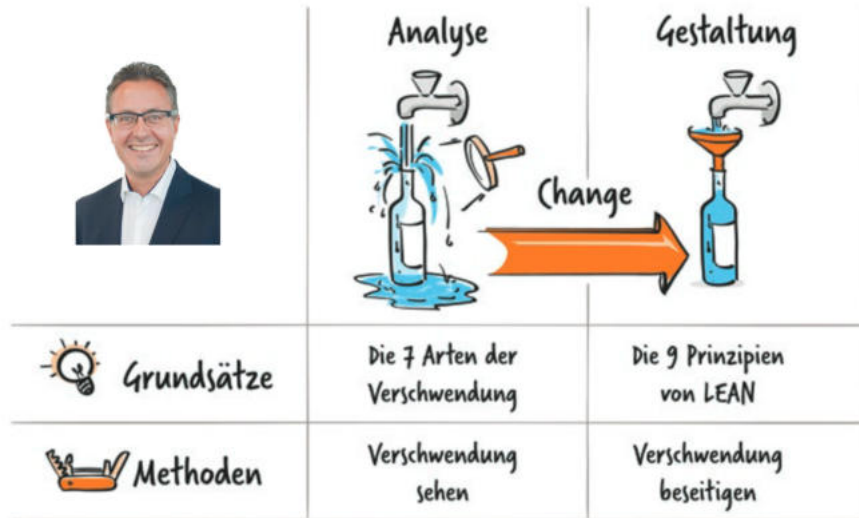


Lean-Production (auch im Deutschen wird oft der englische Begriff verwendet) bedeutet verschwundungsfrei und ohne Umwege zu produzieren. Das Ziel ist Qualität, Pünktlichkeit und Produktivität sicherzustellen sowie die Voraussetzungen für Automatisierung und Digitalisierung zu schaffen.

In einem Lean-Idealprozess steht der Kunde im Fokus und bekommt immer das richtige Produkt, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit, in der richtigen Menge und in der richtigen Qualität. Dieses 5 X Richtig-Grundprinzip, auch als 5R-Prinzip oder Just-in-Time-Prinzip bekannt, ist eine zentrale Säule im Toyota-Produktionssystem, dem Ursprung von Lean-Production (Öno et al. 2013).



5S	Lean-Methode, die mit den fünf Schritten Sortieren, Säubern, Sichtbar-machen, Standardisieren und (Ab)sichern des Standards den Arbeitsplatz organisiert
5R	5X-Richtig-Grundprinzip oder auch Just-in-Time-Prinzip. Bedeutet, das richtige Teil, in der richtigen Qualität, zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Menge sicherzustellen
A3	Methode zur Strukturierung der Problemlösung auf einem A3-Blatt
ABC-XYZ Analyse	Einteilung der Teile nach Teilepreis bei Einkaufsteilen oder Herstellkosten bei Eigenproduktion (ABC-Klassifizierung) und Verbrauch (XYZ Klassifizierung)

Andon	Methode aus dem Toyota-Produktionssystem zur sofortigen Visualisierung von Prozessproblemen, z.B. anhand einer Signallampe
AZ	Verfügbare Arbeitszeit der Prozesse
BZ	Bearbeitungszeit, oder auch Stückzeit, um ein Produkt zu bearbeiten
C-Teile	Materialien mit niedrigem Wert (wie Kleinteile, z.B. Schrauben, Muttern)
Durchlaufzeit	Zeit, die ein Teil braucht, um einen Prozess zu durchlaufen
ERP	Enterprise Resource Planning, IT – System für die Planung und Steuerung der Waren- und Wertströme im Unternehmen
FIFO	First-In-First-Out, zuerst produziert bzw. eingelagerte Teile werden zuerst entnommen
Gemba	Japanisch, „der reale Ort“. Im Lean-Kontext ist das der Ort, an dem die Wertschöpfung passiert
Handlings-schritte	Prozesse, wie Transportieren, Prüfen, Auspacken, Einlagern oder auch Umlagern, sind Handlingsschritte und Verschwendung
Handlings-stufen-Analyse	Die Handlingsstufen-Analyse stellt für einen Prozess die Handlingsschritte im Zusammenhang dar und hilft die Verschwendung zu sehen
Industrie 4.0	Einsatz von digitalen Technologien zur Produktivitätssteigerung in einem Industrieunternehmen, v.a. in der Produktion
Jidoka	Intelligente mechanische Lösungen zur Vermeidung von Fehlern, Weg zur vollständigen Automatisierung
JIS	Just-In-Sequence, externe Anlieferung in Sequenz
JIT	Just-In-Time, direkte Anlieferung zwischen Prozessen ohne Lager und Zwischenpuffer
Kaizen	Management-Ansatz zur ständigen Verbesserung
Kanban	Methoden für Pull-Steuerung, basierend auf einem Signal(=Kanban) zur Nachschubsteuerung
KPI	Key Performance Indikator, Messgröße für Schlüsselkennwerte im Unternehmen
KT, Kundentakt	Kundentakt, aus der Kundennachfrage abgeleiteter Prozesstakt








