

Mehrmaschinenbedienung planen und steuern

Impulsvortrag für die
AWF-Arbeitsgruppe
Zeit- und Arbeitswirtschaft

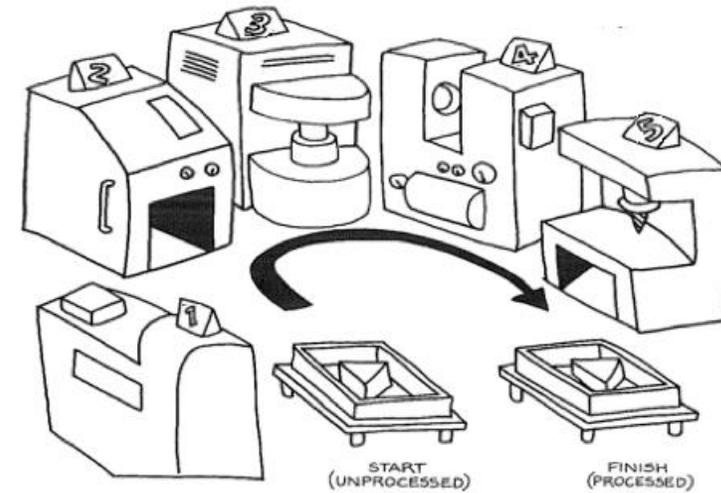
Fabian Nöhring, Bayreuth, den 15.01.2020

- Keine Überwachungstätigkeit des Mitarbeiters
 - Personalkapazität zur Bedienung weiterer Maschinen
- Hohe Anlagenstabilität/ -verfügbarkeit
 - Vermeidung von Troubleshooting/ Fehlerbehebung
 - Vermeidung langer und ungeplanter Stillstandszeiten (mehrerer Maschinen)
- Wiederkehrende Produktionsszenarien
 - Planbarkeit von Aufträgen und Prozessen
 - Routinierte Prozesse und geübte Mitarbeiter zur Vermeidung von Fehlern, bspw.
 - durch unkoordinierte Rüstvorgänge oder
 - fehlerhafte Messungen
- Räumliche Nähe der Maschinen
 - Reduktion von Wegezeiten
 - Übersicht über den Maschinenstatus



■ Einfach

- Einlegen und Entnehmen von Bauteilen
- Single Minute Exchange of Die (SMED)-Prozesse
- Prüfvorgänge anhand vordefinierter Skalen
- Bspw. Chaku-Chaku-Linien



Quelle: Tapparo 2019

■ Schwierig

- Rüsten unterschiedlicher Maschinentypen
- Manuelle Prüfvorgänge
- Troubleshooting/ Fehlerbehebung
- Bspw. Werkstattfertigung

