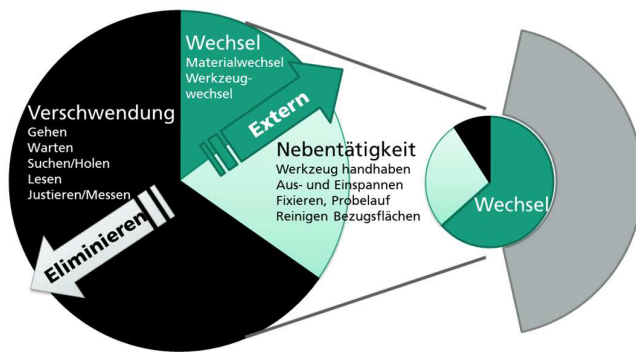


Optimierung von Fertigungssystemen und Rüstopтимierung

Produktionsplanung und Prozessoptimierung

Optimierung von Fertigungssystemen und Rüstoptimierung

Dienstag, 1. Juli 2014



Fraunhofer Institut für
Produktionstechnik und
Automatisierung

Referenten:
Daniel Stengel

© Fraunhofer IPA

 **Fraunhofer**
IPA

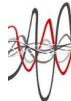
Gliederung

- Ausgangssituation
- Gesamte effektive Anlagenproduktivität als ein Kennzahlensystem TEEP (Total Effective Equipment Productivity)
- Methoden zur Steigerung der TEEP
 - TPM – Total Productivity Maintenance - Instandhaltungsmanagement
 - SMED – Single Minutes Exchange of Die – Rüstzeitoptimierung
 - IPA-Methodik
 - Umbaustudie – spielerisches Lernen
 - Theorie und Anwendung

Ausgangssituation

Folie 3

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



Ausgangssituation Wozu benötigen wir Flexibilität?

- Was wir fertigen:



- Was der Kunde will:



- Wie wir reagieren:



Wunsch:

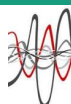
Schnellere Befriedigung von Kunden, die das wollen was wir gerade nicht produzieren.

Weg:

Die Arbeitsmenge muss hinreichend klein sein, um auf den schwankenden Kundenbedarf schnell reagieren zu können.

Folie 4

© Fraunhofer IPA



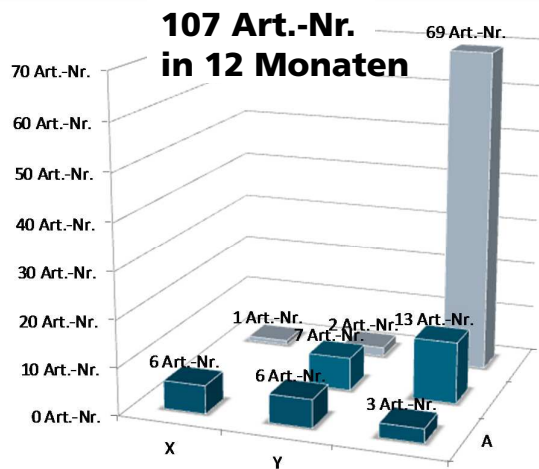
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



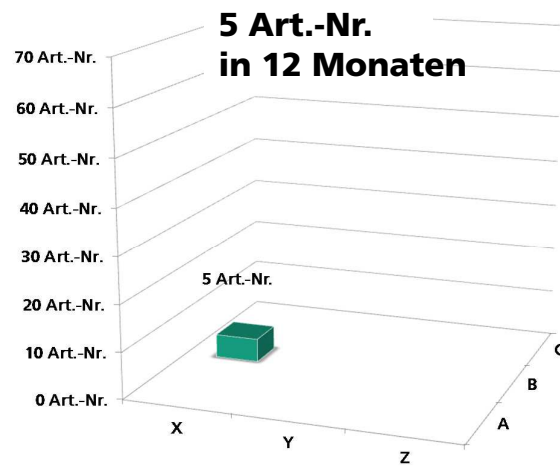
Ausgangssituation

Auftragsfertiger – Serienfertiger

Kontinuierliche - diskrete Auftragseingänge, Fließ- vs. Werkstattfertigung ?
Welche Strategie muss zum Einsatz kommen?



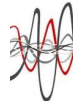
Kenner Umsatz:
A-Artikel erzeugen 80% Umsatz
B-Artikel erzeugen von 80% bis 90% Umsatz
C-Artikel erzeugen von 90% bis 100% Umsatz



Kenner Lieferhäufigkeit p.a.:
X-Artikel werden mehr als 7x umgeschlagen
Y-Artikel werden 4 bis 7x umgeschlagen
Z-Artikel werden bis 3x umgeschlagen

Folie 5

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung

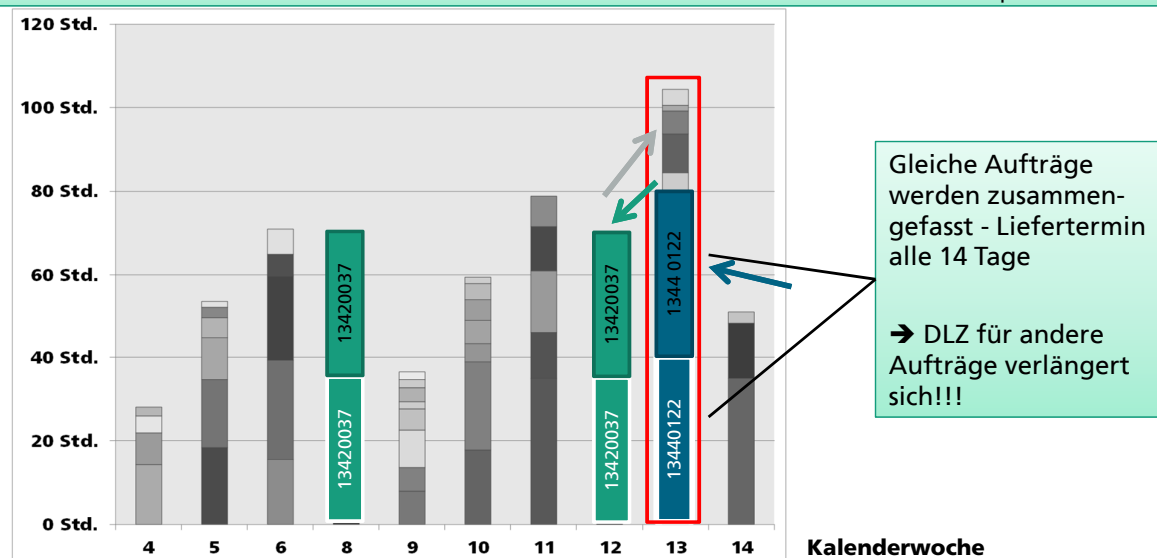


Ausgangssituation

Turbulenzen beim Auftragsfertiger

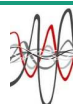
Engpässe werden durch Zusammenfassung von Aufträgen „selbst“ gemacht
Bestand am Arbeitsplatz > 1 Woche

Auswertung von Fertigungsrückmeldungen 2-Schicht Betrieb ($t_{e\ plan}$)



Folie 6

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



Ausgangssituation

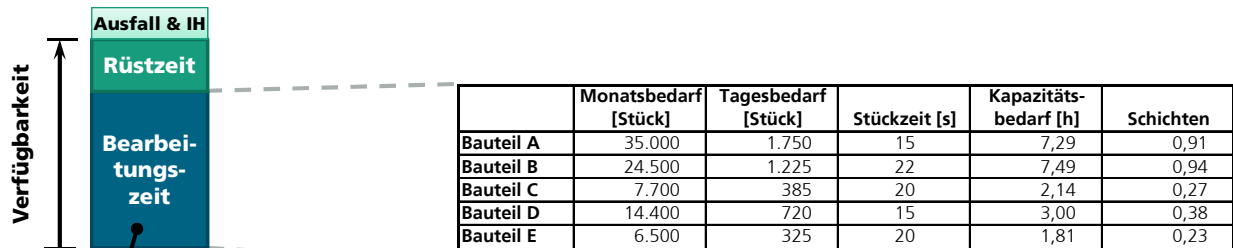
Die Losgrößenformel für Serienfertiger

Der EPEI-Wert (Every Part Every Intervall) gibt an, welchen Zeitraum ein Prozess benötigt, um alle Varianten zu produzieren.

$$\text{EPEI} = \frac{\sum \text{Rüstzeiten alle Varianten}}{\text{Verfügbare Zeit (Plan-Kapazität)} - \sum \text{Bearbeitungszeit Tagesbedarf alle Varianten}}$$

[Tagen]

$$= \frac{5 \text{ Varianten} * 0,83 \text{ h RZ (Durchschnitt)}}{22,8 \text{ h/d (3 Schicht)} - 21,7 \text{ h/d}} = \frac{4,16 \text{ h}}{1,1 \text{ h/d}} = \boxed{3,8 \text{ Tage}}$$

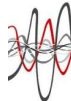


Täglicher Teilebedarf der Varianten
* jeweilige Stück-Bearbeitungszeit

Summe verfügbare Zeit: 240 Arbeitstage a 24 h/d

Folie 7

© Fraunhofer IPA



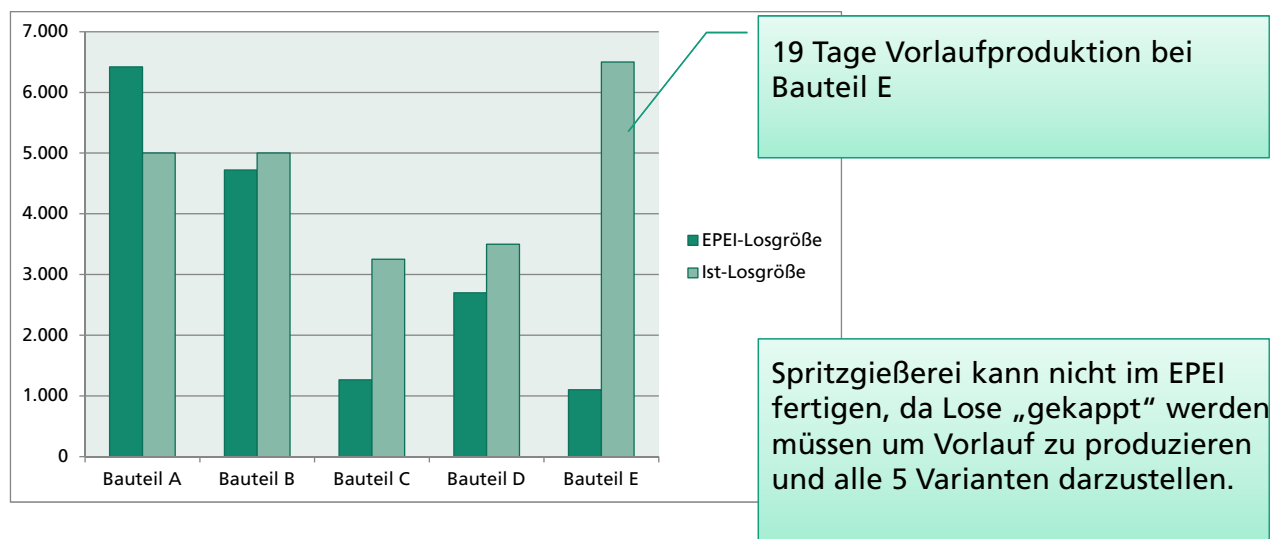
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



Ausgangssituation

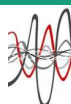
Einfluss des Kundenbedarfs

Der Vergleich zwischen Ist-Losgrößen und der EPEI-Losgröße gibt an, wie synchron eine Fertigungseinheit in Bezug auf den Kundentakt fertigt



Folie 8

© Fraunhofer IPA



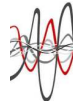
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity) – Gesamte effektive Anlagenproduktivität als ein Kennzahlensystem

Folie 9

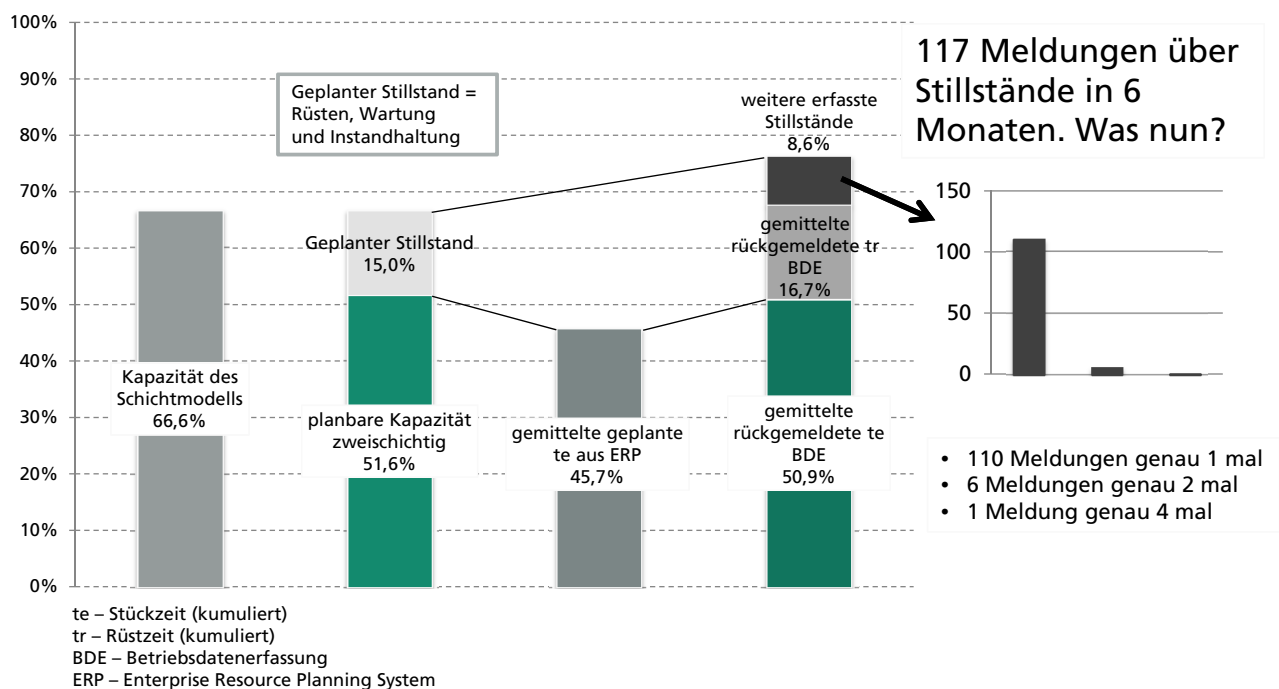
© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung

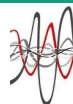


TEEP (Total Effective Equipment Productivity) Betriebsdatenerfassung – Wie wurde die Maschine genutzt?



