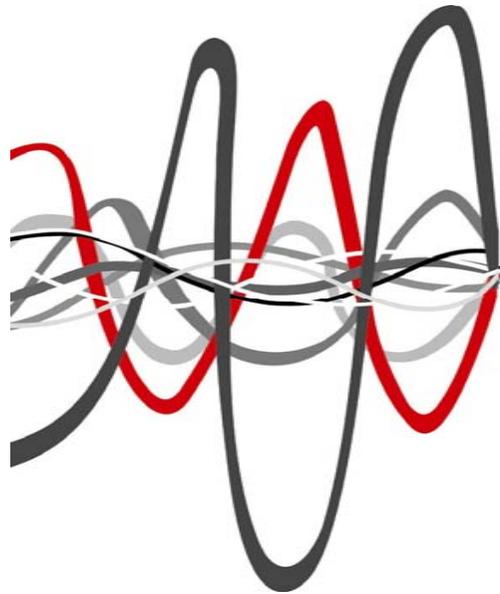
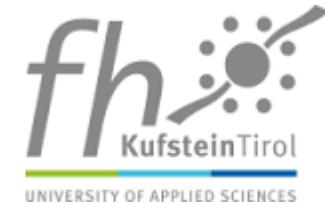


Wozu überhaupt Lean? »Wie Sie mit Wertstromdesign Ihre Produktion systematisch optimieren!«

11. PQM-Dialog »Lean Tools - erfolgreiche Anwendungsbeispiele«
15. April 2016, FH Kufstein



Dr. Klaus Erlach

Fraunhofer Institut für
Produktionstechnik und
Automatisierung IPA



www.wertstrom.de
www.wertstromdesign.de
www.energiwertstrom.de



Dr. Klaus Erlach
© Fraunhofer IPA 2016
Folie 1

www.wertstromdesign.de



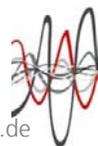
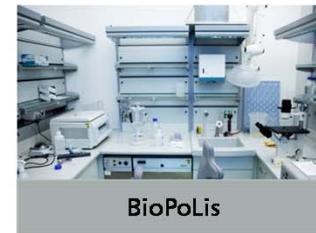
11. PQM-Dialog Kufstein
Wertstromdesign



Fraunhofer IPA, Stuttgart – Zahlen und Fakten 2014

Auf Wachstumskurs

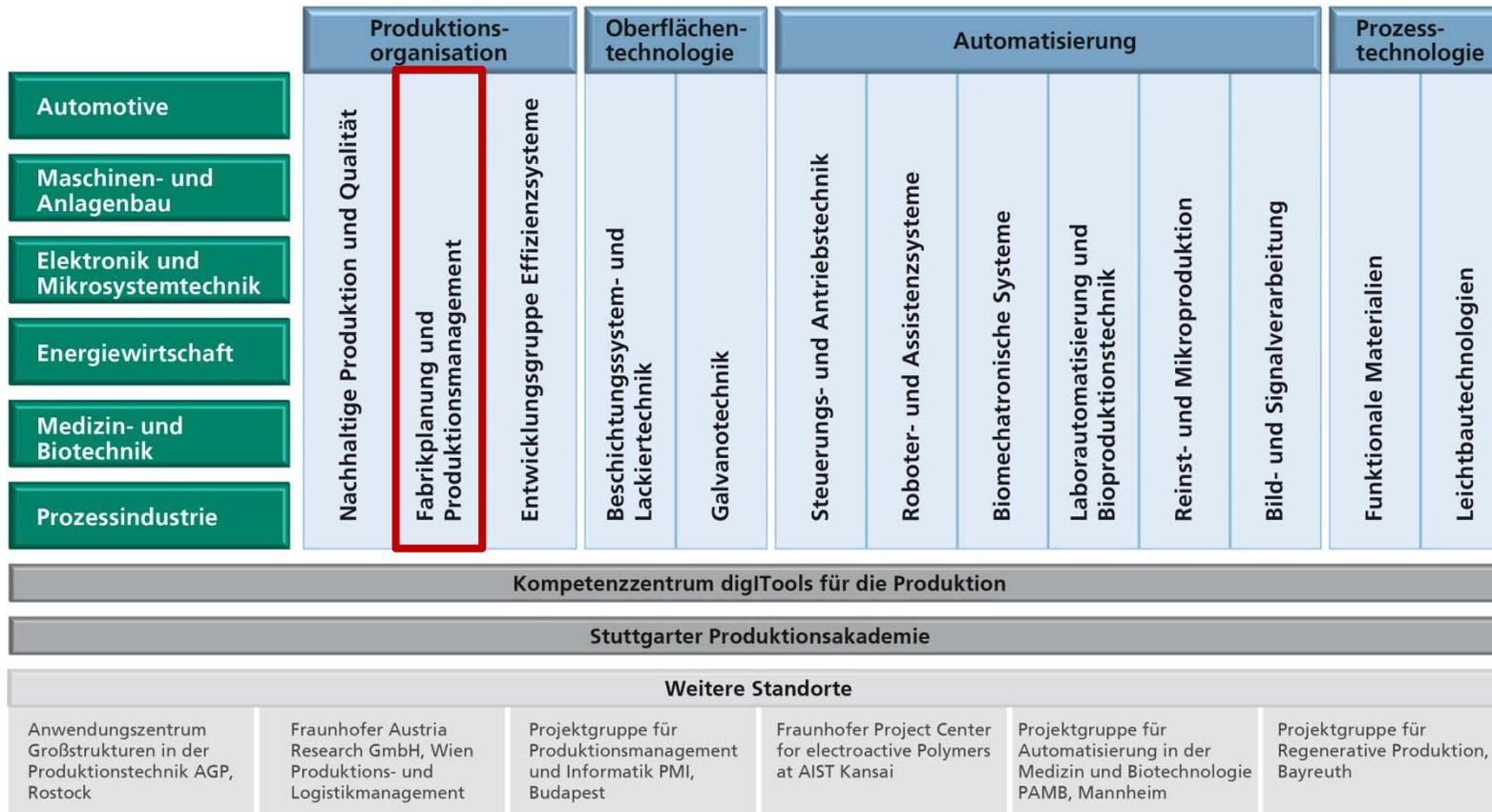
- Betriebshaushalt in Mio. € 60,3
- Wirtschaftserträge in Mio. € 22,3
- Anzahl Mitarbeiter 490
- Mitarbeiter verbundene Institute Uni Stuttgart 180



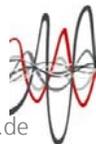
Aufteilung nach Geschäftsfeldern und Arbeitsgebieten