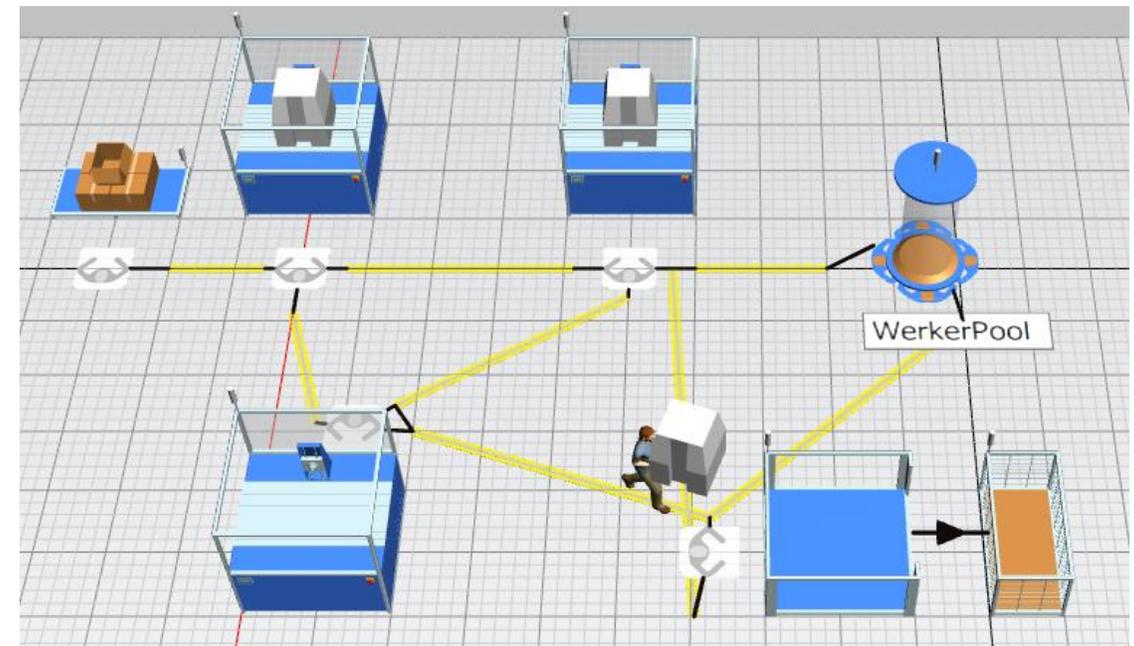


Quelle: DHF Präzisionsmechanik GmbH 2019



Berücksichtigung von Mitarbeiterqualifikationen und Sicherstellung der Fehlervermeidung erforderlich

- Gestaltungskriterien
 - Anzahl der einzubeziehenden Maschinen
 - Anzahl der Arbeitskräfte, die einen Mehrstellenarbeitsplatz gemeinsam bedienen können
 - Individuelle vs. kollektive Bedienung
 - Wirtschaftlichkeit und kapazitive Auslastung
 - Optimierung der Auslastung der Mitarbeiter oder der Maschinen?
 - Priorisierung von Tätigkeiten und Abläufen?
- Planungsansätze
 - Expertenbasierte Planung
 - Analytische Modellansätze
 - Simulationsbasierte Modellierung



- Expertenbasierte Planung ist für hoch standardisierte Arbeitssysteme und Abläufe geeignet
 - Bspw. Chaku Chaku-Linien oder fixe Produktionsprogramme

Vorgehen

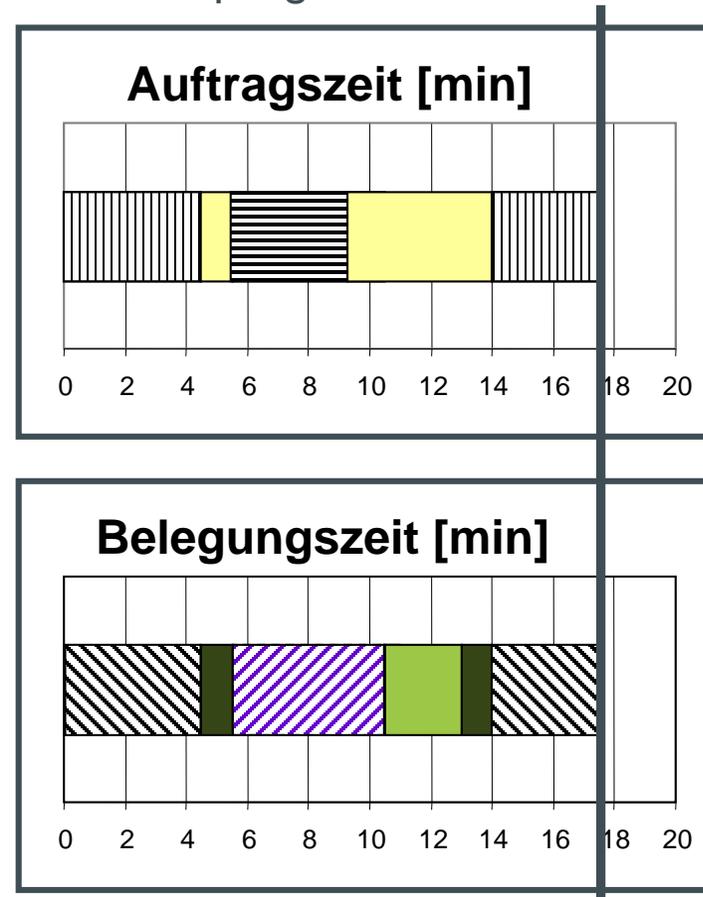
- Zeitstudien, MTM-Analysen oder Planzeitbausteine zur Ermittlung von Zeitdaten
- Abbildung von Abläufen in Form einer Zeitbanddarstellung