Folie 10

© Fraunhofer IPA

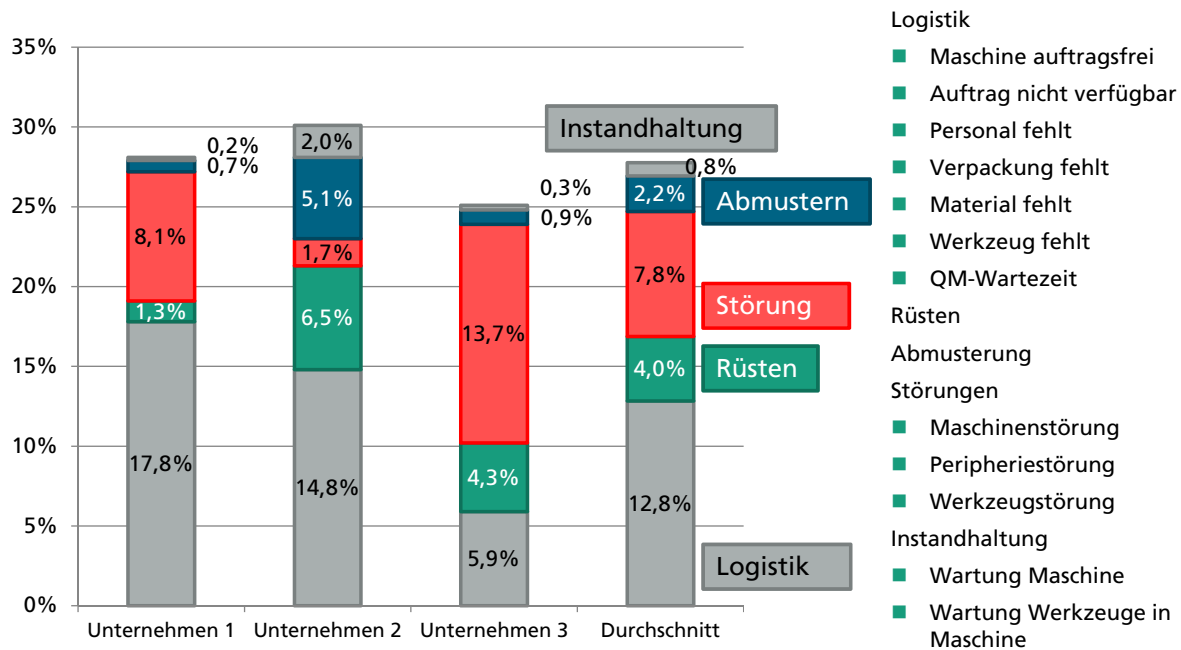


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

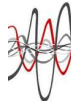
Vergleich der Verfügbarkeit von drei Spritzgießmaschinen



Was fehlt in der Betrachtung?

Folie 11

© Fraunhofer IPA



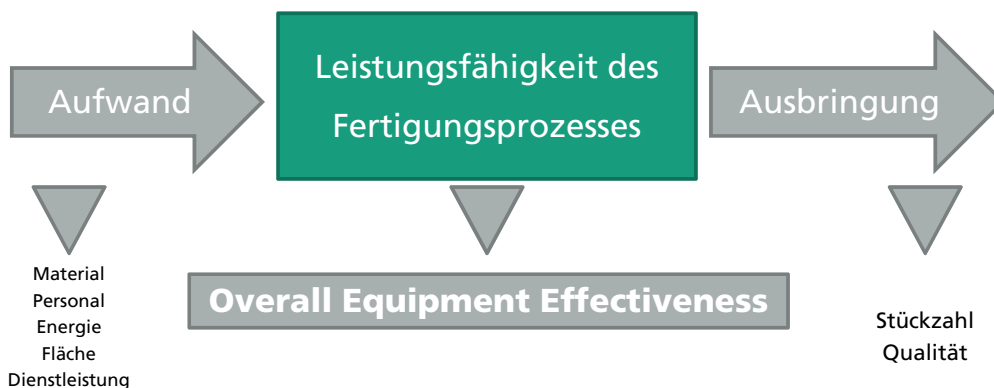
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

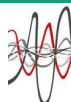
Welche Kennzahl wird benötigt?

- Erforderlich ist eine Kennzahl, die alle Verlustarten berücksichtigt und die Leistungsfähigkeit des kompletten Fertigungsprozesses umfassend beschreiben kann
- Das leistet die OEE (Overall Equipment Effectiveness) → Die Gesamtanlageneffektivität



Folie 12

© Fraunhofer IPA

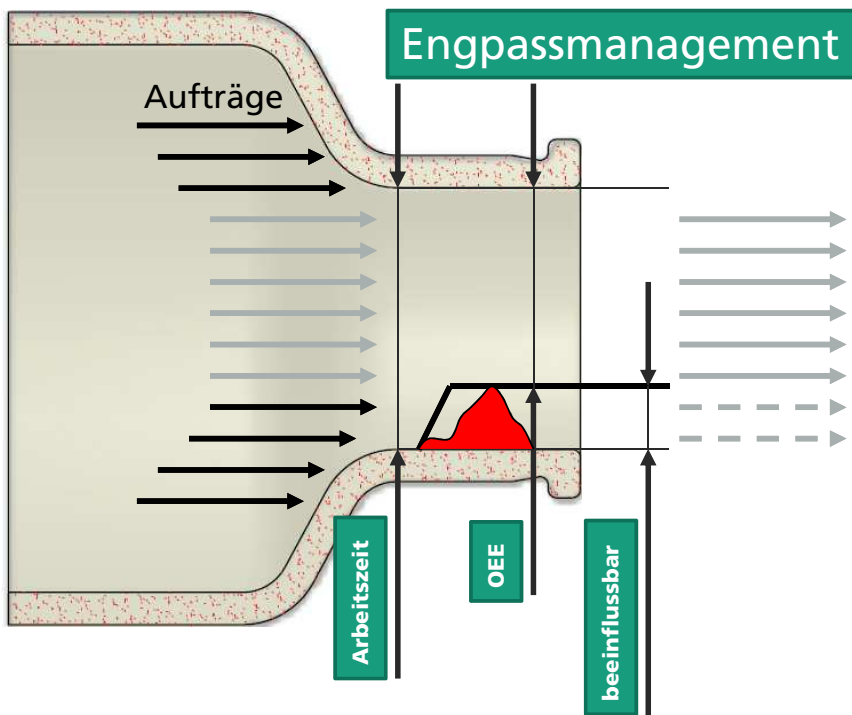


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

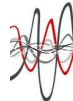
Wann ist der Einsatz sinnvoll?



- Entscheidend ist nicht was an Auftragsbestand vor dem Engpass an liegt.
- Entscheidend sind die Lieferverzögerungen die durch Engpässe hervorgerufen werden.
- Nicht-Engpässe zu optimieren verursacht Mehrkosten

Folie 13

© Fraunhofer IPA

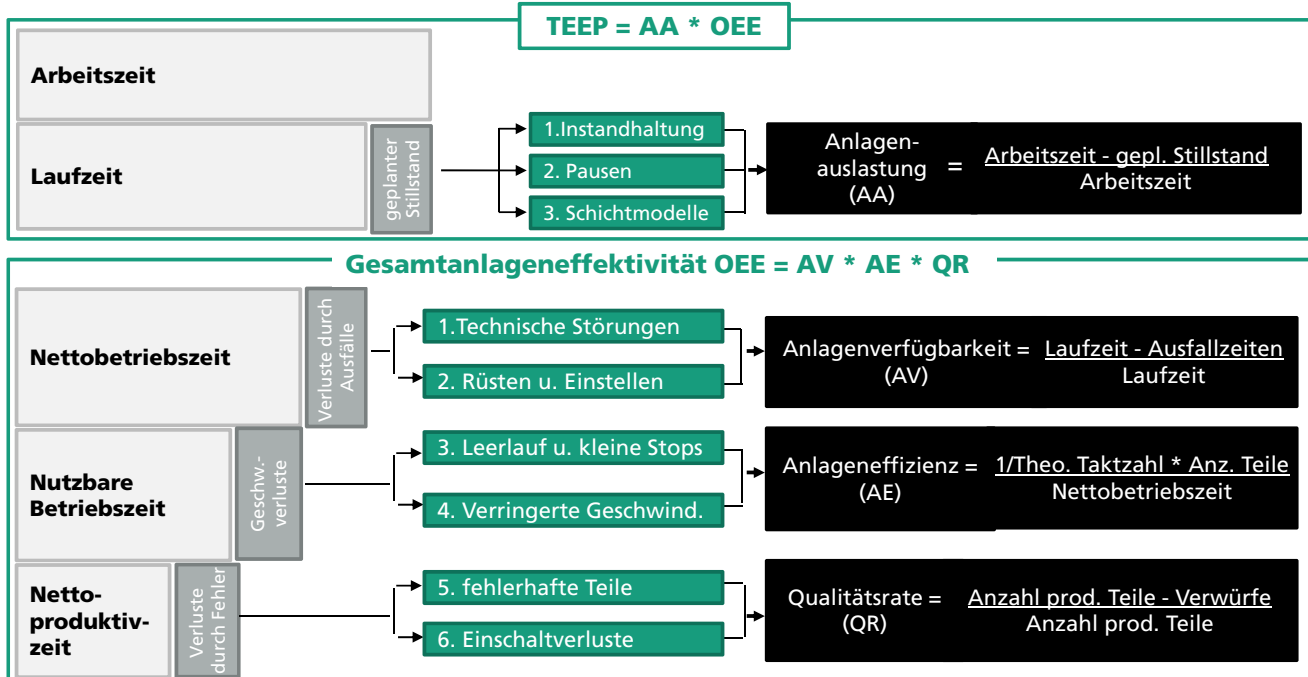


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

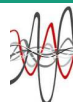
Die 6 beeinflussbaren Verlustquellen



Vgl. Shirose, K.: TPM for Workshop Leaders, Productivity Press, Inc. Cambridge, New York 1992

Folie 14

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Was verbirgt sich hinter den Verlustquellen?

Störungen

- Ausfall, Fehlen von Bestandteilen
- Differenzen zwischen Soll- und Istparametern
- Blockieren

Rüsten und Einstellen

- Ist die Stillstandzeit vom letzten Gutteil des gefertigten Loses/Auftrags bis zum ersten Gutteil des folgenden Loses/Auftrags

Leerlauf und kleine Stopps

- Lieferengpässe bei Material, Betriebsmitteln (Materialversorgung durch Maschinenbediener...)
- Wartezeiten auf Mitarbeiter (Quittierung, Störungsbeseitigung, Mehrmaschinenbedienung,...)
- Materialwechsel, Messen & Prüfen
- Ungenügende Austaktung bzw. Synchronität (wandernde Engpässe)

Verringerte Geschwindigkeit

- Längere Bearbeitungszeit als geplant (Vorgaben stimmen nicht, zusätzliche Bearbeitungsstufen, mangelnde Materialqualität...)
- Einfahrteile mit herabgesetzten Parametern, Prototypen
- Stichproben geplant statt dessen 100% Kontrolle

Fehlerhafte Teile

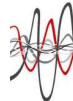
- Mengen außerhalb der Spezifikation – fehlendes Auftragsvolumen
- Zusätzlich erforderliche Kapazitäten um fehlendes Auftragsvolumen zu kompensieren (Schnellschüsse)

Einschaltverluste

- Korrekturen an Rüst- und Einstellparametern
- Einfahrteile bzw. -mengen (Behälter-, Chargen-, Material-, Werkzeugwechsel) → Betrachtung des gesamten Prozesses

Folie 15

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Welche Maßnahmen können die Verluste reduzieren?