Eine interdisziplinäre Organisation

Institutsleitung Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

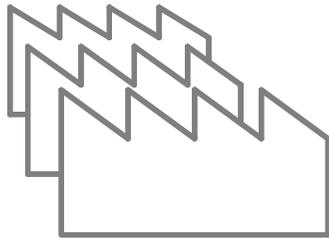


Stand: 04.2015



Leistungsangebote in Fabrikplanung und Produktionsmanagement

Supply Chain
Management

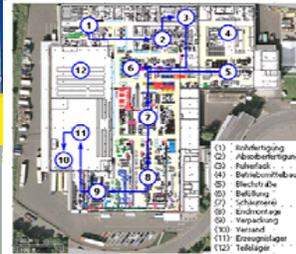


Produktionsstrategieplanung

Fabrikplanung & Standortbewertung



Standortvergleich
Werkstrukturplanung
Layoutplanung



Produktionsoptimierung
& Wertstromdesign

Schlanke Produktionssysteme und Auftragsabwicklung



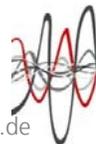
Fertigungs-/Montage-
systemplanung



Intralogistik

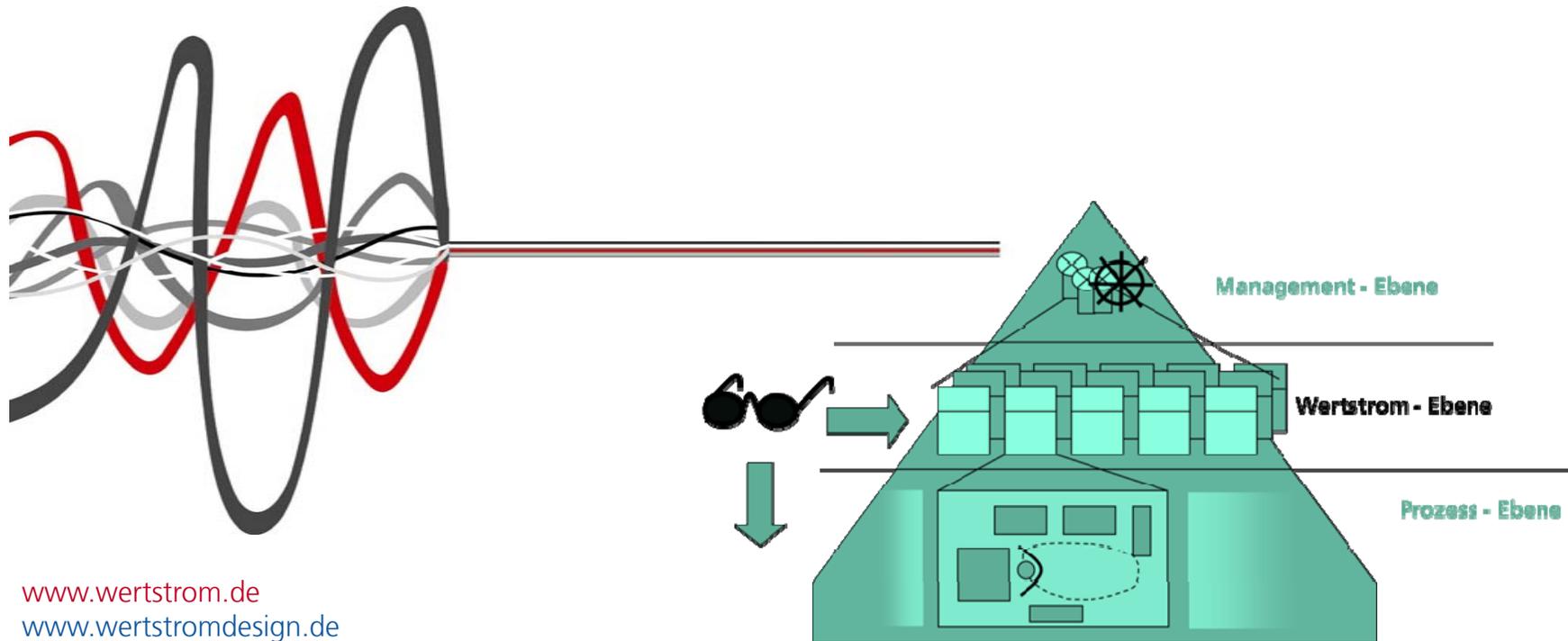


Produktionsplanung und
-steuerung & IT



1. Wertstromanalyse

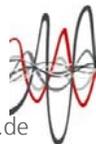
Die transparente Fabrik – Kennzahlen der Wertstromanalyse



www.wertstrom.de
www.wertstromdesign.de
www.energiwertstrom.de

Dr. Klaus Erlach
© Fraunhofer IPA 2016
Folie 5

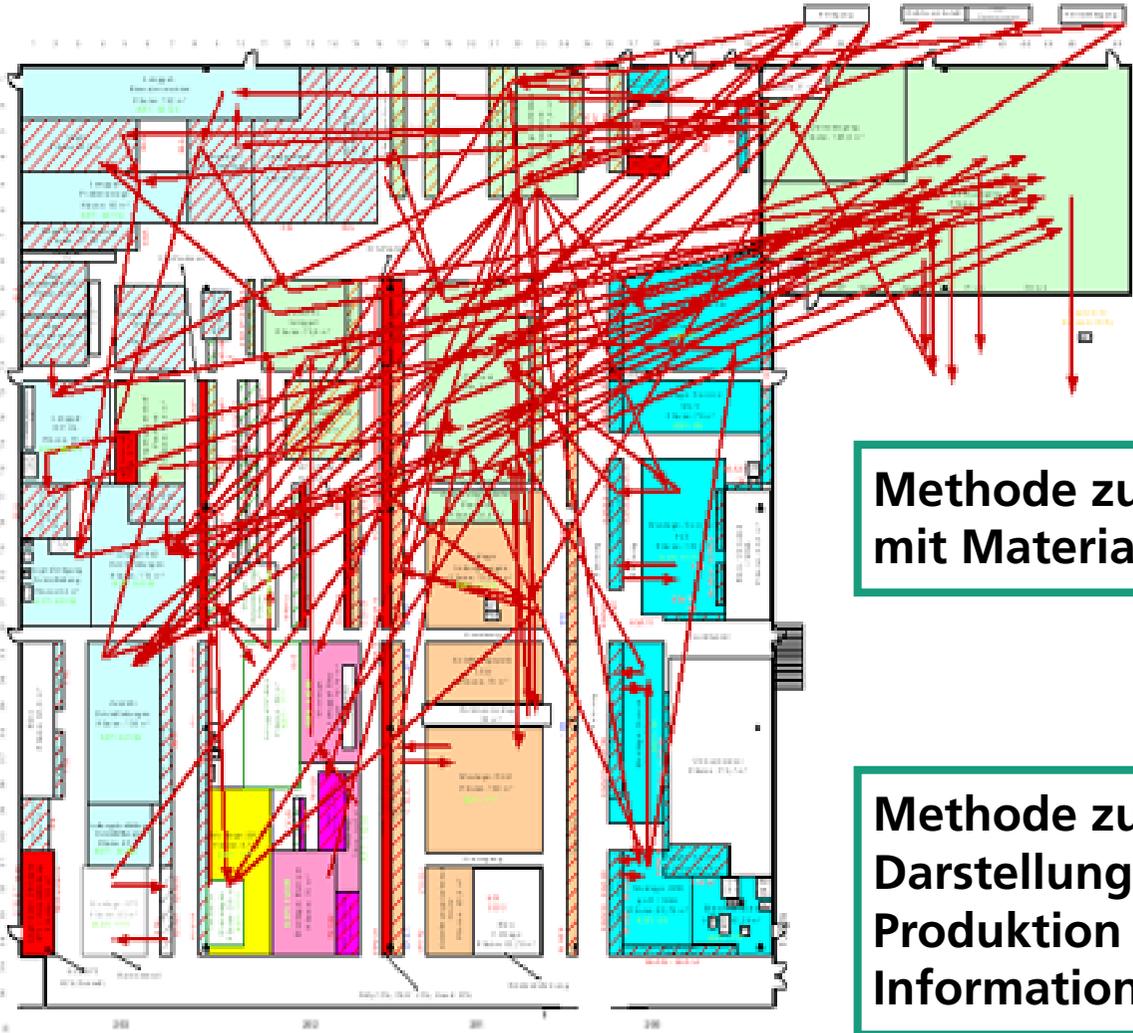
www.wertstromdesign.de



11. PQM-Dialog Kufstein
Wertstromdesign



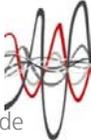
Was sehen Sie ?