Vorteil

- Einfache Planungssystematik

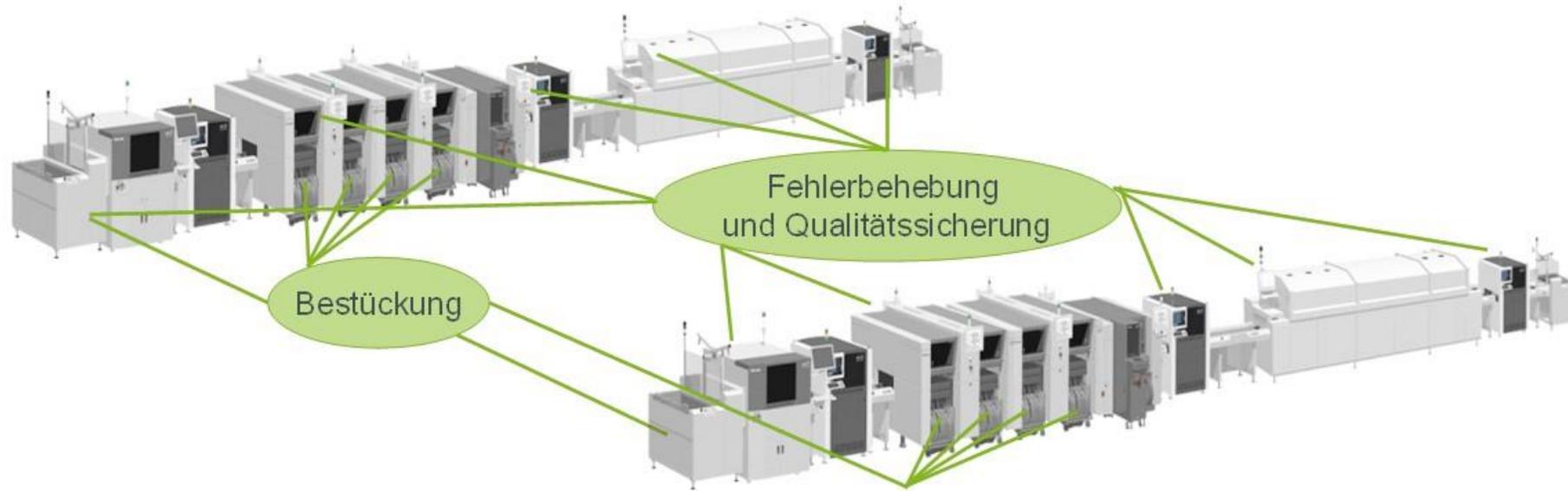
Nachteil

- Hoher Aufwand bei variierendem Produktionsprogramm
- Nicht geeignet für komplexe Szenarien



Rüstgrundzeit t_{rg}	
Tätigkeitszeit t_t	
Wartezeit t_w	
Betriebsmittel-Rüstgrundzeit t_{rgB}	
Nebennutzungszeit t_n	
Hauptnutzungszeit t_h	
Brachzeit t_b	

- Nicht geeignet für die Planung der Mehrmaschinenbedienung in komplexen Szenarien
- Bsp.: Fertigungsbereich SMD-Bestückung von Platinen



Quelle: i.A.a. Siemens AG

- Problemstellung: Bestimmung der optimalen Anzahl der Mitarbeiter

- Mathematische Analyse von Stauwirkungen: Warteschlangen- oder Bedienungstheorie
- Bedienungstheorie nach Enderlein
 - Ankunftsstrom: Beschreibung der Bedienungsanforderung (Erforderliche Eingriffe durch den Mitarbeiter)
 - Bedienungsstrom: Verteilungsfunktion der Bedienungsdauer (Dauer der Eingriffe durch den Mitarbeiter)
 - Verkehrsintensität: berechnet sich aus Ankunftsrate und Bedienungsrate

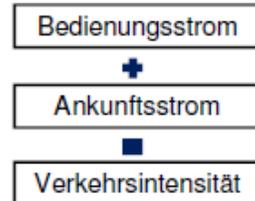
Zusätzliche Rahmenbedingungen

- Mitarbeiterqualifikation
- Maschinenpriorisierung

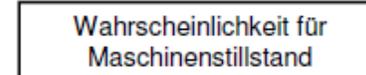
➔ nicht berücksichtigt

- Vorteil:
 - Betrachtung komplexer Prozesse möglich
- Nachteil:
 - Komplexe Ergebnisinterpretation