Störungen

- Prävention, Regelkreise zur Behebung
- KV-FMEA zur Diagnose,
⇒ Keine ungeplanten Ausfälle

Rüsten und Einstellen

- Rüstzeitoptimierung – Beseitigen von Verschwendung, Trennung internen/externen, Standardisierung, Beseitigung von Justierungsvorgängen
⇒ Rüstzeit „null“ somit „null“ Stillstand

Leerlauf und kleine Stopps

- Abschalten: ungenutzter Betriebsverbrauch
⇒ Senkung der Energiekosten
- Austaktung, ggf. Entkopplung und Pufferung

Verringerte Geschwindigkeit

- Kompensation durch zusätzliche Kapazität
⇒ Aufholen des Rückstands
- Realistische Simulation
- Erfassung des Rohmaterialzustands (Gussteile) vor Bearbeitung

Fehlerhafte Teile

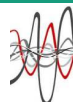
- Anlieferkontrollen intern/extern
- Regelkreise für fehlerhafter Teile
Poka Yoke ⇒ Nullfehlerproduktion möglich ?

Einschaltverluste

- Einschwingverhalten der Anlage/Maschine erfassen
- Regelung kritischer Parameter im Vorfeld (Temperaturen...)
- Einfahrvorrichtungen
⇒ Kann der Bediener selbständig regeln?

Folie 16

© Fraunhofer IPA

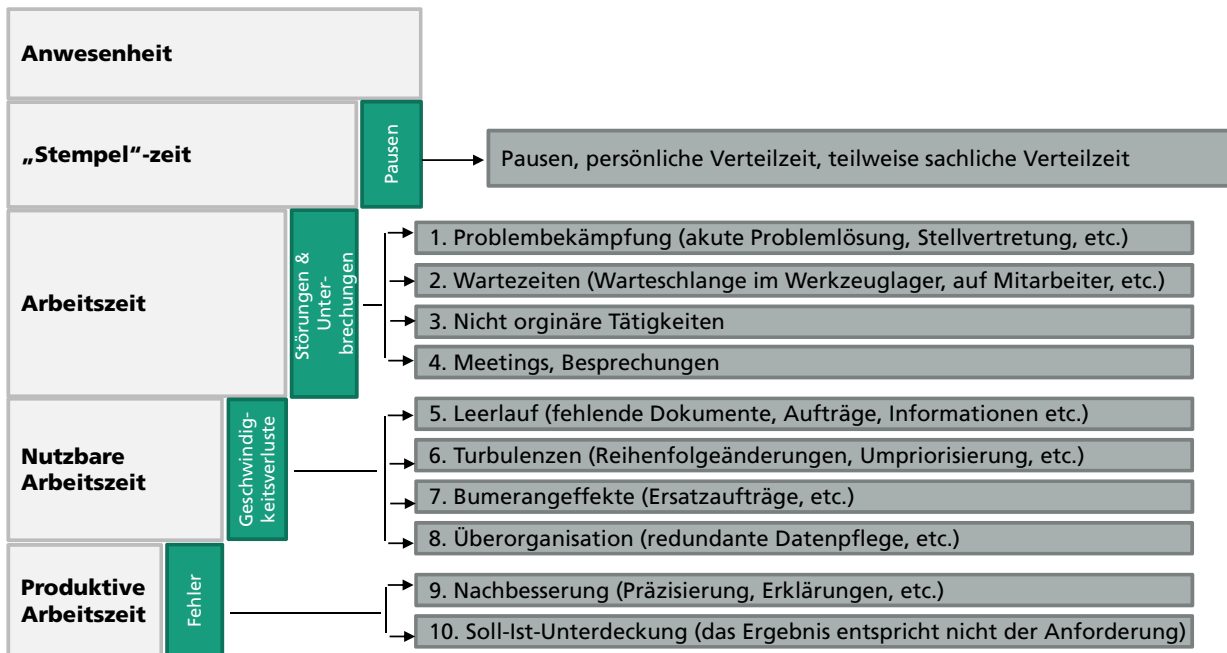


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



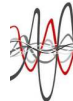
TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Mit welchen Verlustquellen sind Mitarbeitern konfrontiert?



Folie 17

© Fraunhofer IPA



**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Welche Informationen sind wichtig?

Auftragsdaten

- Auftragsnummer
- Auftragsmenge
- Arbeitsplatz

Ausführung

- Schicht
- Datum
- Start Auftrag 00:00
- Ende Auftrag 00:00
- Gutteile/Nacharbeit

Verlustzeiten

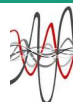
- Beginn 00:00
- Ende 00:00
- Verlustart

Verlustquelle	Code 1	Verlustart	Code 2	Ort	Code 3
Störung	1	Ausfall	10	Maschine	1
		Fehlen von	11	Material	2
		Parameter nicht erreicht	12	Steuerung	3
Rüsten	2	Rüsten	20	Medien	4
Leerlauf	3	Reinigen	31	Werkzeug	5
		Wechseln von	32	Vorrichtung	6
		Mehrmaschinenbedienung	33	Messmittel	7
		Störungsbeseitigung an anderen Maschinen	34	Bediener	8
Geschwindigkeit	4	Planzeit < Istzeit	41		
		Prototyp	42		
		Anlernphase	43		
Fehler	5	Nacharbeit	51		
Anfahrverlust	6	Anfahren	61		

Was ist wann bei welchem Produkt wo passiert ?

Folie 18

© Fraunhofer IPA



**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

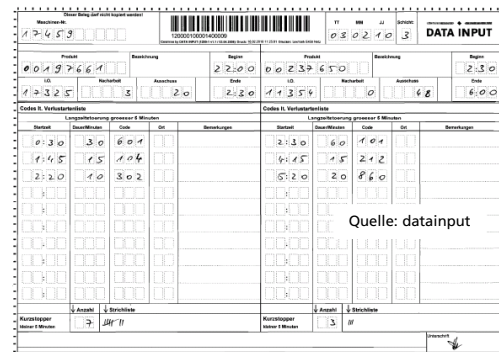
Möglichkeiten zur manuellen Erfassung

DV-Systeme:
 CAQ (Computer aided quality)
 MDE (Maschinendatenerfassung)
 BDE (Betriebsdatenerfassung)
 MES (Manufacturing Execution System)

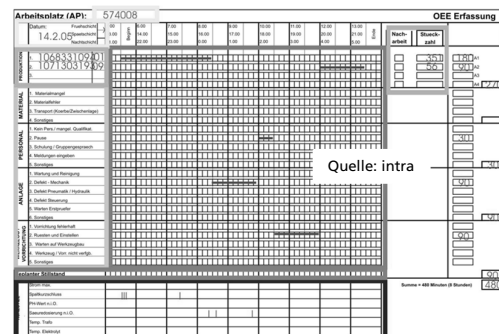
WEBER Automat DFM 1000 - 10096

Stillstände	Auftrags.Nr.	Barcode
Sitzungen, Unterweisungen, etc.	00299370000020	
Bemusterung, Testbetrieb, Nullserien, etc.	00299380000020	
Maschine mechanische Störung	00299390000020	
Maschine elektrische Störung	00299400000020	
Werkzeugwechsel	00299410000020	
Störung Biege-Werkzeug	00299420000020	
Störung Stanz-Werkzeug	00299430000020	

Quelle: datainput

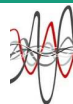


Quelle: intra



Folie 19

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



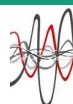
TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Der OEE-Regelkreis



Folie 20

© Fraunhofer IPA

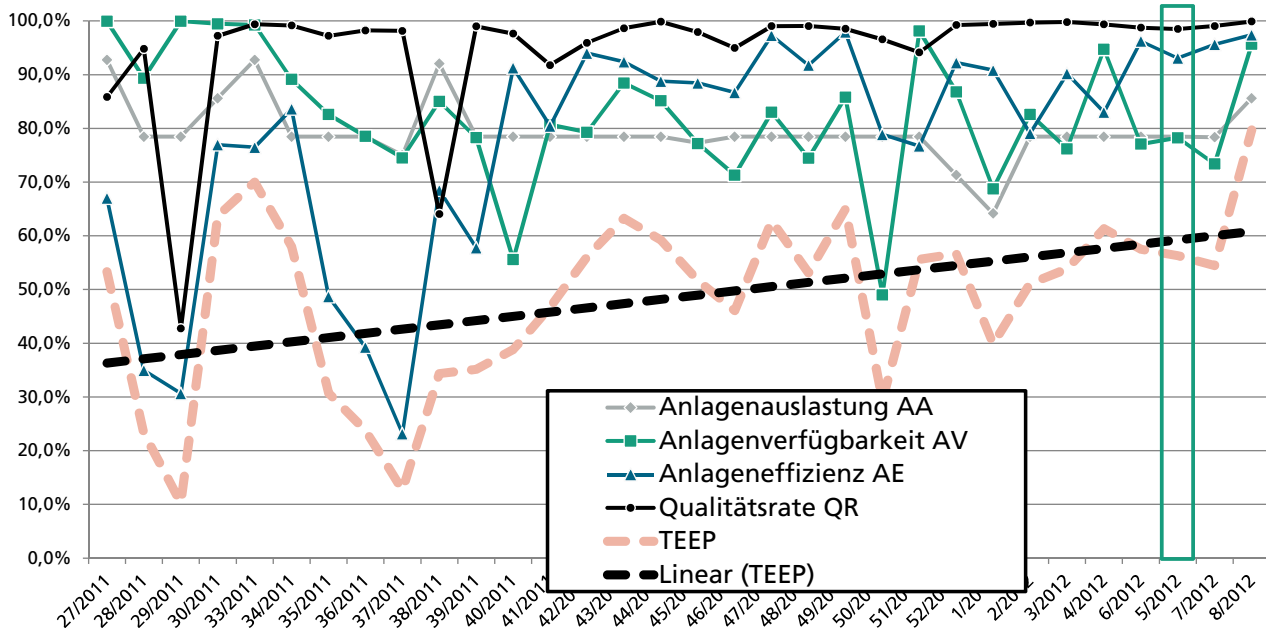


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



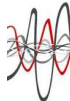
TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Beispiel TEEP einer Spritzgusszelle über ca. 6 Monate



Folie 21

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Ausschnitt: KW 05/2012

Kenner	Wert
Anlagenauslastung AA	78,5%
Anlagenverfügbarkeit AV	78,3%
Anlageneffizienz AE	93,1%
Qualitätsrate QR	98,5%
TEEP	56,3%

Verlustart	5/2012
Schichtmodelle	2.160 min
Arbeitsfrei + Pausen	2.160 min
Technische Störung	1.449 min
Reparatur ST	265 min
Reparatur WZU	21 min
Störung Maschine	44 min
Störung Peripherie	975 min
Störung Werkzeug	96 min
Werkzeugservice	48 min
Rüsten und Einstellen	271 min
Rüsten	271 min
Leerlauf und Stopps	428 min
Mangel Fachpersonal	102 min
Mangel Schichtpers.	68 min
Mangel Material	258 min
Fehlerhafte Teile	86 min
Ausschuss Schäumen	86 min
Gesamtergebnis	4.394 min



Anlagenauslastung im Rahmen eines geplanten 16-Schichten Modells (max. 21 möglich)



Anlagenverfügbarkeit als Standardwert 92% (geplant 4 x Rüsten pro Woche a 2 Std.)