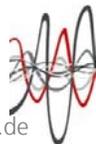
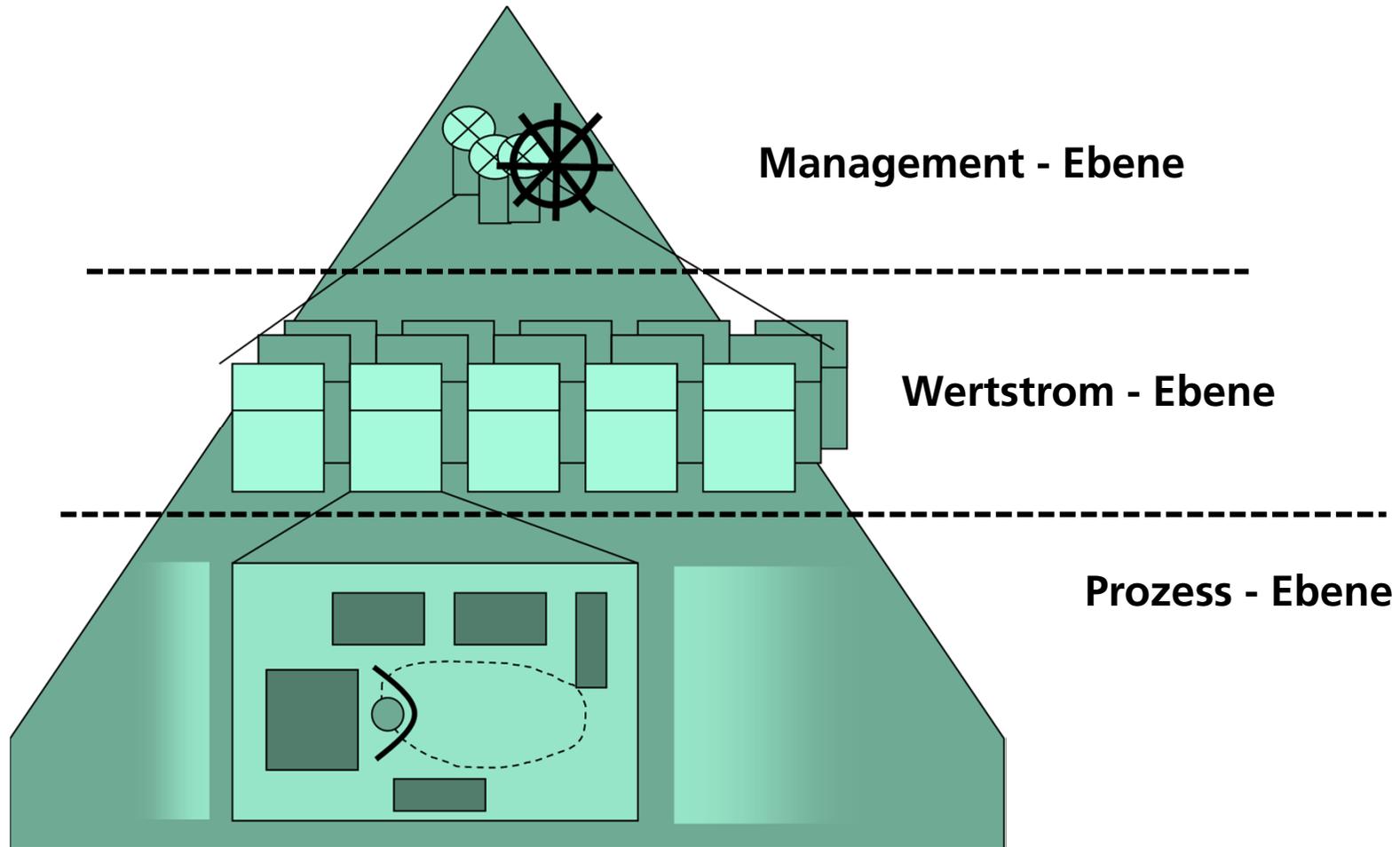
Wie sehen Sie mehr

Methode zur Darstellung der Fabrik mit Materialfluss

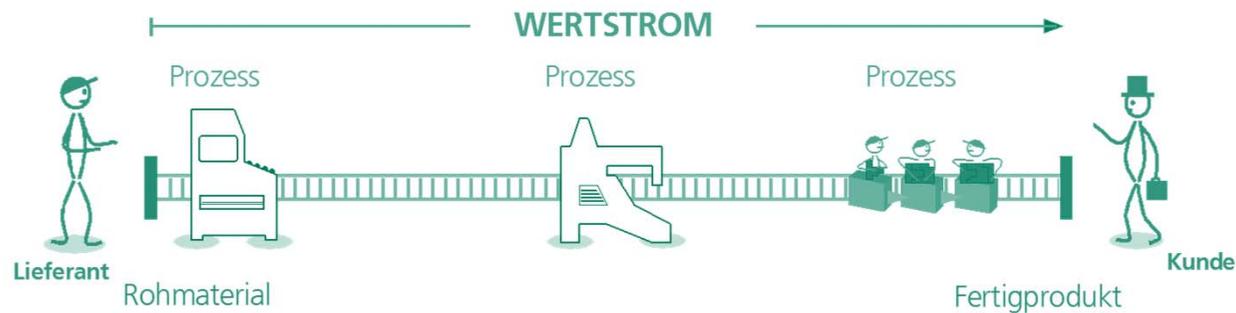
Methode zur transparenten Darstellung der gesamten Produktion mit Material- und Informationsfluss



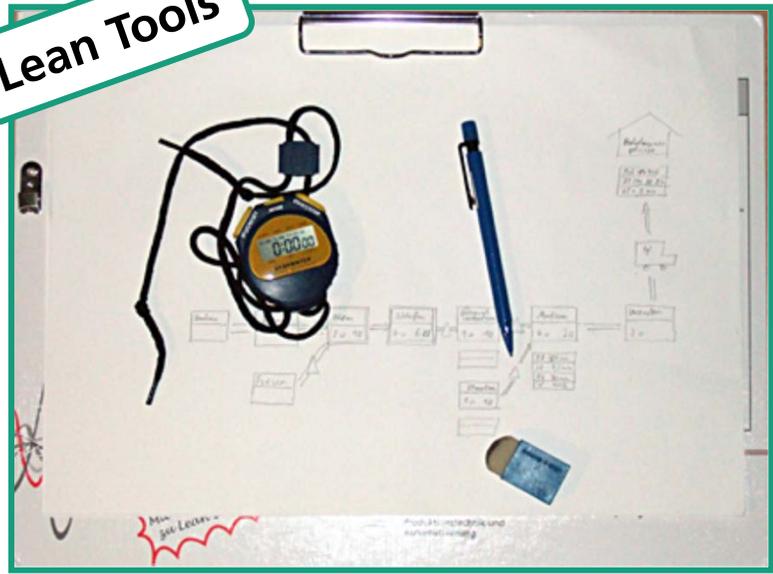
Die Wertstromperspektive erschließt eine neue Betrachtungsebene im Unternehmen



Wertstromanalyse: den kompletten Produktionsablauf im Ist-Zustand darstellen & Verbesserungspotentiale ausweisen



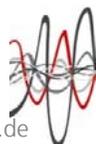
Lean Tools



Durchführung:
Erstellung einer **Momentaufnahme** vom Shop Floor und im Office

Ergebnis:
Verständnis des aktuellen Produktionsablaufes in der Fabrik

- **Transparente Darstellung** des kompletten Produktionsablaufes mit allen wichtigen Kenndaten
- Ausweisung von **Verbesserungspotentialen**



Kennzahlen des Wertstroms (1): Kumentakt – gibt die Leistungsanforderung an den Wertstrom vor

Beispiel:
Federn KG, Darmstadt



Kraft GmbH, Feuerbach
PF: Kupplungsdämpfungsfedern
55 Varianten
SET 9 261 265

2,1 Mio. Stck./a
FT = 250 d/a
AZ = 21 h/d
KT = $21h \cdot 250d / 2,1 \text{ Mio.}$ = 9 sec.

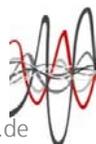
Zielsetzung:

- eine am Kundenbedarf orientierte Produktion erreichen

Berechnung:

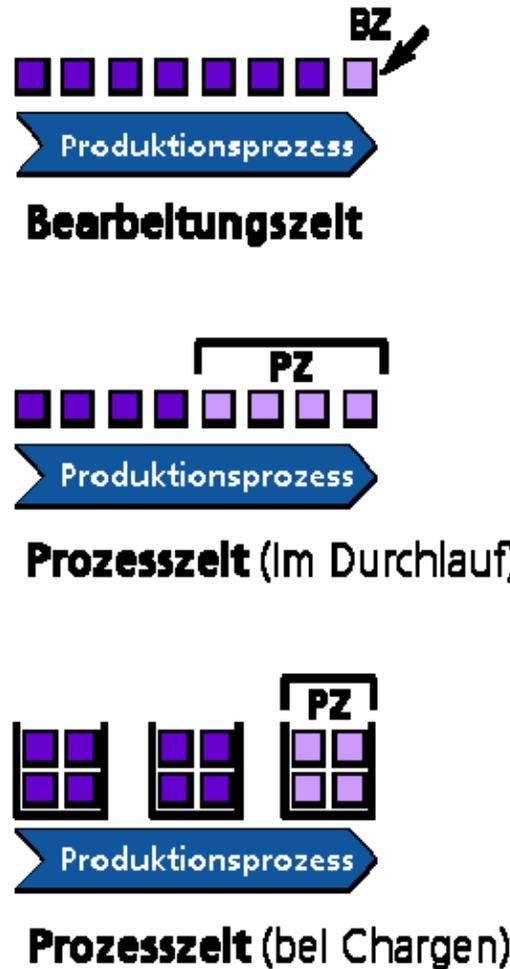
- Modellierung des Kunden mit Berechnung des **Kumentaktes**

$$\text{Kumentakt } KT = \frac{\text{verfügbare Betriebszeit pro Jahr}}{\text{Kundenbedarf pro Jahr}}$$



Kennzahlen des Wertstroms (2): Zykluszeit – Maß für die Leistungsfähigkeit der Prozesse