LG, Losgröße	Zusammenhängende Produktion oder Beschaffung von Teilen	Pull	Dispositionsart mit definiertem Bestand, der nicht überschritten werden kann, immer durch den Kundenverbrauch ausgelöst
Milkrun	Getaktete Routenzüge, um die Produktion in festgelegten Intervallen zu versorgen	Push	Zentral geplante Disposition, unabhängig vom Maximal-Bestand und vom aktuellen Bedarf des nächsten Prozesses
MRP	Material-Requirement-Planning (oder auch Materialbedarfsplanung), Begriff für die Planung und Steuerung über Stücklistenauflösung und Lagerbestandsabgleich	REFA	Methode des Verbands Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung zur Zeitermittlung
MRPII	MRP inklusive Kapazitätsplanung	RZ	Rüstzeit, Zeit, um eine Maschine oder einen Prozess zur Herstellung vorzubereiten
MTM	Methods-Time-Measurement, Methode zur Zeitbewertung anhand von Zeitbausteinen mit standardisierten und definierten Vorgaben	Sequenzierung	Sequenzierung ist die Reihenfolgeplanung der Aufträge
Muda	Japanischer Begriff für Verschwendung	Shopfloor-Management	In kurzen täglichen Abstimmungen wird gemeinsam der Status der Produktion besprochen und wenn notwendig Maßnahmen festgelegt
OBC	Operator-Balance-Chart, Diagramm zur Visualisierung der Arbeitsverteilung	SMED	Single-Minute-Exchange-of-Die, Methode zur Rüstzeitreduktion
OEE	Overall-Equipment-Effectiveness, Methode zur Messung der Anlagen- oder Prozesseffektivität	Spaghetti-Diagramm	Grafische Darstellung der Wege in Arbeitsplätzen, die Darstellung der komplexen Wege ähnelt „Spaghettis“
Pareto-Regel	80-20-Regel bedeutet, 20% der Ursachen/Themen bewirken 80% der Probleme/Ergebnisse	Takt	Zeit, in der sich ein Prozess wiederholt
PDCA	Ansatz aus dem Qualitätsmanagement zur kontinuierlichen Problemlösung in vier Phasen („Plan“ – „Do“ – „Check“ – „Act“)	Verschwendung	übermäßiger Verbrauch oder die ineffiziente Verwendung von Ressourcen in Prozessen
Poka-Yoke	Methode zur Vermeidung von Fehlern durch technische oder organisatorische Maßnahmen am Prozess oder Produkt	Waste-Walk	Strukturierte Begehung der Produktion, um Verschwendungen zu identifizieren
PPS-System	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem, Computerprogramm oder System, das die Produktion zentral nach der Push-Steuerung plant und steuert	Yield	Verhältnis der Gutteile zu den produzierten Teilen in %
Predictive Maintenance	Vorausschauende Instandhaltung, v.a. von Produktionsmaschinen, relevanter Use-Case beim Lernen aus Daten in der Fabrik von morgen	Zoning	Anordnen von Materialien, Arbeitsmittel oder Lagerplätze nach Häufigkeit und Priorität
		ZZ	Zykluszeit, Zeit zwischen Fertigstellung von zwei Produkten

Die sieben Arten der Verschwendung

1. Überproduktion
2. Bestände (Lager! 🗑️)
3. Materialtransport → Tomaten in Italien züchten & in China verarbeiten
4. Wege → Schrauben nicht direkt am Montageplatz
5. Warten
6. Unnötige Prozesse → Newsletter jede Woche löschen
7. Ausschuss und Nacharbeit