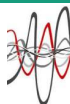
Anlageneffizienz als Standardwert 98% (Zellenverantwortliche)



Qualitätsrate geplant 97%

Folie 22

© Fraunhofer IPA



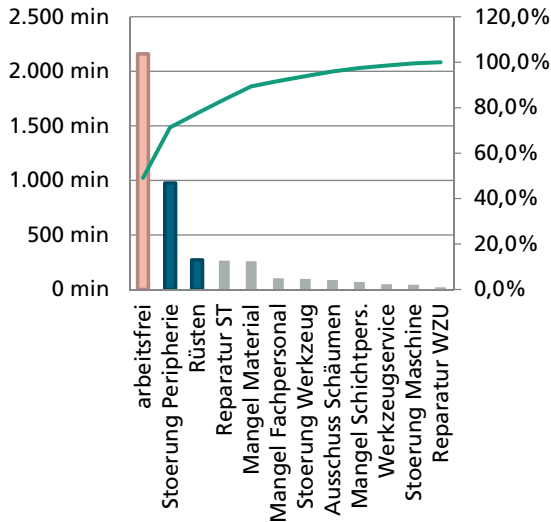
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Ausschnitt: KW 05/2012

ABC-Verteilung Verlustarten



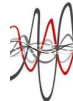
Dokumentation der Störungen Peripherie

Code	Ort	Benennung	30.01.	01.02.
302	Montageroboter	zwei Klammern aufeinander		6
304	Montageroboter	Klammer verklemmt		2
307	Montageroboter	Klammer bei Montagehub 4 verklemmt (GS nicht erreicht)	3	1
406	Schäumenanlage	Düse abgebrochen	2	

OEE-Regelkreis

Folie 23

© Fraunhofer IPA

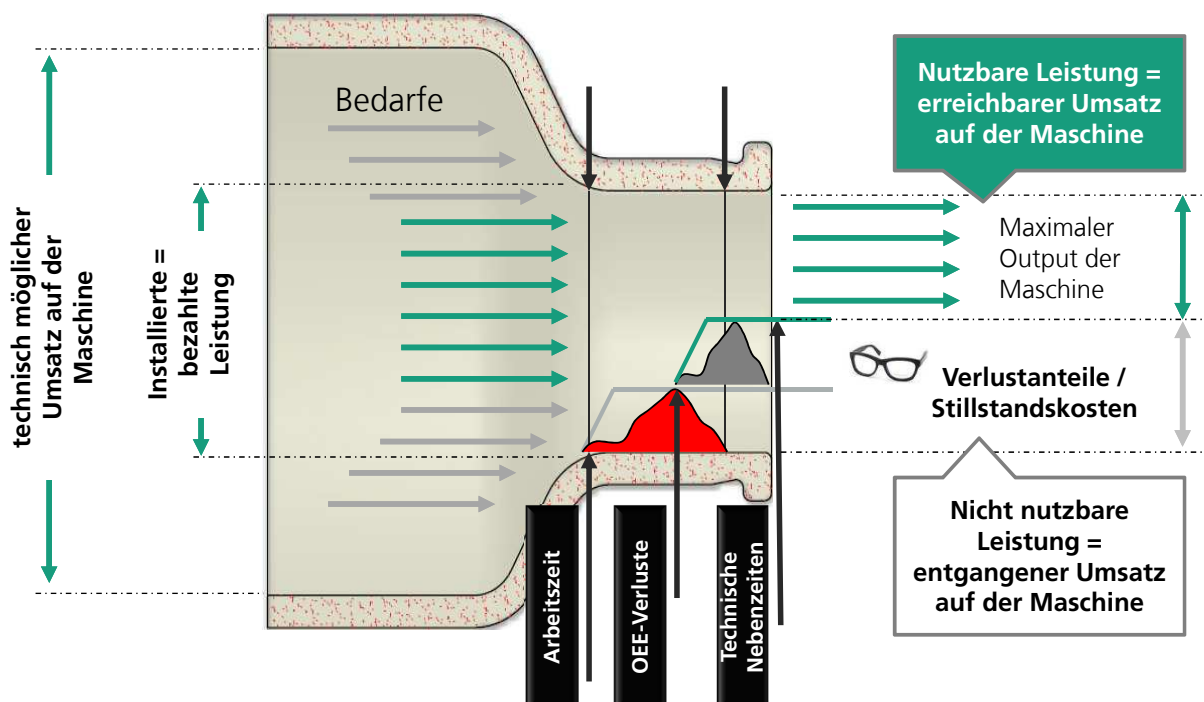


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



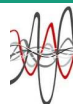
TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Weiterführende Verlustquellen



Folie 24

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



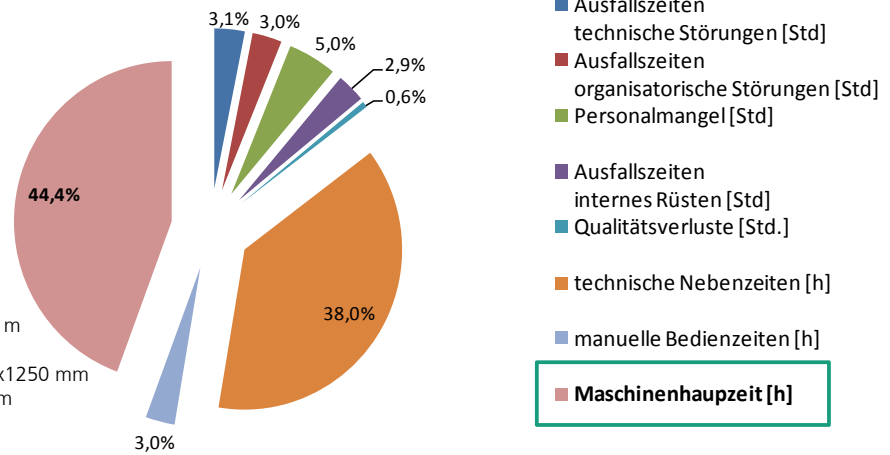
TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

Was passiert genau, während die Maschine einen NC-Satz ausführt ?



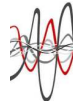
Hauptabmessungen L/B/H: 9,0x6,6x4,1 m
 Palettenanzahl: 6
 Fahrwege X/Y/Z/W: 1400x1000x1250 mm
 Palettengröße: 800x800 mm
 Leistung Hauptantrieb: 44 kW
 Werkzeugsystem: HSK 100
 Werkstückgewicht: max. 2500 kg
 Werkzeugstationen: 405

Anlagennutzung und Verlustquellen [Stunden p.a.]



Folie 25

© Fraunhofer IPA



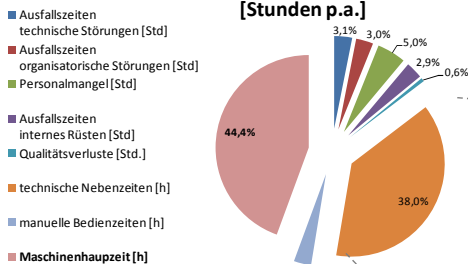
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



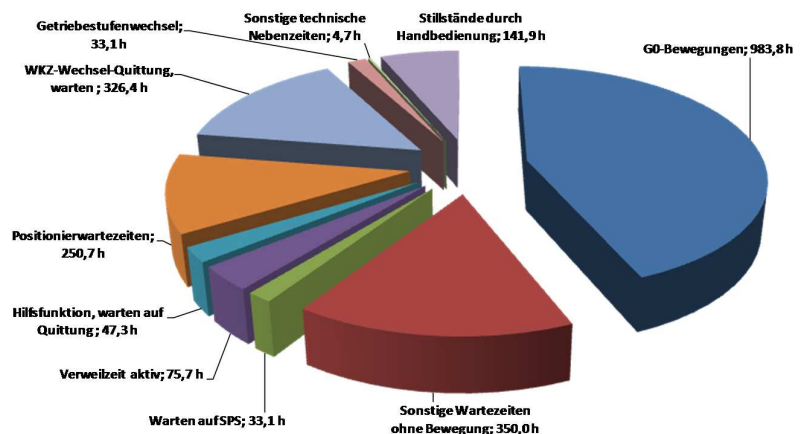
TEEP (Total Effective Equipment Productivity)

... und welche (Mehr-)Kosten resultieren für einen konkreten Fertigungsauftrag ?

Anlagennutzung und Verlustquellen [Stunden p.a.]

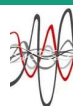


Gesamtkapazität:
 5.000 h [600 t€ FK p.a.]
OEE-Verluste
 900 h p.a. [100 t€]
Technische Nebenzeiten und Stillstände durch Handbedienung:
 2.300 h [270 t€ p.a.]
Verbleibende Nutzungszeit [echte Bearbeitung ohne Nebenzeiten]
 1.800 h [210 t€ p.a.]



Folie 26

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



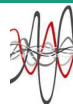
TPM – Total Productivity Maintenance

Die 5 Bausteine des TPM-Konzepts

1. Beseitigung von Schwerpunktproblemen
2. Autonome Instandhaltung
3. Geplantes Instandhaltungsprogramm
4. Schulung und Training
5. Instandhaltungs-Prävention

Folie 29

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TPM – Total Productivity Maintenance

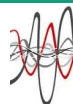
Beseitigung von Schwerpunktproblemen



„Die gummifreie Maschine“: Das konsequente Ersetzen aller Gummiteile verhindert ungeplante Störungen

Folie 30

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



TPM – Total Productivity Maintenance

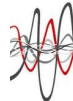
7 Schritte zur autonomen Instandhaltung



Quelle: Al Rhadi, M: Total Productive Maintenance

Folie 31

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



Fraunhofer
IPA

Folie 22

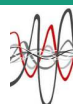
TPM – Total Productivity Maintenance

Welche Instandhaltungsstrategien ist die Richtige?

	Grundidee	Vorteile	Nachteile
Ausfallstrategie	Instandsetzung nach Ausfall	Max. Reserveausnutzung Geringer Planungsaufwand	hohe Ausfallkosten
Präventiv zeitbasiert	Instandsetzung in regelmäßigen Intervallen	Geringer Planungsaufwand geringe Ausfallkosten	Verschwendung von Abnutzungsvorrat
Präventiv zustandsorientiert	Instandsetzung in Abhängigkeit des Abnutzungsvorrats	Geringe Ausfallkosten Hohe Ausnutzung des Abnutzungsvorrats	Hohe Inspektionskosten
Risikobasiert	Strategie in Abhängigkeit des Budgets	Optimale Strategie für gegebenes Budget	Hoher Aufwand für Risikoermittlung

Folie 32

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



Fraunhofer
IPA

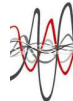
TPM – Total Productivity Maintenance

Der Mitarbeiter als Erfolgsfaktor



Folie 33

© Fraunhofer IPA



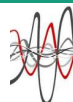
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die – **Rüstzeitoptimierung**

Folie 34

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

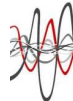
Warum Rüstzeiten reduzieren?

Die Vorteile geringerer Rüstzeiten sind:

- Produktion kleinerer Losgrößen
- Auftragsfertigung
- Reduktion oder Beseitigung von Zwischenlagerbeständen
- Wesentlich höhere Flexibilität
- Höhere Produktivität (Effizienzsteigerung durch geringeren Maschinenstillstand, frühere Ausschusserkennung)
- Reduktion der Rüstkosten durch Standardisierung und Eliminierung von Verschwendung

Folie 35

© Fraunhofer IPA

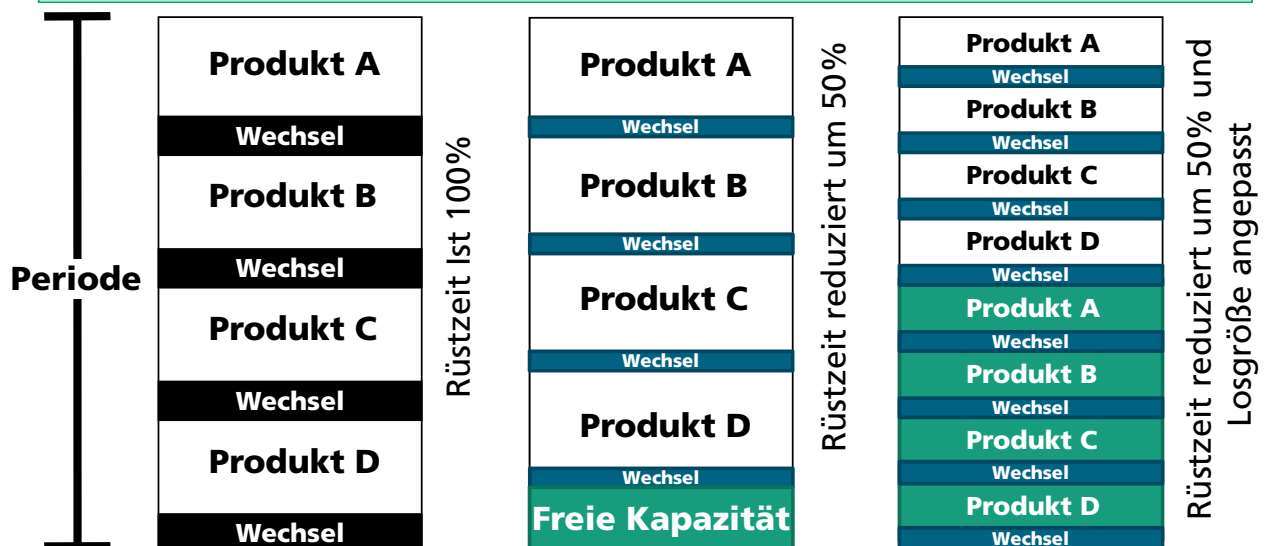


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



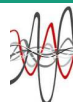
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Eine reine Beschränkung auf Rüstzeitreduzierung steigert die Maschinenkapazität (im Beispiel durchschnittlich 6 Rüstvorgänge pro Woche a 50 min... Potenzial ca. 60 min pro Woche). Nur eine gleichzeitige Anpassung der Losgröße in Verbindung mit häufigerem Rüsten steigert die Flexibilität und entschärft Engpässe.