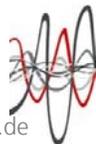
Messen



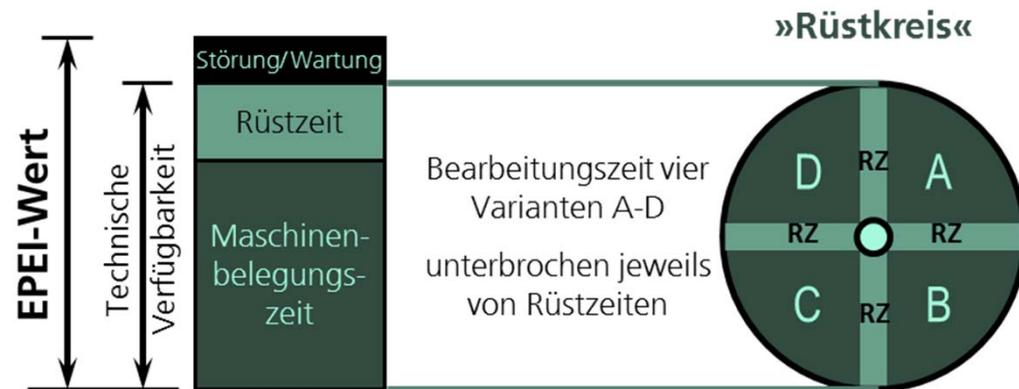
Berechnen



gibt an, wie oft ein Teil
oder ein Produkt in einem
Produktions-prozess
fertiggestellt wird



Kennzahlen des Wertstroms (3): EPEI-Wert – Maß für die Flexibilität der Prozesse



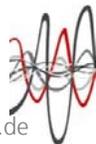
Berechnen

Der **EPEI-Wert (Every Part Every Interval)** gibt an, welchen Zeitraum ein Prozess benötigt, um alle Varianten in jeweils einem Los zu produzieren

$$EPEI = \frac{\sum_{i=1}^{i=\text{alleVarianten}} (MBZ_i + RZ_i)}{\#Res \times V \times AZ}$$

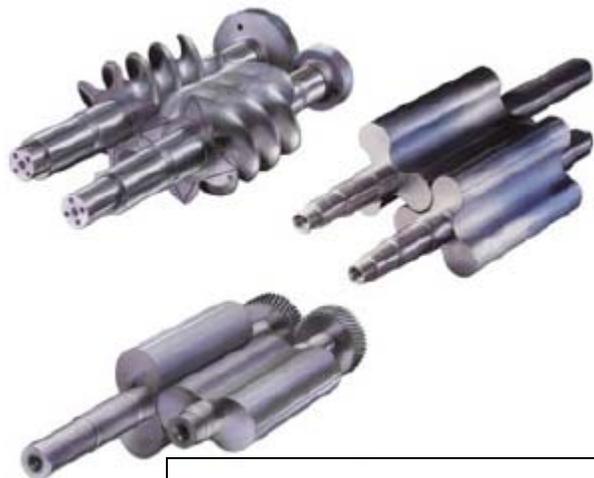
Beispiel (15h/d):

$$EPEI = \frac{4 \times [(1.000 \times 1 \text{ min}) + 2 \text{ h}]}{1 \times 100 \%} = \frac{74,66 \text{ h}}{15 \text{ h/d}} = 4,98 \text{ d}$$



In einem Wertstrom mit mehreren Fertigungsschritten zeigt der EPEI den »Flexibilitäts-Engpass« im Ist-Zustand

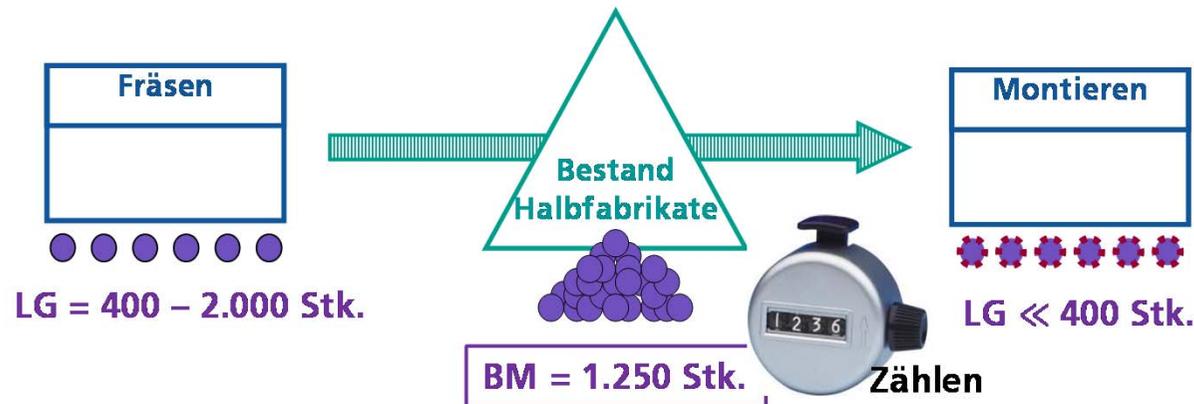
Praxisbeispiel



IST EPEI	Vordrehen	Profil Fräsen	Zapfen Drehen	Zapfen Schleifen	Profil Schleifen
# Rüst-Varianten	27	25	19	27	23
optimale Rüstzeit je Vorgang [min.]	80	160	70	40	100
Losgröße	120	120	120	60	60
Rüstanteil	2,2%	21,1%	4,6%	5,7%	7,0%
Ø Bearbeitungszeit [min.]	30	5	12	11	22
Arbeitszeit [h/d]	21	21	21	21	21
Verfügbarkeit	90%	90%	90%	90%	90%
# Ressourcen	5	1	2	2	4
EPEI [d]	17,52	16,75	12,65	8,33	7,20



Kennzahlen des Wertstroms (4): Lager-Reichweite – Maß für die Durchlaufzeit und Dynamik

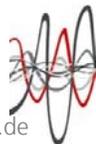


- Gezählt werden die Bestände in sämtlichen Varianten an allen Lagerorten (**Bestandsmenge BM**)
- Die **Reichweite (RW)** ergibt sich aus der Bestands-Menge sowie dem durchschnittlichen Kundenbedarf

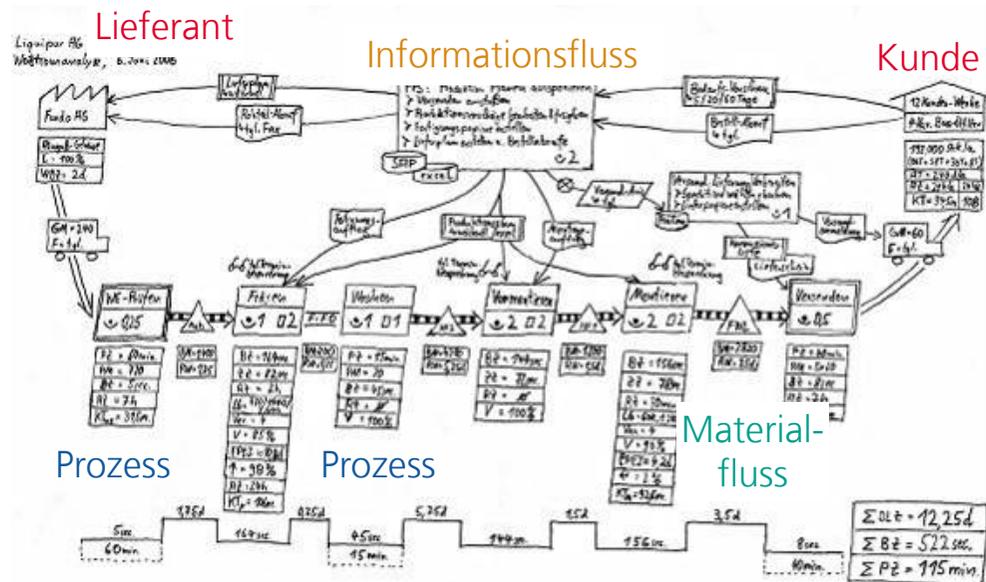
Beispiel (250 Stück/Tag):

$$RW = \frac{\text{Bestandsmenge}}{\# \text{ Gleichteile} \times \text{Tagesstückzahl}}$$

$$RW = \frac{1.250 \text{ Stk.}}{1 \times 250 \text{ Stk.}} = 5 \text{ d}$$



Übersichtliche Darstellung einer Produktion im Ist-Zustand Verbesserungspotential I – Durchlaufzeit

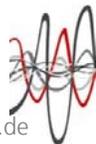


Fertigung und Montage Bus-Ölfilter
Liquipur AG

DLZ = 12,25 d
Σ BZ = 8,7 min.