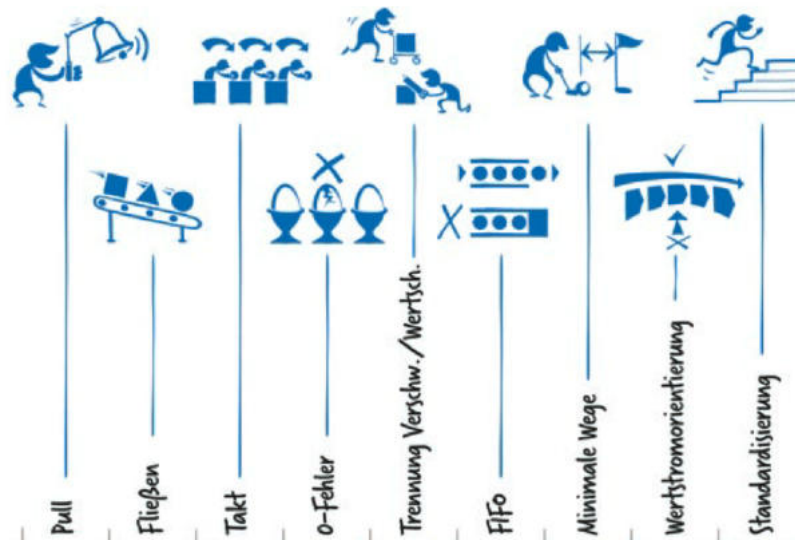
2.1	Mit 9 Prinzipien zur idealen Produktion	17
2.2	Prinzip 1: Pull-Prinzip	18
2.3	Prinzip 2: Fließ-Prinzip	20
2.4	Prinzip 3: Takt-Prinzip	25
2.5	Prinzip 4: 0-Fehler-Prinzip	27
2.6	Prinzip 5: Trennung von Verschwendung und Wertschöpfung	32
2.7	Prinzip 6: FIFO-Prinzip	33
2.8	Prinzip 7: minimale Wege	34
2.9	Prinzip 8: Wertstrom-Orientierung	35
2.10	Prinzip 9: Standardisierung	36

- P1 erst nach Bestellung herstellen
- P2 One-Piece-Flow (Losgröße 1)
- P3 alle Prozesse dauern gleich lang
- P4 aus Fehlern lernen & Fehlerquellen eliminieren
- P5
- P6 First in first out, nicht first in, never out
- P7 Schrauben direkt am Montageplatz
- P8 gesamte Verkettung der Prozesse betrachten
- P9 Brille immer am selben Ort aufbewahren

	 Über- Produktion	 Bestände	 Transport	 Warten	 Wege	 Fehler/ Nacharbeit	 Unnötige Prozesse
Prozess-Map	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wertstrom-Analyse	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OEE	✓			✓		✓	✓
Handlingsstufen-Analyse			✓				✓
operator-Balance-Chart				✓	✓	✓	✓
Spaghetti-Diagramm	✓				✓		
Pareto-Chart						✓	
Bestandsanalyse		✓					

OEE Overall Equipment Effectiveness misst die Auslastung, Leistung & Qualität des Prozesses

Pareto 20% der Probleme verursachen 80% der Probleme
→ mit Strichliste dokumentieren, welche Fehler oft vorkommen



5S				✓	✓		✓		✓
Zoning			✓	✓	✓		✓		✓
SMED		✓			✓		✓		✓
Lean-Regal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Milkrun	✓		✓		✓		✓	✓	✓
Kanban	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Austaktung		✓	✓		✓			✓	✓
Setbildung			✓	✓	✓		✓	✓	✓
Sequenzierung			✓		✓		✓	✓	✓
A3				✓					✓
Poka-Yoke				✓					✓
Andon				✓					✓
KPI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Shopfloormanagement	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

5S siehe Abkürzungen

Zoning Arbeitsplatz in Zonen einteilen (Grösse, Distanz, Frequenz der Nutzung von Werkzeugen)

Zone 1 nah

Zone 2 mittel weit weg

Zone 3 weit weg

Frequenz d.N.W.