Folie 36

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Kurze Rüstzeiten reduzieren die direkten Kosten

Die Kosten eines Produktwechsels setzen sich aus Umbaukosten + Anlaufkosten + Opportunitätskosten (entgangener DB) zusammen.

Beispiel

125t Presse, Stundensatz 60 €/Std., Rüster/Bediener 32 €/Std.

Stanz-Biegeteil ca. 200g mit nachgelagerter Wertschöpfung, Preis 0,40 €/Stk.

70 Stk./min, Rüstzeit 135 min

- Umbaukosten (120 min): € 184,-
- Anlaufkosten (100 Teile + 15 min Prüfung): € 63,-
- Opportunitätskosten (135 min x 70 Stk./min x 0,40 €/Stk.): € 3.780,-
- **„Kosten“ des Produktwechsels: € 4.027,-**

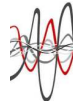
Eine Reduzierung der Rüstzeit:

um 25 % ➔ reduziert die Kosten um ca. € 1.000,- pro Vorgang

um 50 % ➔ reduziert die Kosten um ca. € 2.000,- pro Vorgang

Folie 37

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Kurze Rüstzeiten reduzieren Bestandskosten

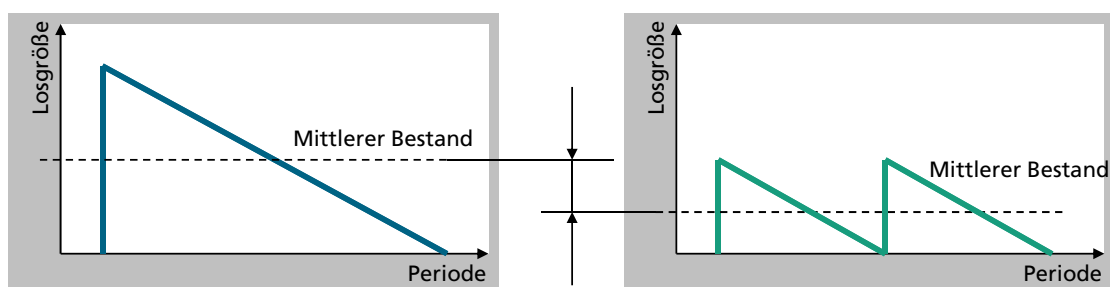
Bestandskosten setzen sich zusammen aus:

Lagerhaltungskosten + Kapitalbindungskosten (Mittelbedarf und Zins, Abwertung)

- Hohe Rüstanteile werden meist durch große Losgrößen kompensiert
- Große Losgrößen führen zu hohen Lagerbeständen
- Hohe Lagerbestände führen zu hohen Bestandskosten

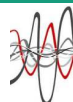
Eine Reduzierung der Wechselzeit:

um 50 % ➔ reduziert die Bestandskosten um ca. 50% pro Periode



Folie 38

© Fraunhofer IPA

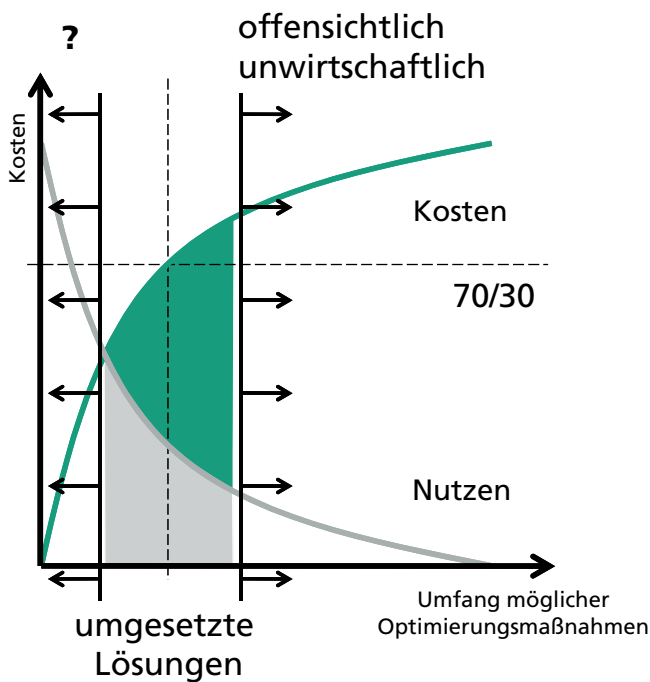


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Im Einsatz ist oft ein Kosten-Nutzenverhältnis < 1 zu finden

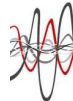


Kennzeichen:

- Hohe auftragsbezogene Investitionen (Lehren, Vorrichtungen), sehr viele Betriebsmittel an der Maschine/Anlage, wenig Bewegungsfreiheit
- Aufgaben des Bedieners sind : Prozessoptimierung, Umrüsten, Störungsbeseitigung, interne Logistik, Kosten- und Qualitätsverantwortung
- Eine Vielzahl von Arbeiten (Entgraten, Kontrollen, etc.) laufen hauptzeitparallel
- Turbulenzen in der Auftragssteuerung
- Viel Auftragsbestand vor der Maschine/Anlage – Rüstzeitoptimierung durch Zusammenfassen von Aufträgen
- Viele fallweise Entscheidungen
- Sehr viele „Rüstdokumente“
- Wenig Standardisierung

Folie 39

© Fraunhofer IPA

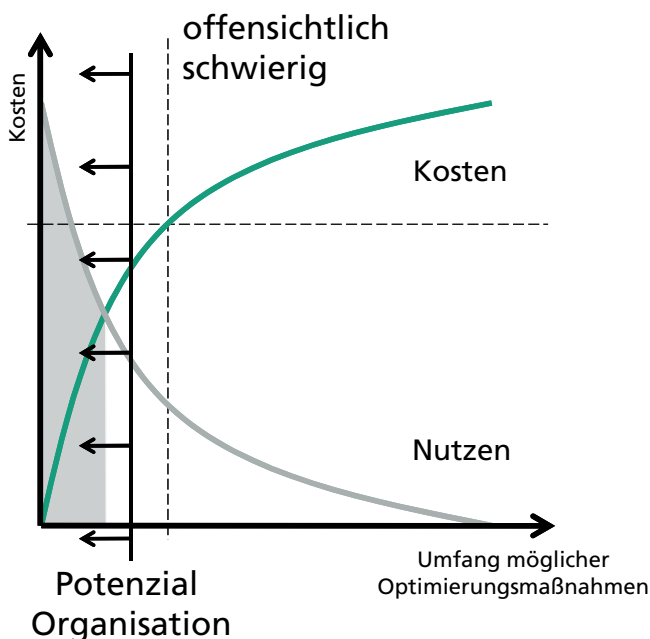


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Beseitigen von Verschwendung und der Fokussierung auf Wertschöpfung



Herausforderungen an die Organisation:

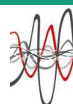
- Zielkonflikt Auslastung:
Wo liegen die Prioritäten?



- Zielkonflikt Verschwendung:
Was versteht die Organisation unter Verschwendung?
- Zielkonflikt Prozessintegration:
Soll die Wertschöpfung von indirekten Tätigkeiten (Logistik, Störungsbeseitigung etc.) befreit werden?
- Zielkonflikt Standardisierung:
An was richtet sich die Organisation in Zukunft aus?

Folie 40

© Fraunhofer IPA

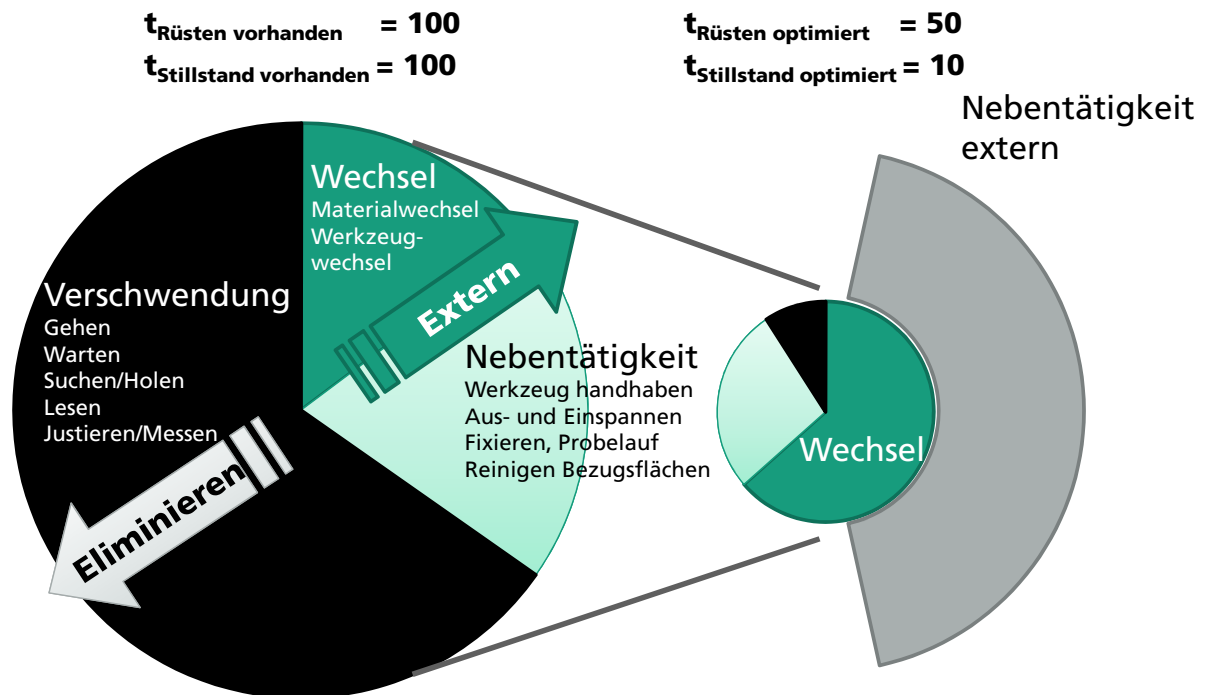


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Ziele von Rüstzeitreduzierung



Folie 41

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Verschwendung beim Umrüsten

Bestand

- Zuviel Werkzeug, zu viele Behälter, Material am Arbeitsplatz → erst umräumen dann rüsten
- Störende Betriebseinrichtungen, Schränke, Regale etc.

Suchen

- Werkzeuge, Informationen, Betriebsmittel suchen
- Etwas orientieren, in die Einbaulage bringen müssen

Transport

- Gehen von A nach B
- Dinge holen, etwas mit dem Hallenkran bewegen

Justage / Einstellen

- Werkzeuge, Vorrichtungen einstellen → prüfen → korrigieren
- Auf- und Zudrehen von Schrauben, Spindeln
- Einstellen von Anschlägen, Positionen
- Maschinenparameter bei Wiederholaufträgen eingeben bzw. prüfen
- Verschlauchung von Werkzeugen

Warten

- Warten auf Freigabe, Erreichen von Soll-Parametern
- Warten aufgrund von nichtsynchrone Tätigkeiten
- Warten im Einfahrprozess

Fehler

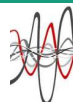
- Mängel, Störungen an Betriebsmitteln die im Anfahren erst identifiziert werden
- Vertauschungen, Fehlinterpretationen

Prozessbedingte Verschwendung

- Mechanische Mengendosierung durch Auswechseln von Bauteilen anstelle von elektronischer Regelung durch Geschwindigkeit
- Futterwechsel beim Drehen → festhalten an prozesstechnisch veralteten Konzepten

Folie 42

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



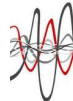
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Das Rüstzeitmodell des Fraunhofer IPA ist in vier Phasen gegliedert.

1. **Dokumentation IST , Videoaufnahme, Spaghettidiagramm, Sichtung Dokumente**
2. **Videoanalyse und Auswertung: Kuchendiagramme, Gehwege**
3. **Workshop „Lernen und Tun“**
 - Rüstzeitspiel
 - Schulung
 - Auswertung Dokumentation IST
 - Maßnahmenplan mit Verantwortlichkeiten
4. **Review Workshop**
 - Videoaufnahme, Spaghettidiagramm, Sichtung Dokumente
 - Auswertung
 - Kontrolle Maßnahmenplan

Folie 43

© Fraunhofer IPA



**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**

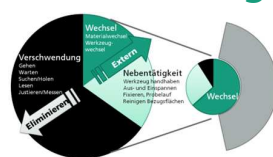


SMED – Single Minutes Exchange of Die

Rüstzeitoptimierung ist ein Veränderungsprozess, der eine hohe Akzeptanz der Beteiligten erfordert.



Videoaufnahme in
Verbindung mit
einem Spaghetti-
diagramm



Videoanalyse
Sensibilisierung der
Mitarbeiter durch
Dokumentation der
Potenziale



Schulung und
Maßnahmen-
workshops mit den
Mitarbeitern



Konsequente
Begleitung der
Umsetzung

Erfolgsfaktoren

- Ist die Maschine/Anlage ein Engpass?
- Mit wie vielen Mitarbeitern wird gerüstet?
- Betriebsrat einverstanden?