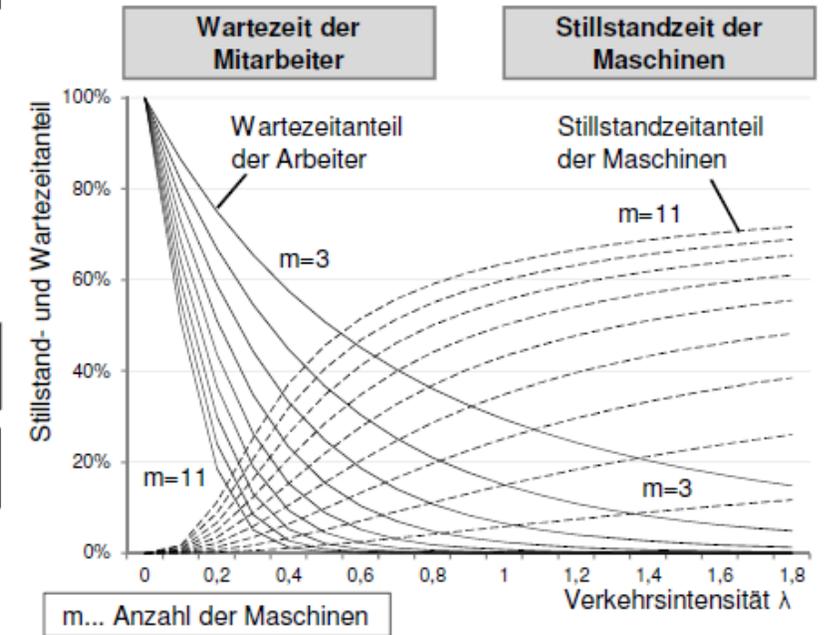
1. Beschreibung des Bedienungssystems



2. Analyse der stochastischen Einflüsse



3. Minimierung zur Kostenreduzierung



Quelle: Thurm et al. 2016

- **Begriffsbestimmung Simulation**
 - Simulation ist das Nachbilden eines Systems mit seinen dynamischen Prozessen in einem experimentierbaren Modell, um Erkenntnisse zu gelangen, die auf die Wirklichkeit übertragbar sind
- **Objekte für die (ereignisdiskrete) Materialflusssimulation in Produktionssystemen mit Plant Simulation**

- **Materialflussobjekte**

Montagestation, Puffer, Förderstrecke, Lager, ...



- **Ressourcenobjekte**

Werker, Arbeitsplatz, ...



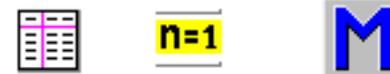
- **Bewegliche Objekte**

Fördergut, Förderhilfsmittel, Fahrzeug, ...