SMED Methode um Rüstzeiten zu reduzieren

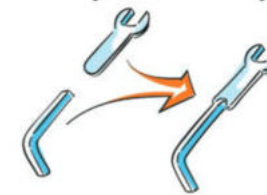
externe Rüstvorgänge können während die Maschine läuft, gemacht werden.

interne Rüstvorgänge sind nur bei Stillstand der Maschine möglich.

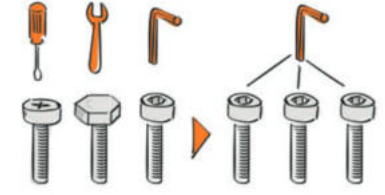
Rüstzeiten reduzieren



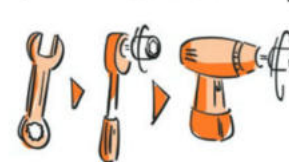
Intelligente Werkzeuge



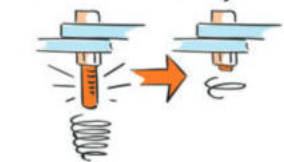
Standard



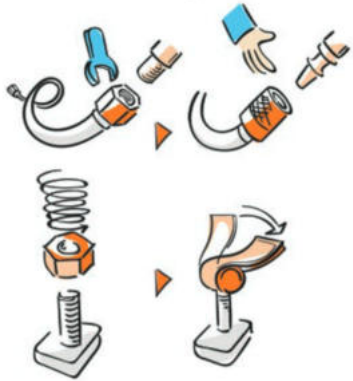
Automatische Werkzeuge



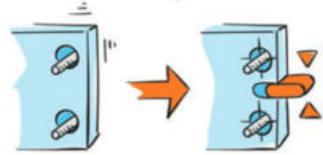
Kurze Schraubwege



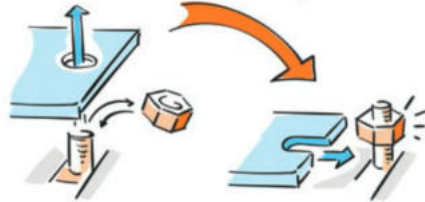
Kupplungen und Schnellspanner



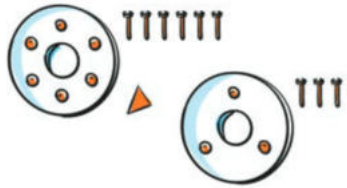
Positionierhilfen



Schlitz statt Bohrung



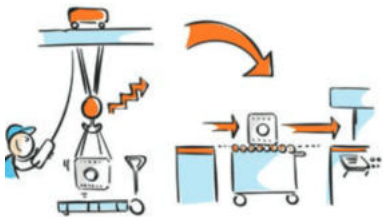
Verbindungen reduzieren



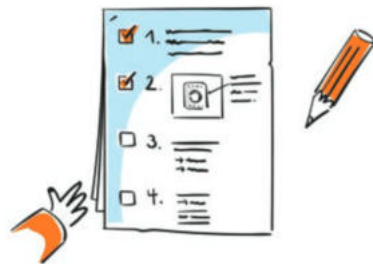
Module bilden



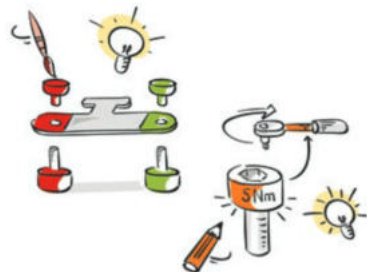
Intelligente Hilfsmittel



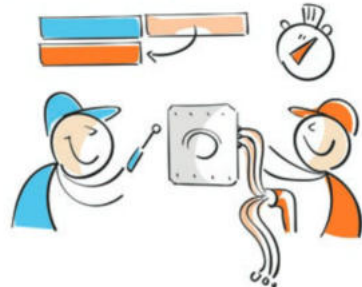
Checklisten immer zur Hand



Selbsterklärende Teile



Paralleles Rüsten



LEAN-Regal



Milkrun getaktete Routenzüge (verlässliche & berechenbare Niederbeschaffungszeit) Produktion wird zu festgelegten, regelmässigen Zeiten mit Nachschub versorgt. Ausserdem 'leere Milchflasche wird durch volle ausgetauscht'