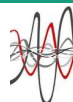
- Welche Zielvorgaben und Randbedingungen bestehen?
- Wie fein muss analysiert werden?
- Wie groß ist das Einsparpotenzial?

- Wie sieht das Team aus?
- Welche Spielregeln gelten?
- Wer ist für die einzelnen Maßnahmen verantwortlich?
- Ist das Einsparpotenzial von allen Beteiligten anerkannt?

- Wie sehen die Regeltermine aus?
- Wer kontrolliert den Projektfortschritt?
- Wie wird das Ergebnis gemessen?

Folie 44

© Fraunhofer IPA



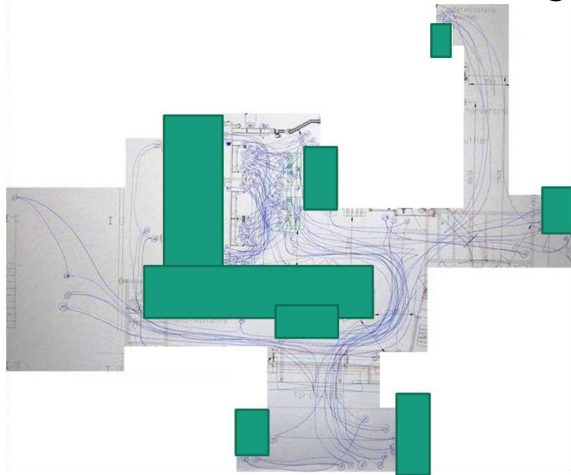
**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Dokumentation IST - Es werden Videos aufgezeichnet und Wege, Werkzeuge, Arbeitsschritte aufgenommen

- Rüstvorgang mit Video aufnehmen
- Gehwege im Layout zeichnen „Spaghettidiagramm“
- Dokumentieren welche Werkzeuge und Hilfsmittel zum Einsatz kommen



Kennzahlen dazu:

Benötigte Rüstzeit 52 min

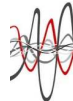
Darin enthalten 132 Positionswechsel

Zurückgelegte Wegstrecke ca. 1.100 m

Zeitanteil für **Gehen** 17,5 min

Folie 45

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



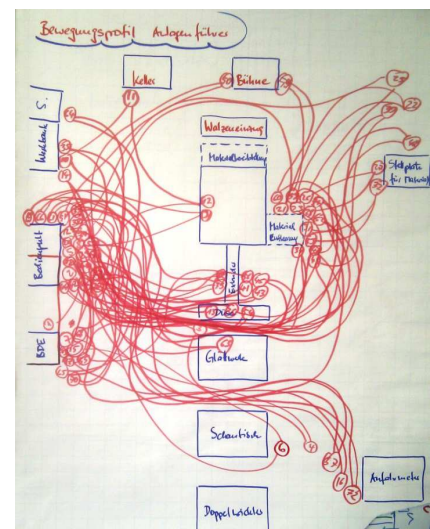
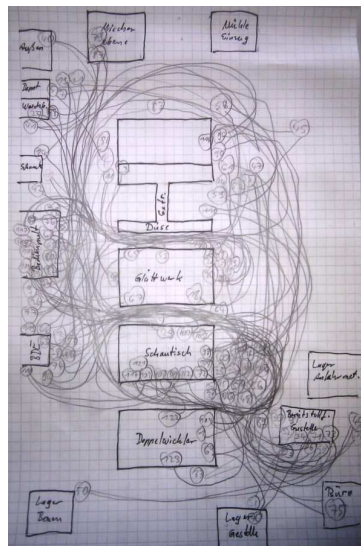
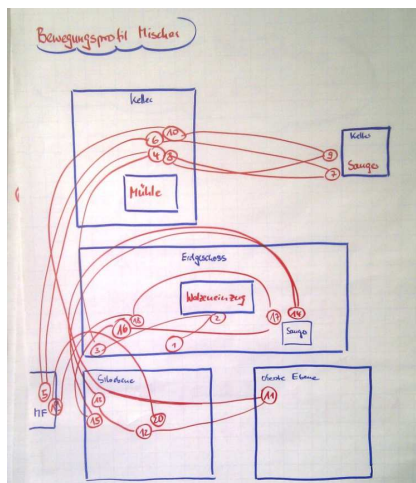
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Beispiel von Spaghetti-Diagrammen bei 3 gleichzeitig rüstenden Mitarbeitern

Bewegungsprofil 1:
ca. 20 Positionsveränderungen

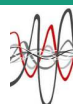
Bewegungsprofil 2: ca. 100
Positionsveränderungen

Bewegungsprofil 3:
ca. 130 Positionsveränderungen



Folie 46

© Fraunhofer IPA



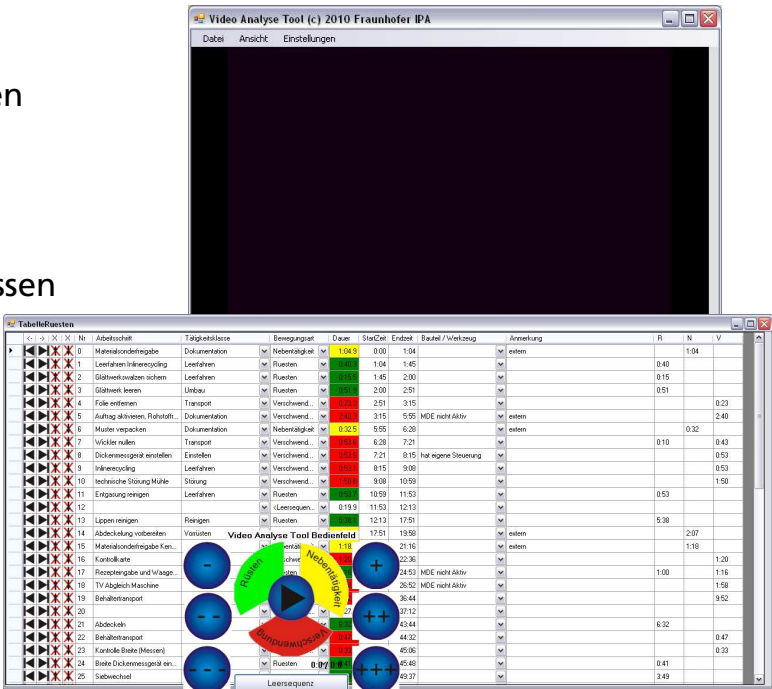
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die Die Videoanalyse

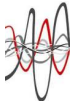
Die Videoaufnahme analysieren

- Identifizieren von Verschwendung und Nebentätigkeiten
- Zuordnen von Tätigkeitsklassen
- Trennen von internen und externen Tätigkeiten
- Definition von Potenzialen



Folie 47

© Fraunhofer IPA

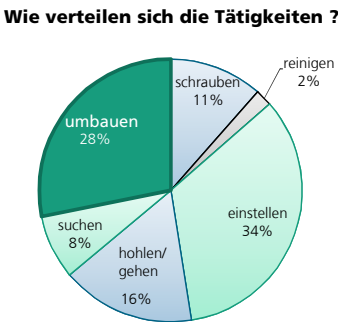
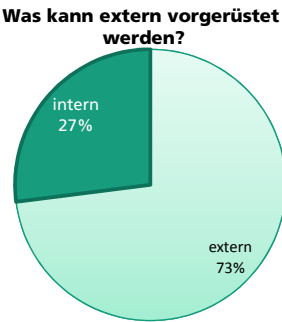
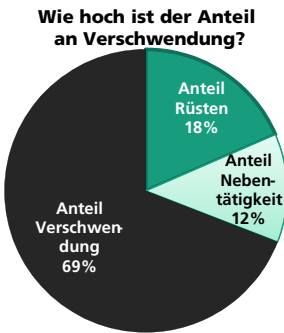


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



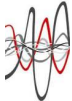
SMED – Single Minutes Exchange of Die Auswertung am Beispiel Tiefziehpresse

Nr.	U-Nr.	Arbeitsschritt	Tätigkeitsklassen	Zeit [min]	Zeit [s]	Zeit	Verschwendung	Nebentätigkeit	Rüsten	Extern	Intern
1	1	Lichtschranke umbauen	einstellen	2,00	12000:02:00		100	20		x	
2	2	Putzen Schrauben eindrehen	reinigen	0,50	3000:02:30		30			x	
2	1	Positionswechsel	hohlen/gehen	0,08	500:02:35		5				x
3	1	Schrauben eindrehen	schrauben	0,42	2500:03:00		25		x	x	
3	2	Positionswechsel	hohlen/gehen	0,08	500:03:05		5				x
4	2	Schütze abbauen	umbauen	0,33	2000:03:25			20			x
4	1	Positionswechsel	hohlen/gehen	0,08	500:03:30		5				x
5	2	Presse zufahren	umbauen	0,50	3000:04:00			30		x	
5	3	Pratzen lösen	schrauben	0,42	2500:04:25			25		x	
5	1	Positionswechsel	hohlen/gehen	0,08	500:04:30		5			x	
6	2	Pratzen lösen	schrauben	0,67	4000:05:10			40		x	
6	1	Positionswechsel	hohlen/gehen	0,08	500:05:15		5			x	
7	2	Presse auffahren	umbauen	0,50	3000:05:45			30		x	
7	3	Kabel anbinden	einstellen	0,25	1500:06:00		15			x	
7	4	Rollenschiene einbauen	umbauen	0,25	1500:06:15			15		x	
7	1	Positionswechsel	hohlen/gehen	0,08	500:06:20		5			x	
7	2	Rollenschiene suchen	suchen	0,50	3000:06:50		30		x		x



Folie 48

© Fraunhofer IPA

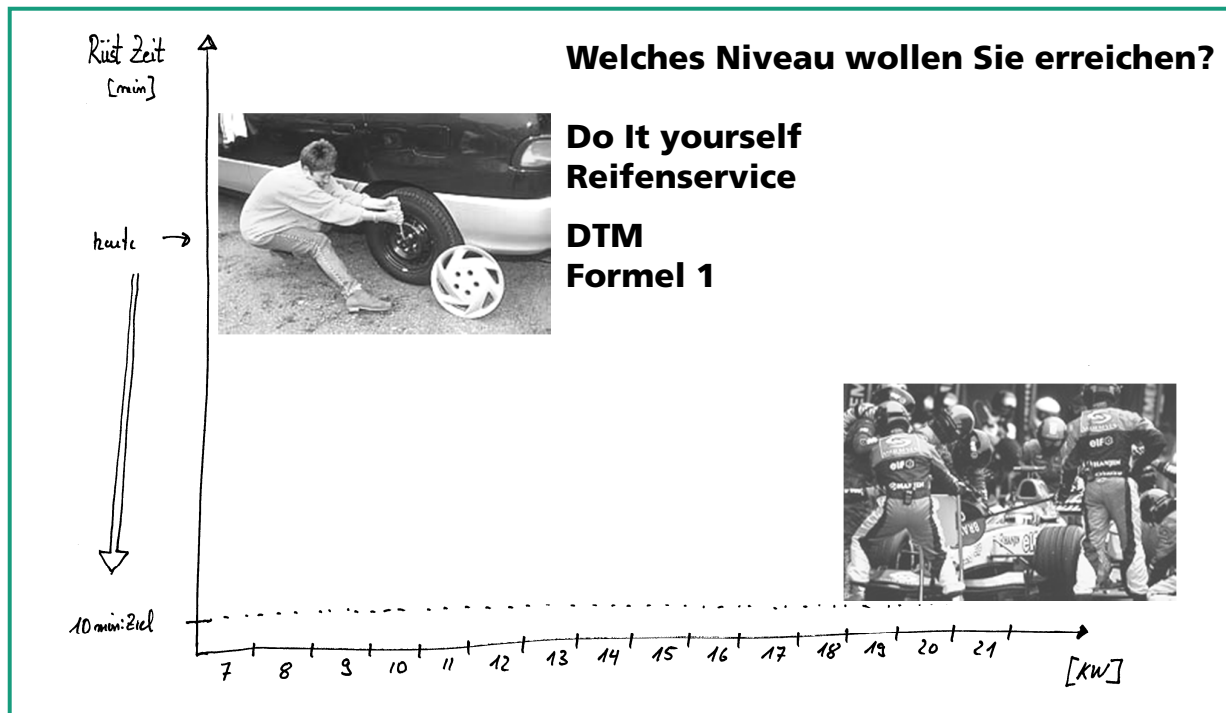


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



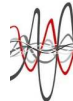
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Welche Ziele werden verfolgt?