- **Perspektivenwechsel:**
Fokus auf die logistische Verknüpfung der Produktionsprozesse (und nicht nur einzelne Prozesse)
- **Übersicht:**
Material- und Informationsfluss komplett dargestellt auf einer Seite
- **Kommunikation:**
Klare und einfache Symbolik zur schnellen innerbetrieblichen Verständigung

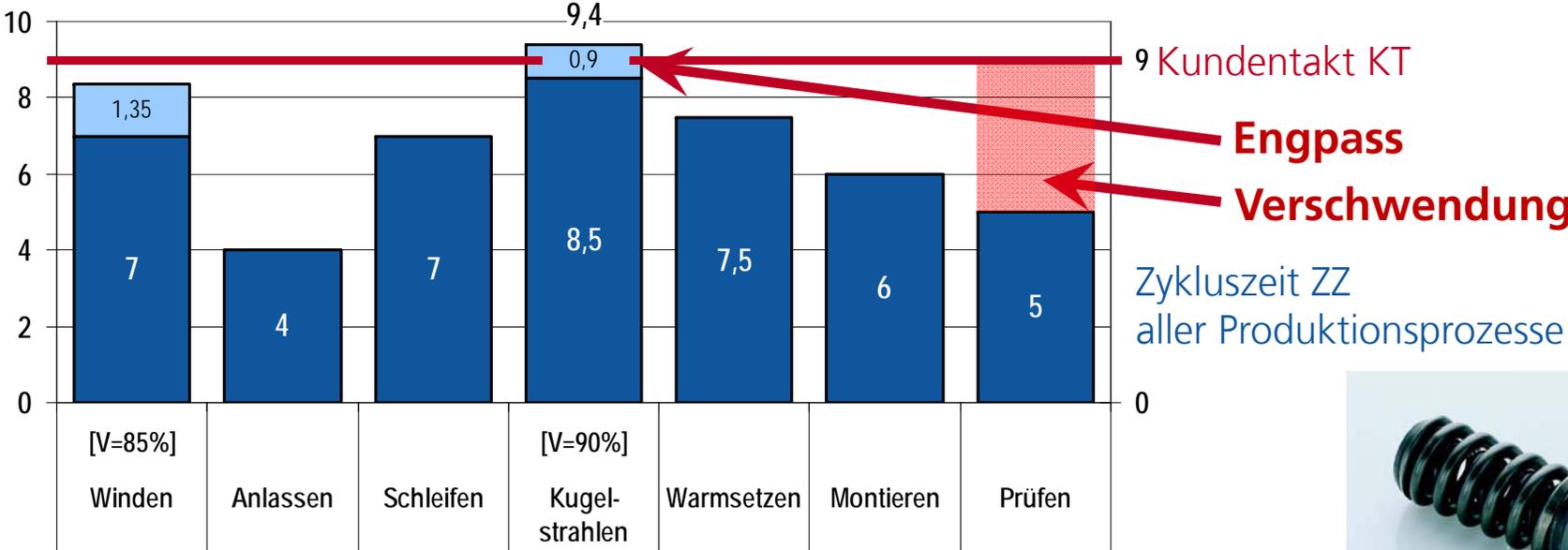
- **Verbesserungspotential I:**
Einfacher Vergleich von Bearbeitungszeit und Durchlaufzeit auf Basis der Zeitlinie zeigt die Entfernung vom Idealzustand



Taktabstimmungsdiagramm aller Produktionsprozesse

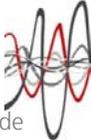
Verbesserungspotential II – Taktabstimmung

Das **Taktabstimmungsdiagramm** zeigt übersichtlich, wie gut oder schlecht das Kapazitätsangebot mehrerer Prozesse zueinander passt



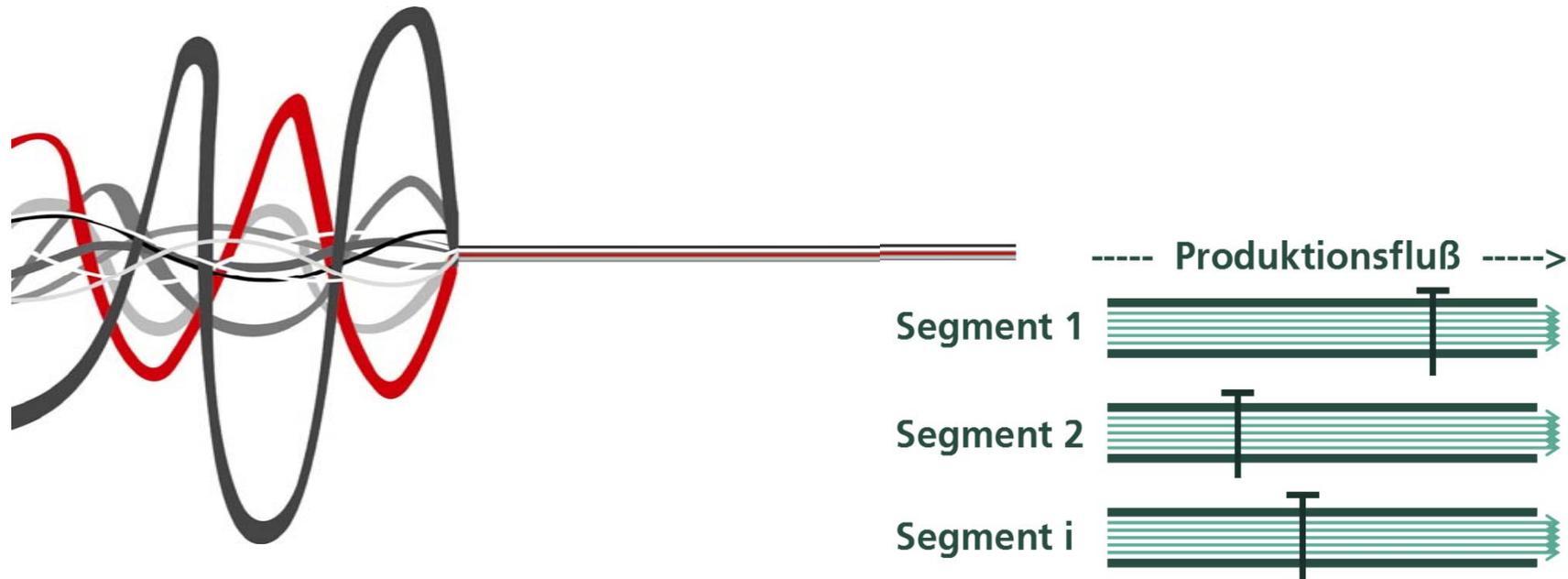
Praxisbeispiel:
Herstellung von Federnsets

- **Verbesserungspotential II:**
Einfacher Vergleich der Prozessleistungen (Zykluszeiten) mit dem Kundenbedarf (Kundentakt) zeigt Engpässe und Verschwendungen



2. Wertstromdesign

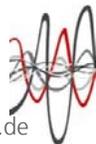
Die schlanke Fabrik – Gestaltungsrichtlinien des Wertstromdesigns



www.wertstrom.de
www.wertstromdesign.de
www.energiwertstrom.de

Dr. Klaus Erlach
© Fraunhofer IPA 2016
Folie 16

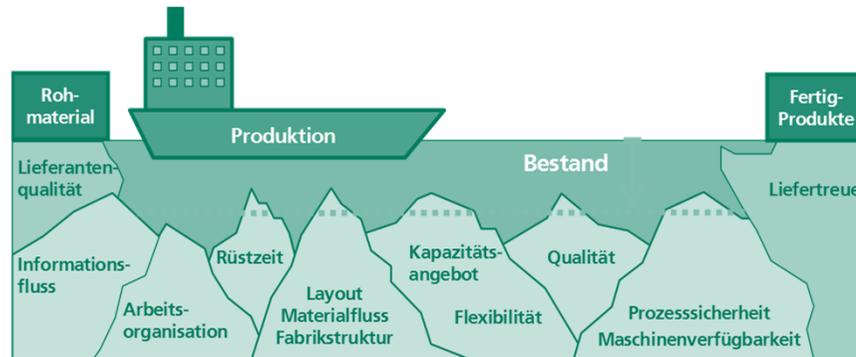
www.wertstromdesign.de



11. PQM-Dialog Kufstein
Wertstromdesign



Grundidee des Lean Production: Vermeiden Sie jegliche Verschwendung !