Kanban Materialbereitstellung nach Pull-Prinzip
 beim Verbrauch einer bestimmten Menge wird ein Signal
 direkt an den liefernden Bereich gesendet
 "Wenn leer, dann füllen"

Anstaktung alle Arbeitsinhalte ideal verteilen, um ein optimales & ausgeglichenes
 OBC zu erreichen

Set-Building Teileversorgung erfolgt in einem Set, welches z.B eine gesamte
 Baugruppe beinhaltet (alle Teile)

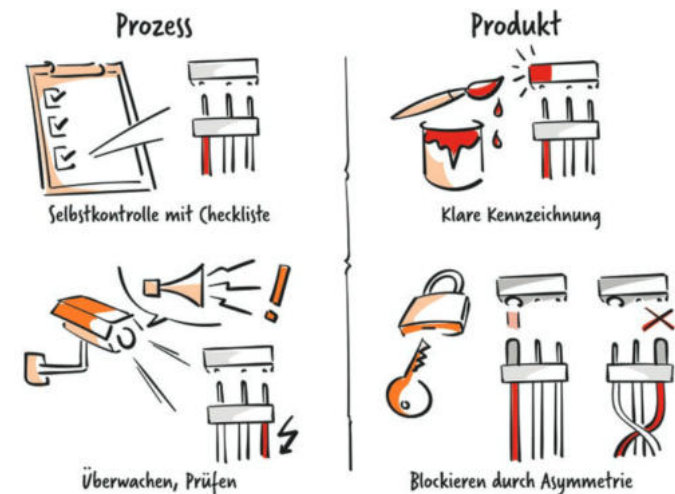
Sequenzierung Reihenfolgeplanung von Aufträgen

A3

1. Hintergrund Was, Wo? Abteilung, Maschine Bauteil, ...	5. Gegenmaßnahmen Sofortmaßnahmen! Langfristige Maßnahmen!
2. Problembeschreibung Faktenlage: Wie, Wann? Kennzahlen? Prozess?	6. Umsetzung Aktivität? Wer? Termin?
3. Zielzustand Beschreibung, Kennzahlen, Prozess	7. Kontrolle Wirkung? Ergebnis? Ziel erreicht?
4. Ursachenanalyse Mensch? Maschine? Material? Methode? Umwelt?	

<h3>1. Hintergrund</h3> <p>Maschine: Plastmaster 2000 Bauteil: Griffschale, Weichkomponente</p>	<h3>5. Gegenmaßnahmen</h3> <p>Qualitätskontrolle des Granulats durchführen. Werkzeug warten und Wartungsplan anpassen. Temperaturverlauf an der Plastmaster überprüfen und Regler neu einstellen. Luftfeuchtigkeit auf 50%-60% halten. Entfeuchter installieren.</p>															
<h3>2. Problembeschreibung</h3> <p>Weichkomponente am Griff lässt sich leicht ablösen. 39% Ausschuss.</p>																
<h3>3. Zielzustand</h3> <p>Ausschuss aufgrund Weichkomponente bis Dezember auf unter 20% reduzieren.</p>	<h3>6. Umsetzung</h3> <table><tr><th>Aktivität?</th><th>Wer?</th><th>Termin?</th></tr><tr><td>Granulat</td><td>Franz</td><td>31. März</td></tr><tr><td>Wartung Werkzeug</td><td>Werner</td><td>31. März</td></tr><tr><td>Temperaturregelung</td><td>Nina</td><td>7. April</td></tr><tr><td>Entfeuchter install.</td><td>Bernd</td><td>30. April</td></tr></table>	Aktivität?	Wer?	Termin?	Granulat	Franz	31. März	Wartung Werkzeug	Werner	31. März	Temperaturregelung	Nina	7. April	Entfeuchter install.	Bernd	30. April
Aktivität?	Wer?	Termin?														
Granulat	Franz	31. März														
Wartung Werkzeug	Werner	31. März														
Temperaturregelung	Nina	7. April														
Entfeuchter install.	Bernd	30. April														
<h3>4. Ursachenanalyse</h3> <p>Granulat: Lieferant hat gewechselt. Werkzeug: Ist verschlissen. Maschine: Temperatur schwankt. Umwelt: Luftfeuchtigkeit oft über 65%.</p>	<h3>7. Kontrolle</h3> <table><tr><th></th><th>Veränderung Ausschuss</th></tr><tr><td>Granulat</td><td>-0%</td></tr><tr><td>Wartung Werkzeug</td><td>-5%</td></tr><tr><td>Temperaturregelung</td><td>-40%</td></tr><tr><td>Entfeuchter install.</td><td>-55%</td></tr></table>		Veränderung Ausschuss	Granulat	-0%	Wartung Werkzeug	-5%	Temperaturregelung	-40%	Entfeuchter install.	-55%					
	Veränderung Ausschuss															
Granulat	-0%															
Wartung Werkzeug	-5%															
Temperaturregelung	-40%															
Entfeuchter install.	-55%															