Folie 49

© Fraunhofer IPA

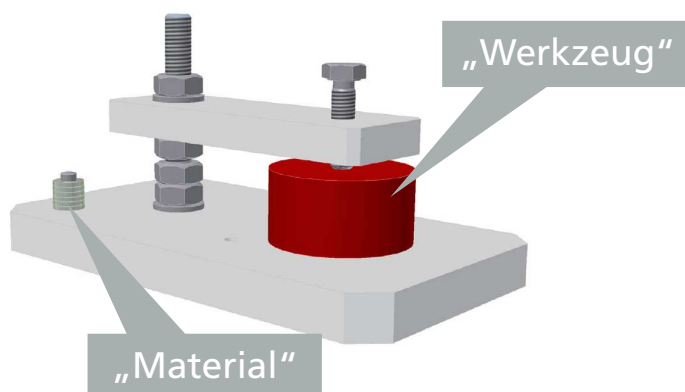


**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Das Rüstzeitenspiel als Teil des Workshops: Schult eine strukturierte und zielorientierte Vorgehensweise.

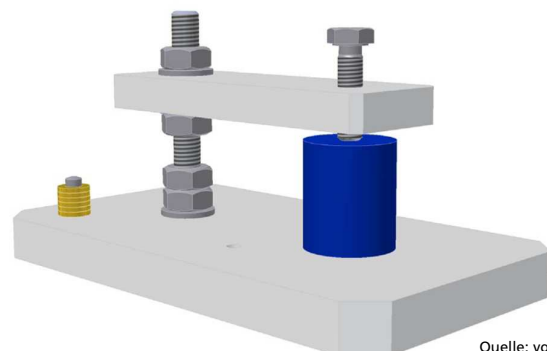


1. Durchgang:
„Kaltes Rüsten“ – keine Vorbereitung,
keine Pläne, keine Struktur

2. Durchgang:
Prozessoptimierung – Ordnung,
Strukturierung, Absprache,
Vorbereitung

3. Durchgang:
Eliminieren von Hauptzeitfressern

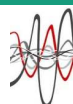
4. Durchgang:
Eliminieren von Kontroll- und
Verstelloperationen, Standardisierung



Quelle: vgl. Brose

Folie 50

© Fraunhofer IPA



**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



SMED – Single Minutes Exchange of Die Mitarbeiterschulung

Organisation

Abläufe
Betriebsmittel-
organisation
Unterlagen
5S
Personalzuordnung
Poka Yoke

Personal

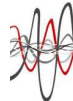
Qualifikation
Schulung
Motivation
Anreize
KVP

Technik

Werkzeuge
Vorrichtungen
Spannmittel
Messmittel
Material
Maschine

Folie 51

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die Die 5 Schritte von 5S



„Entfernen alles Unnötigen vom Arbeitsplatz“

„Zur Aufgabenerfüllung Benötigtes in eine sichtbare
Ordnung bringen“

„Arbeitsumgebung säubern und sauber halten“

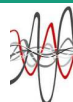
„Ordnung und Sauberkeit zur Regel machen“

„Einhaltung und ständige Verbesserung der
Maßnahmen sichern“

**„Alles hat seinen festen Platz, ist sauber und bereit zum
Gebrauch.“**

Folie 52

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Internes und externes Rüsten

Internes Rüsten

Durchführung während des Stillstands

- Auswechseln voreingestellter, geprüfter Werkzeuge und Vorrichtungen
- Korrekturmaßnahmen an Werkzeugen und Vorrichtungen – ist aber zu eliminieren
- Laden von Materialien / Teilen / Baugruppen in Handhabungs- und Zuführeinrichtungen
- Versorgung der Produktionsanlagen mit Betriebsstoffen
- Reinigung von Aufspann- und Bezugsflächen

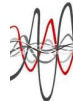
externes Rüsten

Durchführung bei laufender Maschine

- Voreinstellung und Prüfung von Werkzeugen
- Werkzeug- und Materialbereitstellung, -beschaffung und -verwaltung
- NC-Programmierung / -verwaltung
- Transporte / Transportsteuerung
- Mängelbeseitigung z.B. an Vorrichtungen und Werkzeugen
- Reinigung

Folie 53

© Fraunhofer IPA

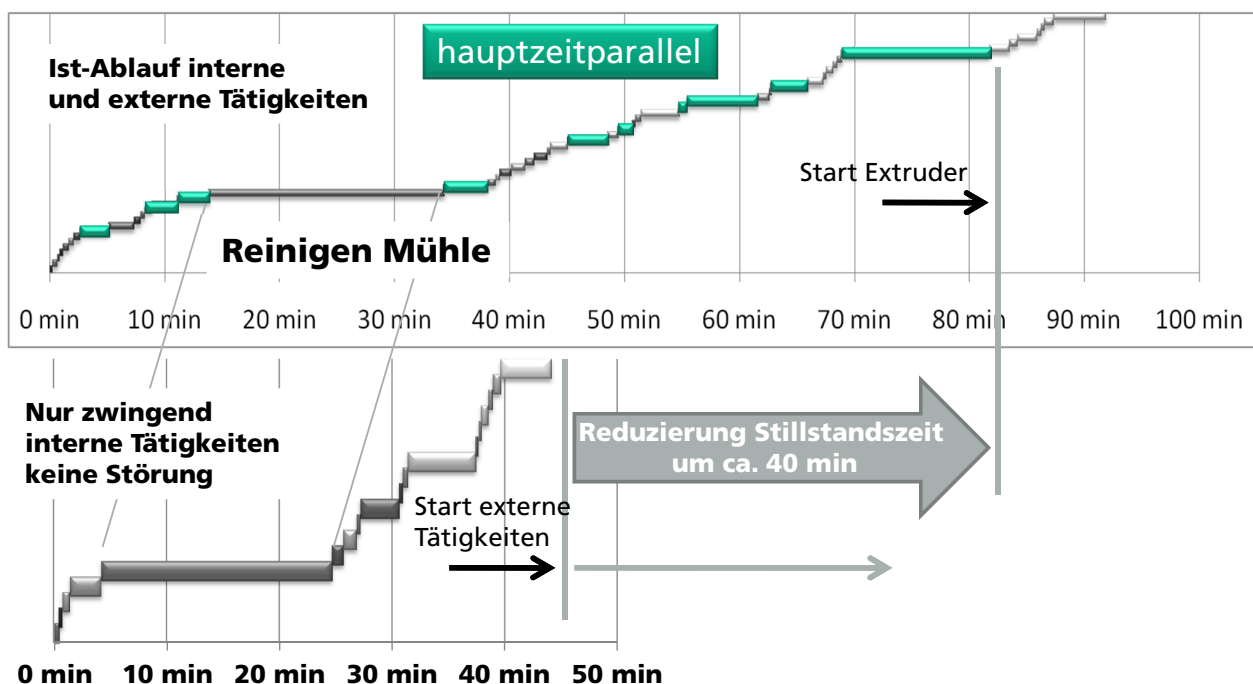


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



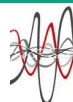
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Optimierter Rüstprozess am Beispiel Extrusion



Folie 54

© Fraunhofer IPA

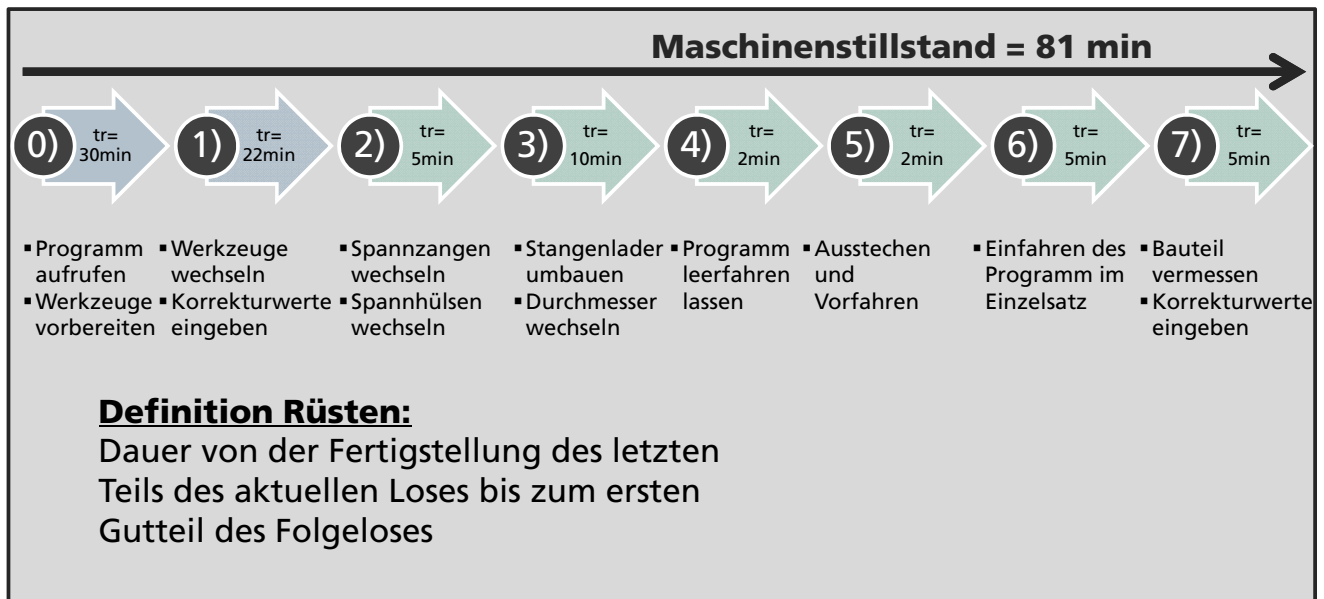


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



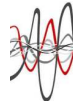
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Klassischer Rüstprozess am Beispiel CNC-Drehen



Folie 55

© Fraunhofer IPA

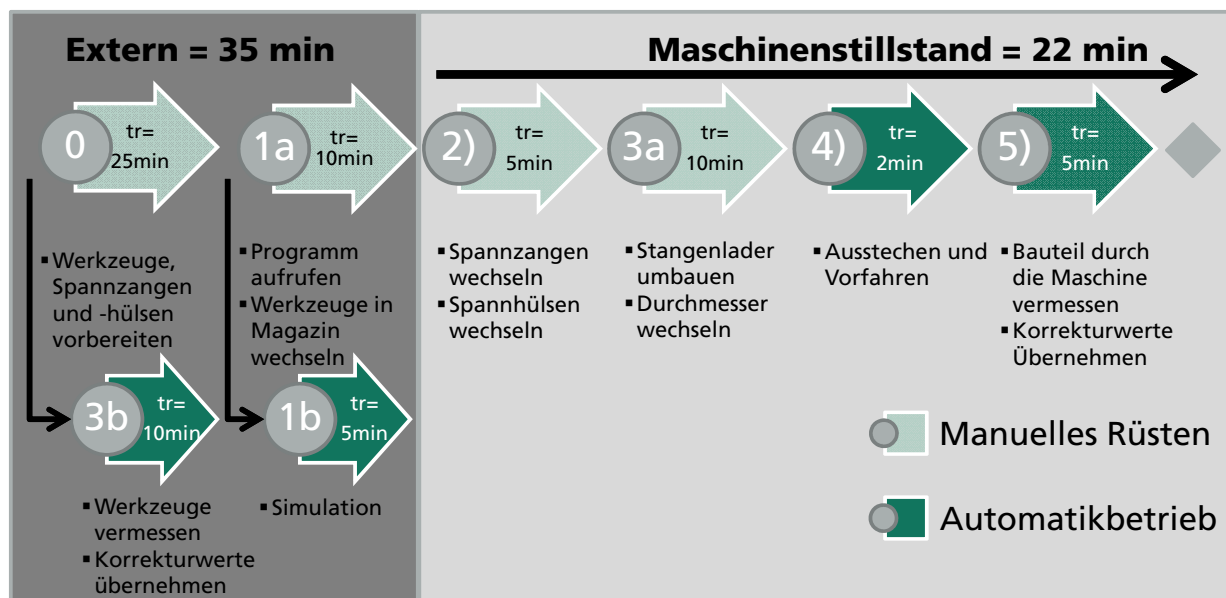


Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



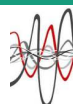
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Optimaler Rüstablauf



Folie 56

© Fraunhofer IPA



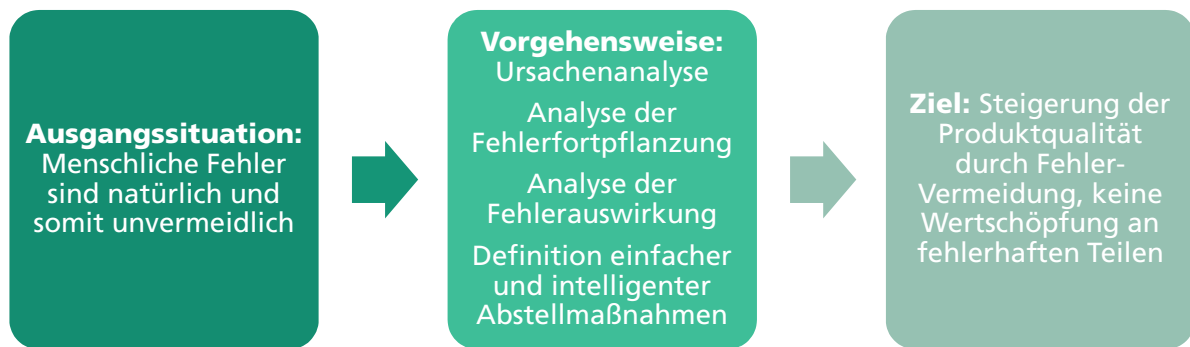
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Poka Yoke – Kernbestandteil des Toyota Produktionssystems

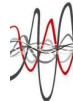
Poka Yoke: „dumme Fehler – Vermeidung verfolgt das Ziel die Null-Fehler-Produktion zu erreichen. Werden Fehler festgestellt, wird die Ursache ergründet. Lässt sich die Ursache vermeiden, so wird sie im Sinne von Poka Yoke so gut wie möglich abgestellt und tritt bestenfalls gar nicht mehr auf.