Verschwendung im Ablauf:

1. Überproduktion
2. Bestände
3. Transporte
4. PPS-Planung (Push)

Verschwendung im Produktionsprozess:

5. Qualitätsmängel
6. Ungünstiger Produktionsablauf Mitarbeiter
7. Ungünstiger Bearbeitungsprozess Maschine
8. Wartezeit
9. »Monumentale« Betriebsmittel

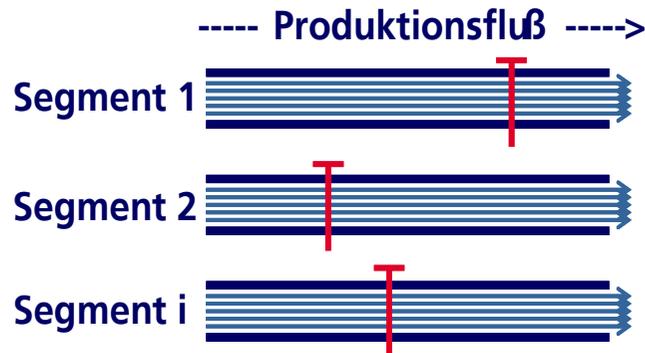
➤ Zielsetzung:

Durch Reduktion oder besser Eliminierung von **direkt sichtbarer** Verschwendung in der Produktion die (nicht sichtbaren) Herstellkosten kontinuierlich senken



Vermeidung von Verschwendung in der Auftragsabwicklung durch produktfamilienorientierte Segmentierung

Umgestaltung



- Kapazitative Abstimmung
- Flussorientierte Segmentierung

Durchführung

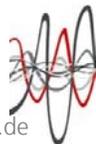
- Acht Gestaltungsrichtlinien
- Beseitigung von Verschwendung

➤ Zielsetzung:

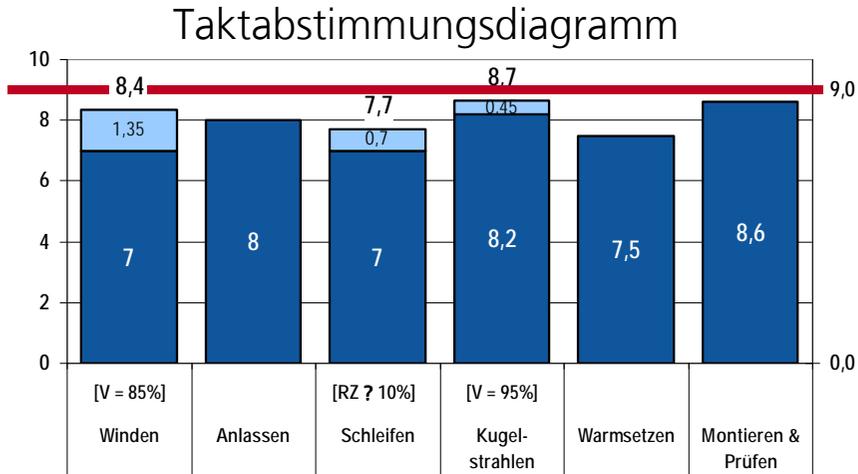
Eine segmentierte Produktion ermöglicht eine vereinfachte Steuerung mit gleichmäßigem, leicht beherrschbarem Produktionsablauf (laminarer Fluss)

Ergebnis

- Ideales Soll-Konzept
- Kapazitiv abgestimmte Produktion
- Eindeutiger Einsteuerungspunkt
- Selbstregelnde logistische Verknüpfung der Produktionsprozesse
- Intelligente Auftragsfreigabe



Wertstromdesign – Frage 1: Welche Technologie? – Fluss durch hohe Integration

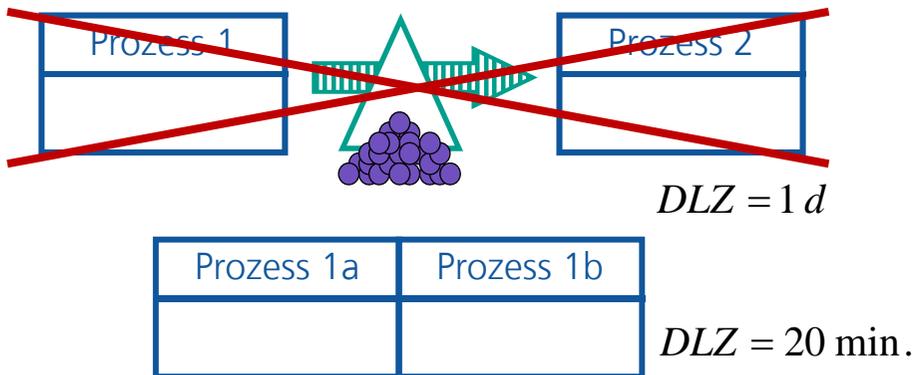


Richtlinie 1: Ausrichtung am Kundentakt

Das Kapazitätsangebot einer Produktion ist durchgängig am Kundentakt auszurichten

Kundentakt KT Zielvorgabe für die **Kapazitätsauslegung**
 Zykluszeit ZZ aller Produktionsprozesse

$$\# \text{ Res} = \text{AUFRUNDEN} \left[\frac{BZ}{KT} \times \frac{1}{(1 - RV) \times V \times (1 - QV)} \right]$$

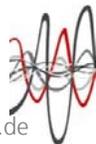


Richtlinie 2: Prozessintegration

Produktionsprozesse sind soweit möglich in einer **kontinuierlichen Fließfertigung** zusammenzufassen

mögliche Hindernisse:

- verteilte Standorte der Ressourcen
- geringe Zuverlässigkeit der Ressourcen
- Abtaktungsprobleme der Bearbeitungszeit



Fließfertigung führt zur Transparenz auf dem Shop-Floor



„Produzieren im Lager“



„Produzieren im Flow“

Praxisbeispiel

Praxisbeispiel:
Herstellung von Unterbetten

Dr. Klaus Erlach
© Fraunhofer IPA 2016
Folie 20

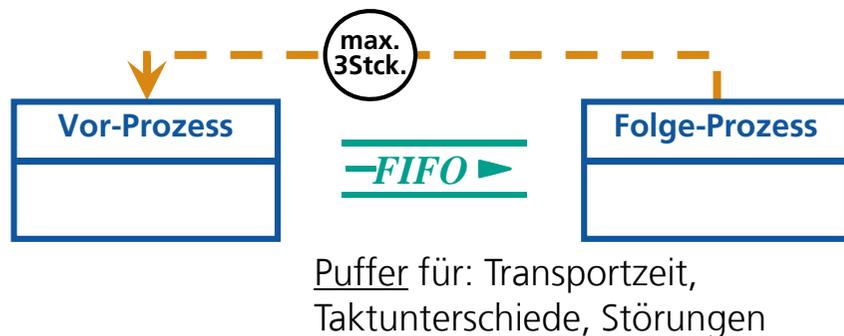
www.wertstromdesign.de



11. PQM-Dialog Kufstein
Wertstromdesign

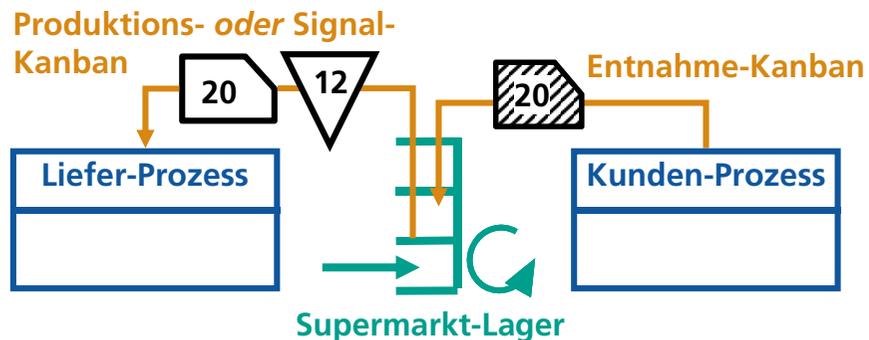


Wertstromdesign – Frage 2: Welcher Materialfluss? – Fluss durch geregeltes Pull-Prinzip



Richtlinie 3: FIFO-Verkopplung

Einzelne aufeinanderfolgende Produktionsprozesse sind soweit möglich in einer Reihenfertigung zu verkoppeln



Richtlinie 4: Kanban-Regelung

Produktionsprozesse, die aus technologischen Gründen Rüstzeiten aufweisen, sind bei Wiederholteilen über eine **Losfertigung** mit Supermarkt-Lägern zu verknüpfen