Poka Yoke Poka-Yoke geht davon aus, dass Menschen Fehler machen. Es zielt
 darauf ab, Leitplanken einzubauen, damit Fehler schnell bemerkt
 werden oder gar nicht erst entstehen können.



Andon

Andon zeigt dir auf einen Blick, ob alle Schritte deiner Produktion im grünen Bereich laufen. Warnsignale helfen dir, Probleme frühzeitig zu erkennen, schnell Hilfe bereitzustellen und die Störung rechtzeitig zu beheben.

Meldung sobald Fehler entsteht

KPI Leistungskennzahlen aus dem Prozess messen

Qualitäts-KPIs

Key Performance Indicators



Ausschuss verursacht durch die Entsorgung der Fehlteile, die Nachproduktion und die Beschaffung von Ersatz direkte Kosten. Den kumulierten Aufwand sollst du in Euro messen. Dies ist oft besser als in Stück. Geld schafft mehr Betroffenheit.

Ausschuss stört gleich mehrere Lean-Prinzipien wie Takt, Fluss oder FIFO. Zudem werden deine Produktionszeiten unberechenbar und Methoden wie Sequenzierung durch einen hohen Ausschussanteil gar verunmöglicht.



Kundenreklamationen sind Gift für deine Reputation im Markt und verursachen, wie Ausschuss, einen großen administrativen Aufwand. Direkt oder indirekt sind damit auch hohe Kosten verbunden. Die Qualität, die der Kunde spürt, steht in der Hierarchie immer an oberster Stelle. Damit ist diese Kennzahl ein Gradmaß für die Qualitätskultur und die Umsetzung des 0-Fehler-Prinzips. Nur gute Geräte sollen das Werk verlassen.



Durch Kategorisieren der Fehler verschaffst du dir eine Übersicht über die Häufigkeit der einzelnen Fehlerarten. Wie wir in der Pareto-Methode demonstriert haben, ist dies ein wirksamer Schritt, um die häufigsten Fehler mit Priorität zu beheben und damit die Qualität direkt zu erhöhen.



Yield, zu Deutsch „Ausbeute“, ist der Anteil an guten Teilen und das Gegenteil von Ausschuss. Der Yield ist ein guter Indikator für die Prozessstabilität und zeigt dir die Baustellen in deiner Produktion auf.



Für das Fluss- und Taktprinzip gibt es nichts Schlimmeres als fehlende Teile. Daher ist das tägliche Monitoring dieser Fehlteile für die Umsetzung dieser Prinzipien wichtig. Das sind Teile, die gebraucht werden, aber nicht vorhanden sind. Verspätete Lieferung oder Verlust durch Ausschuss sind nur zwei der vielen Ursachen. Bist du auf dem richtigen Weg, um diese Fehlteile abzustellen?



Flexible Mitarbeiter, die mehr als nur eine Maschine oder Tätigkeit beherrschen, helfen dir auf Nachfrageschwankungen in der Produktion zu reagieren. Die Mitarbeiterflexibilität kannst du quantifizieren, indem du analysierst, auf wie vielen Kostenstellen ein einzelner Mitarbeiter abrechnet oder wie viele Arbeitsplätze er im Durchschnitt beherrscht.

Zeit KPIs



Je länger die Durchlaufzeit eines Produkts oder eine Baugruppe im Prozess ist, um den Produktionsprozess zu durchlaufen, desto höher die Verschwendung. Oder positiv formuliert, je schneller deine Teile einen Prozess durchlaufen, desto schlanker ist deine Produktion. Die Durchlaufzeit ist daher ein wichtiger Verschwendungsindikator.