Quelle: vgl. Shigeo

Folie 57

© Fraunhofer IPA



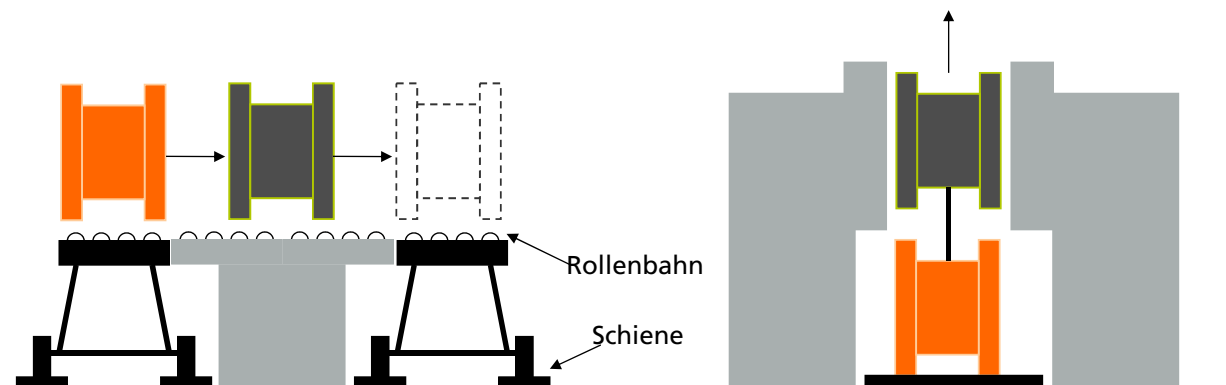
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

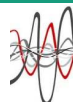
Mitarbeiterschulung Technik

- Der Einsatz von Kränen bzw. Gabelstaplern bei Pressen und Gießmaschinen für das Handling der schweren Formwerkzeuge verursacht Verschwendung und Wartezeiten.
- Verlagerung der Hebetätigkeiten ins externe Umrüsten durch Verwendung von speziellen Umrüstwagen mit Rollenbahnen auf Höhe des zu wechselnden Werkzeuges.
- Drehtische sparen eine weitere Bewegung ein.
- Beste Lösung: Das  - Prinzip ermöglicht das gleichzeitige Herausschieben des alten und das Hineinschieben des neuen Werkzeuges.



Folie 58

© Fraunhofer IPA



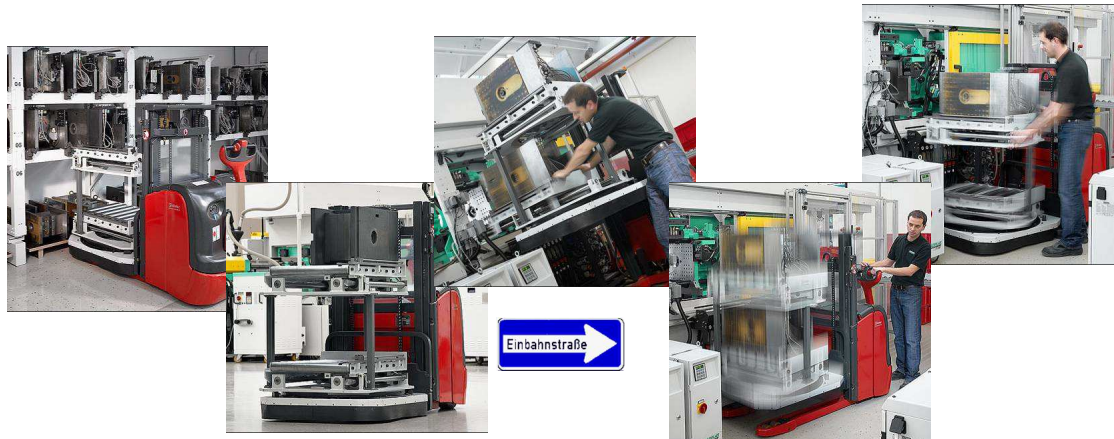
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die Mitarbeiterschulung Technik

Automatisierungslösungen sind kostenintensiv. Zuerst sollten die einfachen kostengünstigen Maßnahmen umgesetzt werden.

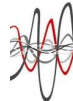
Im Beispiel wird das neue Werkzeug aus dem Werkzeugregal entnommen und in einem drehbaren Zweiebenenpuffer zur Maschine transportiert und bereitgestellt. Der Puffer nimmt das eingebaute Werkzeug auf. Ein Hebekran kann komplett entfallen.



Quelle: <http://www.arburg.com>

Folie 59

© Fraunhofer IPA



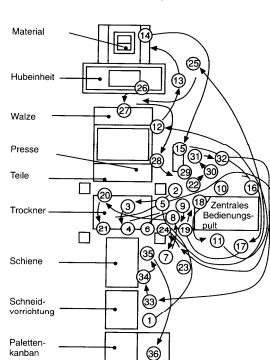
Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



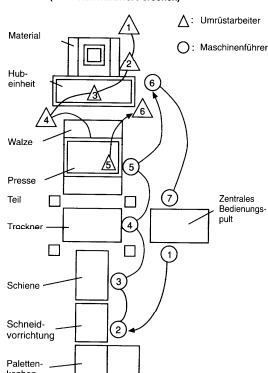
SMED – Single Minutes Exchange of Die Mitarbeiterschulung Videoanalyse

- Präsentation der Ergebnisse der Aufnahme (modifiziertes Spaghettidiagramm etc.)
- Der aktuelle Rüstvorgang wird im Projektteam analysiert - Was haben Sie erkannt?
- Veränderung des Denkens durch Vogelperspektive, weg von der operativen Problemlösung

Vorher (Umrüsten mit einer Person)



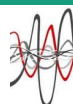
Nachher (Umrüsten mit zwei Personen)



Nr.	Was stört uns?	Abstellmaßnahme	Ziel der Maßnahme	Wer	Wann	Check

Folie 60

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



SMED – Single Minutes Exchange of Die

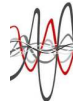
Ergebnisse Beispiel – Abfüllanlage Maßnahmen und Potenziale

Nr.	Wer?	Maßnahmen	Ziel	Potenzial Rüsten	Maßnahmen Stufe 1	Maßnahmen Stufe 2	Potenzial Prozess	Wer	Wann	Check
1	Materialhandling & Bestellung durch MA	eigentlich Materialbereitstellung durch Logistik extern & vor dem Beginn	Rüster & Werker frei von Materialhandling - > Zeit	3,3 min		3,3 min	30 min je Schicht	FD	4 Wo	
2	Anziehen & Waschen		Verringern von Stillstand	1,5 min	1,5 min					
3	Füllzylinder & -trichter wechseln	Programme 3 Stk. Sensoren 3 Stk.	kein Umbau kein Messen kein Einfahren	7,5 min 3,5 min 2,0 min	7,5 min 3,5 min 2,0 min			WG/M S	3 Wo	
4	Förderschnecke & Trichter wechseln	1 Schnecke & 2-3 Programme	kein Umbau 4,5 Min Schnecke nicht füllen	4,5 min 2,0 min	4,5 min 2,0 min			WG/M S	3 Wo	
	Kurbel auf Rückseite	Kurbel nach hinten	kein Weg 0,7 Min	0,7 min	0,7 min					
5	Drehsteller wechseln Stifte einstellen	1 Drehsteller	kein Umbau	3,0 min		3,0 min		WG/M S	3 Wo	
6	hoher Umbauaufwand zuviel zu prüfen viel Stillstand	neue, entkoppelte Prüfung der Kartuschendeckel bestehende verschrotte	kein Umbau mehr Platz gewonnen Engpass ist Laser	10,2 min		10,2 min	13 sec je produzierter Einheit	FD		
7	Einstellung der Höhe der Etikettendrucker Kurbel oben	Kurbel an der Seite andere Steigung	Ergonomie	0,5 min	0,5 min			MF	2 Wo	
8	Transportbänder mit Höhendifferenz - > Teile kippen, fallen um	(Instandsetzen) Erneuern	keine Teile fallen um kein Stau Erhöhung der Produktivität					WG	1 Wo	
				Rüsten IST	Potenzial	Stufe 1	Stufe 2			
				66,2 min	38,7 min	22,2 min	16,5 min			

Reduktion um 33% 59%

Folie 61

© Fraunhofer IPA



**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



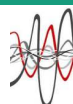
SMED – Single Minutes Exchange of Die

Mitarbeiterschulung Review Workshop

- Der optimierte Rüstvorgang wird vom Rüstteam (IPA moderiert) analysiert
- Prüfung und Sichtung von Prozessbeschreibungen, Rüstplänen, Checklisten
- Prüfung internes und externes Rüsten
- Dokumentation des Projektfortschritts
- Videoaufnahme des Rüstvorgangs
- Darstellung der Wege im Spaghettidiagramm
- Video analysieren
- Definition von Zusatzmaßnahmen
- Ableitung von Standards für die Werkzeug-, Vorrichtungs- und Maschinenentwicklung

Folie 62

© Fraunhofer IPA

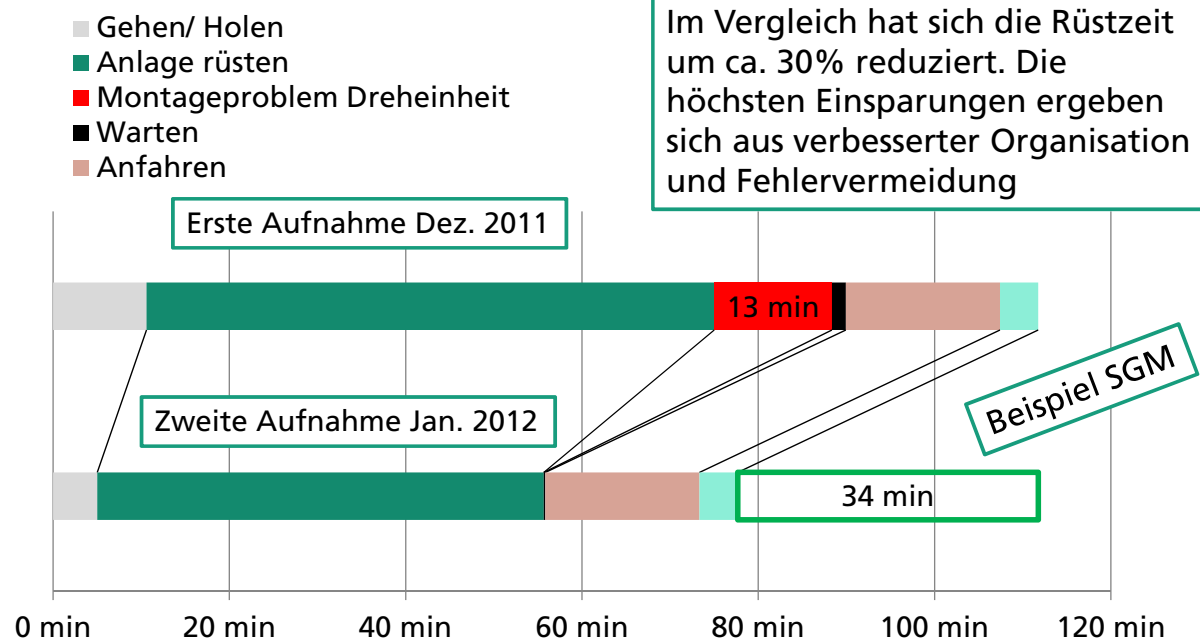


**Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung**



SMED – Single Minutes Exchange of Die

Gegenüberstellung der Verbesserung



Folie 63

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



Zukunft

Innovation

Ihre Ansprechpartner:

Fabrikplanung und Produktionsoptimierung
Nobelstrasse 12
70569 Stuttgart

Timo Denner

Tel. +49 (0) 711 / 970 - 1082

Fax. +49 (0) 711 / 970 -1009

E-Mail: Denner@ipa.fraunhofer.de

Daniel Stengel

Tel. +49 (0) 711 / 970 - 1232

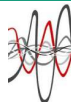
Fax. +49 (0) 711 / 970 -1009

E-Mail: Stengel@ipa.fraunhofer.de



Folie 64

© Fraunhofer IPA



Seminar
Produktionsplanung und
Prozessoptimierung



PRODUKTIONSPLANUNG UND PROZESSOPTIMIERUNG