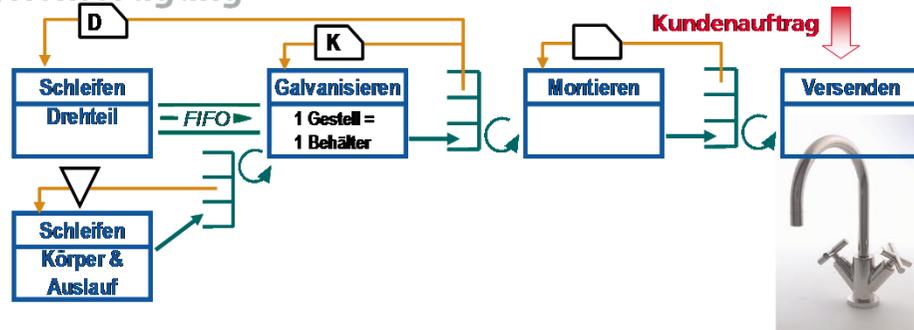
Einsatzfelder:

- **Synchronisation** mehrerer Wertstromzweige bei ihrer Zusammenführung (z.B. Montage)
- Entkopplung mehrerer Produktionsprozesse bei rüstzeitbedingtem **Losgrößenstrüngen**

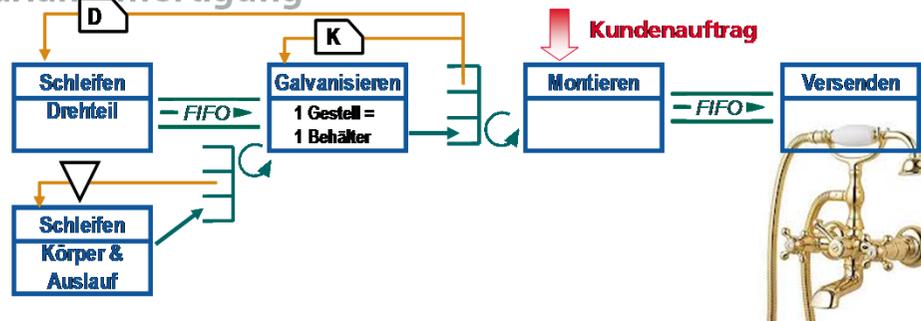


Wertstromdesign – Frage 3: Welcher Fertigungstyp? – Fluss durch nur einen Steuerpunkt

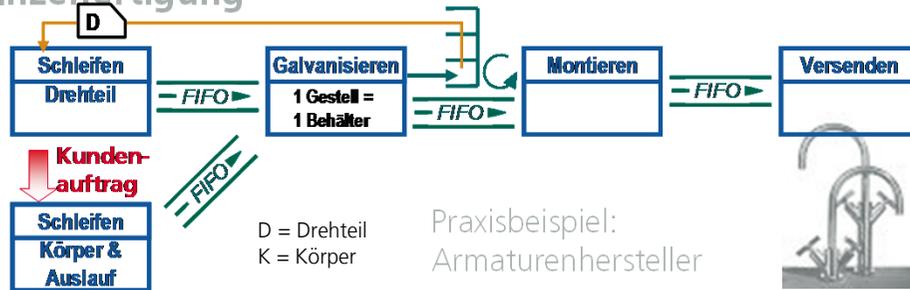
Serienfertigung



Variantenfertigung



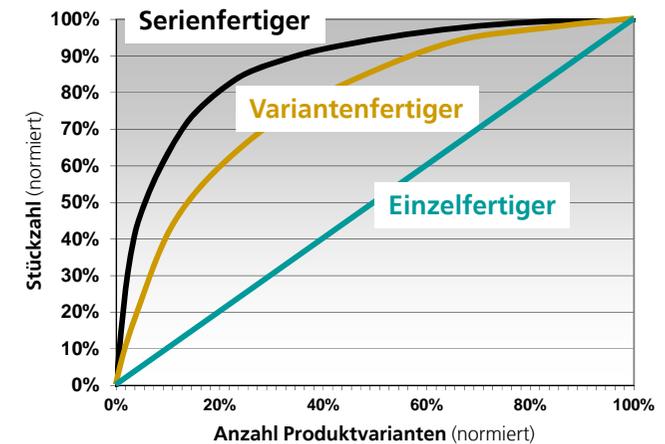
Einzelfertigung



Richtlinie 5: Schrittmacher-Prozess

Jeder Wertstrom ist an genau einem eindeutig festgelegten Punkt im Kundentakt zu steuern

ABC-Analyse (in Prozent)

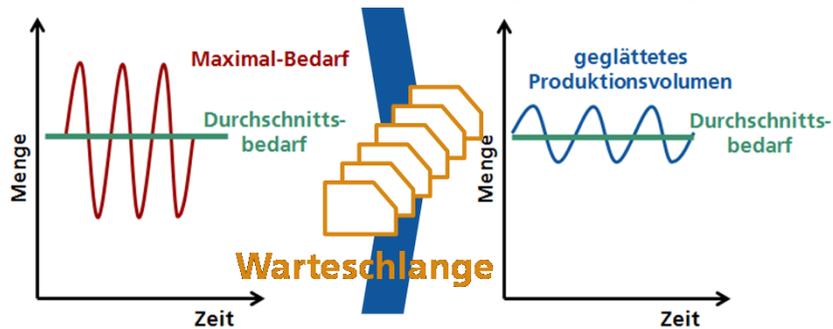


Merkmale:

- Der Steuerungspunkt markiert den **Schrittmacher-Prozess** des Wertstroms
- Am Schrittmacher liegt zugleich der **Kundentkopplungspunkt**



Wertstromdesign – Frage 4: Welche Auftragsfreigabe? – Fluss durch Nivellierung



Richtlinie 6: Festlegung der Freigabeeinheit

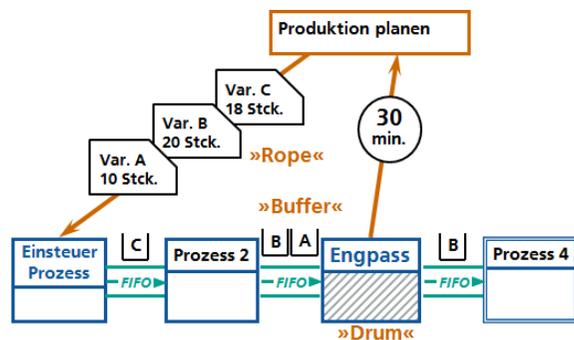
Die Dimensionierung von Produktionsaufträgen hat in einheitlichen Umfängen für ein **gleichmäßiges Produktionsvolumen** zu sorgen

Produktvarianten	6 ⁰⁰	6 ³⁰	7 ⁰⁰	8 ⁰⁰	8 ³⁰	9 ⁰⁰	9 ³⁰	10 ⁰⁰	10 ³⁰
31 463 000									
31 466 000									
32 660 105									
32 130 000									
33 627 002									

OXOX FH
Ausgleichskasten
(Heijunka-Box)

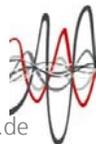
Richtlinie 7: Produktionsmix-Ausgleich

Die Reihenfolge von Produktionsaufträgen ist hinsichtlich der **Varianten gut zu durchmischen**



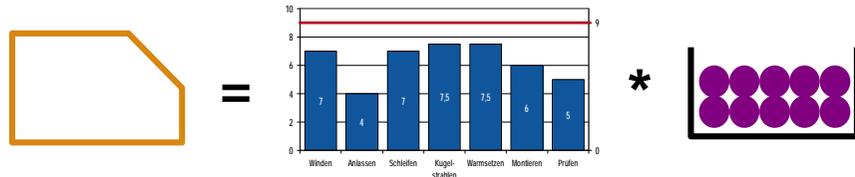
Richtlinie 8: Engpass-Steuerung

Die Freigabe von Produktionsaufträgen ist gegebenenfalls abhängig von den nachgelagerten Engpass-Prozessen im Volumen zu beschränken.



Bei der Neukonzeption der Produktionsplanung ist im ersten Schritt die Freigabeeinheit zu dimensionieren

Standard-Auslegung in der Serienproduktion:



Ziel ist die taktgebundene Produktionsfreigabe für **gleichmäßiges Produktionsvolumen** am Schrittmacher-Prozess

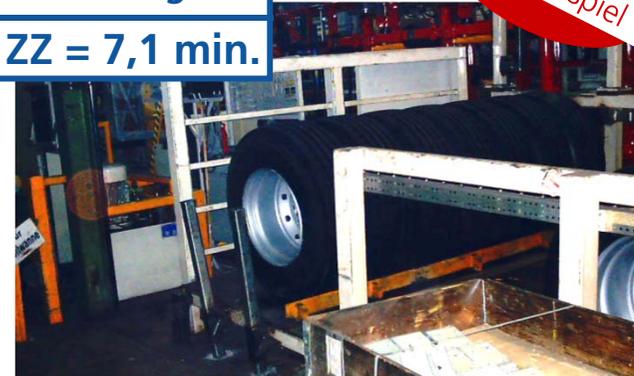
Freigabeeinheit = Kundentakt * Gebindemenge am Schrittmacher

FE = 90 min.