Wie pünktlich werden die internen Fertigungsaufträge abgeschlossen? Eine termintreue Fertigung ermöglicht Puffer und Bestände niedrig zu halten und die Kundenbestellungen nach Plan auszuliefern. Denn ist die Termintreue niedrig, kann eine pünktliche Auslieferung nur durch Zwischenlager erreicht werden. Da Start und Ende des Fertigungsauftrags in der Regel immer ins ERP eingebucht werden, ist die Abweichung vom Plantermin verhältnismäßig einfach messbar.



Ist die Taktzeit, zum Beispiel in der Endmontage, stabil, ist auch das Taktprinzip erfüllt. Dieser KPI zeigt dir die Einhaltung der Taktzeit über einen längeren Zeitraum an.



Viele Teile in den LeanClean-Produkten, wie Motoren und Schalter, sind Einkaufsteile. Eine verspätete Anlieferung führt in einem schlanken Prozess ohne hohe Bestände direkt zu Verzögerungen in der Auslieferung. Um mehr Transparenz über die Termintreue der Lieferanten zu erreichen, misst du die Abweichung vom Plantermin. Nicht nur zu spät liefern bringt Probleme, auch durch eine zu frühe Anlieferung gerät das Flussprinzip durcheinander.



Die Termintreue Kundenbestellungen misst unsere eigene Pünktlichkeit zum Endkunden. Wir verlangen Pünktlichkeit von unseren Lieferanten, und logischerweise verlassen sich auch unsere Kunden auf unsere Liefertermine. Die Ursachen für Verspätungen sind vielfältig. Fehler, Nacharbeit, Wartezeiten, Wege und Transport bedeuten Unsicherheiten für eine pünktliche Auslieferung. Kaum überraschend handelt es sich bei all diesen Faktoren um Verschwendung.



Die Bestellrate zeigt dir, ob der Kunde regelmäßig und geglättet, oder unregelmäßig und in großen Mengen bestellt. Ursachen für das Bestellverhalten sind nicht immer vom Markt getrieben, sondern hausgemacht. Die Bestellrate gibt dir auch gute Indikationen, wo du noch am Fluss und Takt weiter optimieren kannst.

Kosten KPIs



Sinkt die Verschwendung, dann sinken auch die Kosten. Die **Produktkosten** sind deshalb der ideale Indikator für den Fortschritt deiner Lean-Aktivitäten.



Die **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** misst die Effizienz und Effektivität einer Anlage. Kurze Rüst- und Störungszeiten, sowie geringer Ausschuss, führen zu einer hohen OEE. Eine konstant hohe OEE ist daher der Schlüssel für eine hohe Prozessstabilität und geringe Prozesskosten.



Je stärker das Fluss-, Takt- und Pull-Prinzip in der Produktion verankert sind, desto geringer sind Lagerbestände und desto höher wird dein **Lagerumschlag** sein. Mit dieser Kennzahl kannst du also gut den Fortschritt bei der Verschlinkung der Supply Chain messen.



Die **Produktivität** misst, wie hoch dein Output im Verhältnis zum Einsatz, zum Beispiel dem Mitarbeitereinsatz, ist. Höherer Output oder geringerer Aufwand führen zu einer verbesserten Produktivität und geringeren Kosten.

Hier gibt es einen direkten Zusammenhang: Geringe Verschwendung führt zu hoher Produktivität. Die Mitarbeiterstunden für ein bestimmtes Produkt sind ein gutes Maß für die Produktivität. Wie viele Stunden gehen in dein Produkt ein? Wie ist der Trend?



Mit der **Ware-in-Arbeit** messen wir das Lager in der Produktion. Mit Methoden wie Milkrun, Kanban, SMED oder Sequenzierung kannst du die Ware-in-Arbeit signifikant senken. Mit dieser Kennzahl kannst du die Erfolge monetär bewerten.

Shopfloor-Management In kurzen täglichen Meetings gemeinsam den Status der Produktion & Massnahmen zur Verbesserung besprechen.

How to implement this crap

5.3	Schritt 1: Die Veränderung wollen	176
5.4	Schritt 2: Wissen aufbauen	182
5.5	Schritt 3: Eine Vision entwickeln	184
5.6	Schritt 4: Umsetzung planen	188
5.7	Schritt 5: Veränderung umsetzen	193

Der Change Regelkreis