KT: 7,5 min.



Radsatz-Montage
ZZ = 7,1 min.

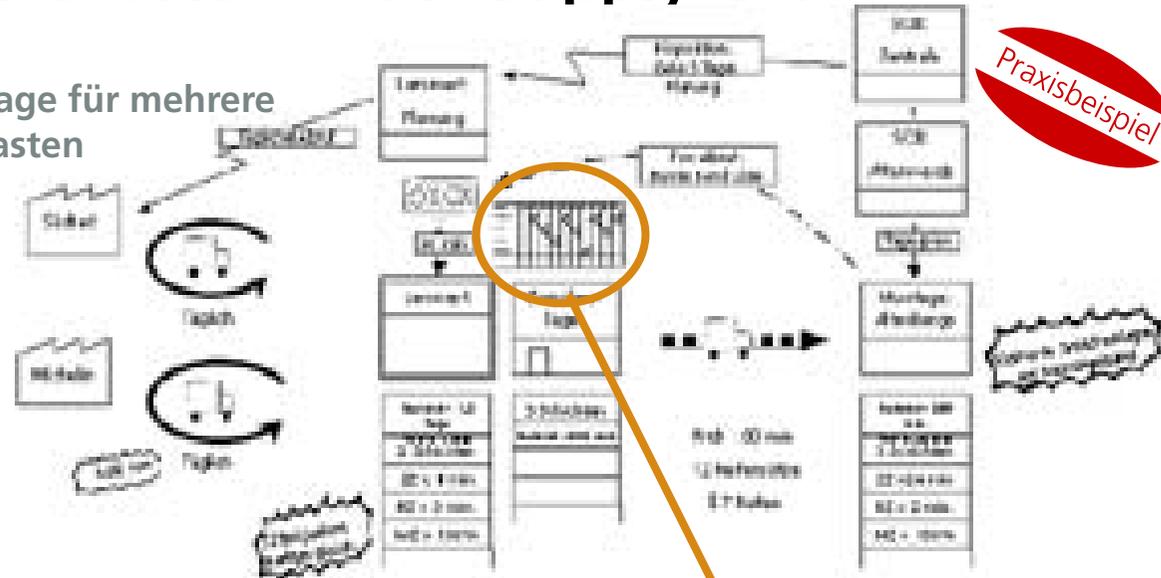
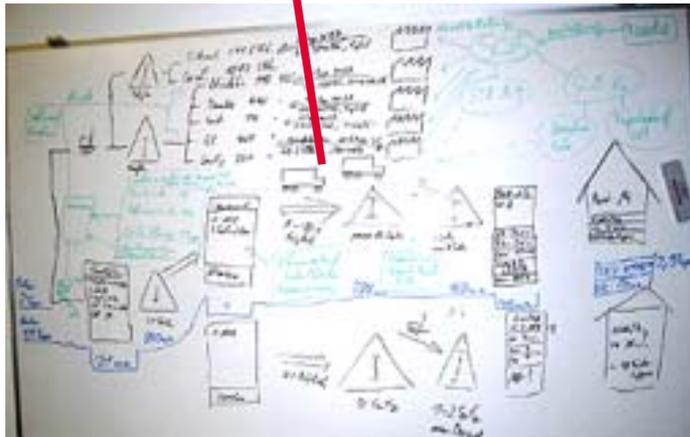


Praxisbeispiel



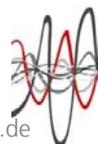
Getaktete und ausgeglichene Produktion durch einfachen Ausgleichskasten in der Supply Chain

Praxisbeispiel:
Steuerung einer Rädervormontage für mehrere Zielstandorte über Ausgleichskasten



Schicht 1 + 2	6 ⁰⁰	7 ³⁰	9 ⁰⁰	10 ³⁰	12 ⁰⁰	13 ³⁰	15 ⁰⁰	16 ³⁰	18 ⁰⁰	19 ³⁰
Altenberge		▶			▶			▶		▶
Vreden			▶			▶			▶	
England				▶						
Tschechien							▶			
...										

Ausgleichskasten für verschiedene Standorte



Die Produktion von Knochennägeln erfolgt in immer gleichen Losen zu 20 bzw. 10 Stück (außer Exoten)



Freigabeeinheit = Kundentakt * Gebindemenge

Kurze Nägel 1,5 h 270 sec. * 20 = 90 min.

Lange Nägel 1,25 h 450 sec. * 10 = 75 min.

Exot: Einzelanfertigung 7,5 min. 450 sec. * 1 = 7,5 min.



1. Freigabeeinheit für ein gleichmäßiges Produktionsvolumen

Täglich (Freigabehorizont = 1 Tag) sind etwa 10 Aufträge für kurze Nägel und etwa 8 Aufträge für lange Nägel im Reihenfolgemix freizugeben.

OXOX FH

Hinzu kommen Exoten-Aufträge, deren Anzahl aufgrund des hohen Rüstanteils auf maximal 5 Stück begrenzt ist.

2. Regeln der Reihenfolgebildung zum Ausgleich des Produktionsmix im Freigabehorizont



Typisches Wertstromprojekt zum Erlernen und Anwenden in der eigenen Fabrik: Das Pilot-Projekt in zwei Phasen

Inhalte/Block 1:

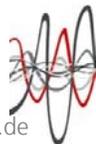
1. Einführung in die Wertstromanalyse – Fachvortrag
2. Strukturierung des Produktspektrums und Auswahl einer Produktfamilie
3. Ermittlung des Kundentaktes und Analyse der Verkaufsdaten
4. Durchführung der Wertstromanalyse für Produktion und Materialfluss auf dem Shop Floor
5. Durchführung der Wertstromanalyse für Auftragsabwicklung und Informationsfluss in den Büros

Inhalte/Block 2:

1. Präsentation der Analyseergebnisse mit Verbesserungspotentialen
2. Einführung in das Wertstromdesign – Fachvortrag
3. Gemeinsame Entwicklung eines Sollkonzeptes für die ausgewählte Produktfamilie im Workshop
4. Gemeinsame Ausarbeitung des ersten Entwurfes (ggf. mit fokussierter Datenauswertung)
5. Ableitung eines Umsetzungsplanes

Teilnehmer:

- Führungskräfte des ausgewählten Produktionsbereichs mit Verantwortlichkeiten in Produktion, Lager, Logistik, Produktionsplanung, Fertigungssteuerung, Beschaffung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit! Weitere Informationen benötigt?



Ihr Ansprechpartner:

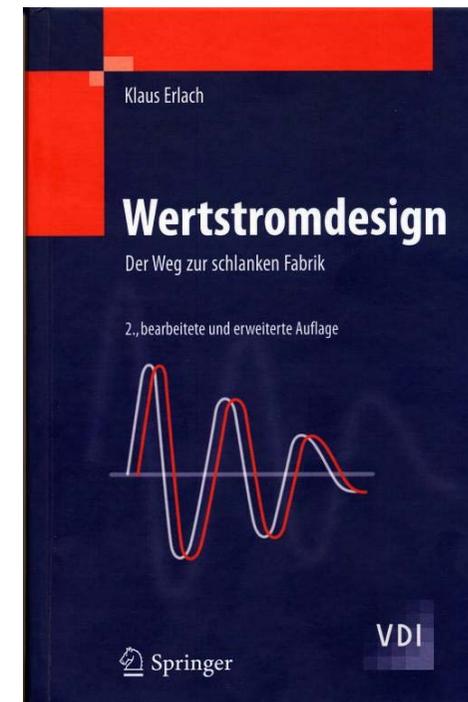
Fabrikplanung und Produktionsoptimierung
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Dr. Klaus Erlach

Tel. +49 (0) 711 / 970 - 1293

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

E-Mail: erlach@ipa.fraunhofer.de



www.wertstrom.de
www.wertstromdesign.de
www.energiwertstrom.de

Dr. Klaus Erlach
© Fraunhofer IPA 2016
Folie 28

www.wertstromdesign.de



11. PQM-Dialog Kufstein
Wertstromdesign