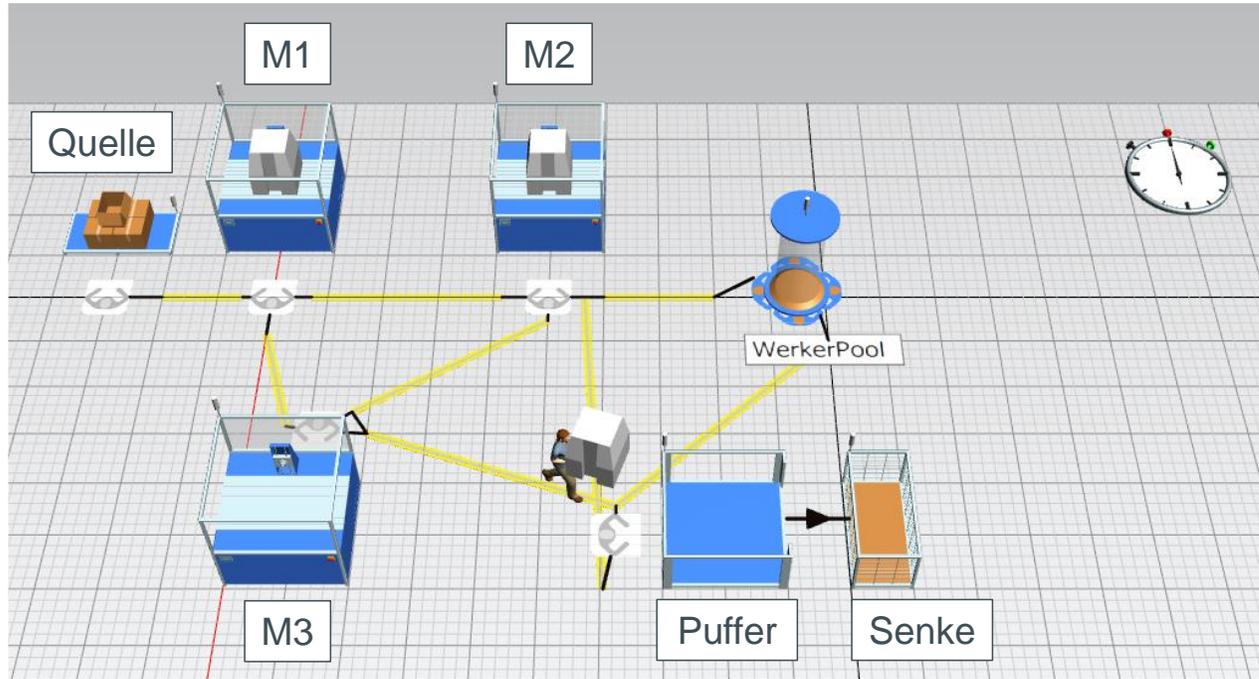


- **Informationsobjekt**

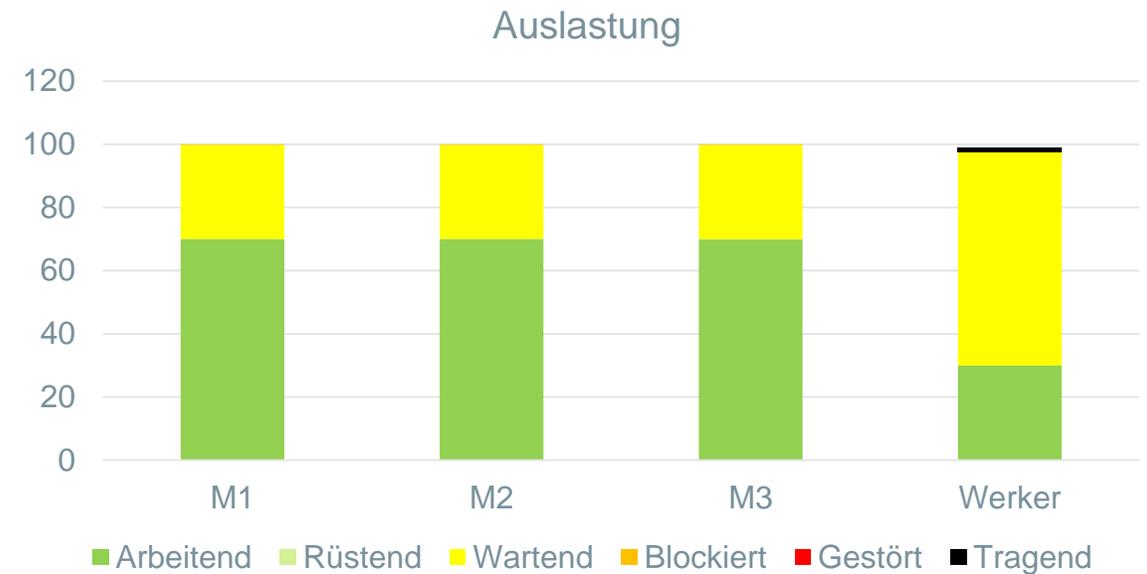
Tabellen, Variablen, Methoden, ...



- Modellbasiertes Experimentieren zur Optimierung von Produktionssystemen
 - Eingangsgröße: Prozesszeiten, Rüstzeiten, Schichtplan, Produktionsprogramm, ...
 - Ausgangsgrößen: Auslastung von Mitarbeitern und Maschinen, Durchlaufzeiten, Personaleinsatzplanung, ...
- Variation der Eingangsgrößen zur Optimierung geeigneter Ziel-/ Ausgangsgrößen
- Bsp. eines einfachen Arbeitssystems



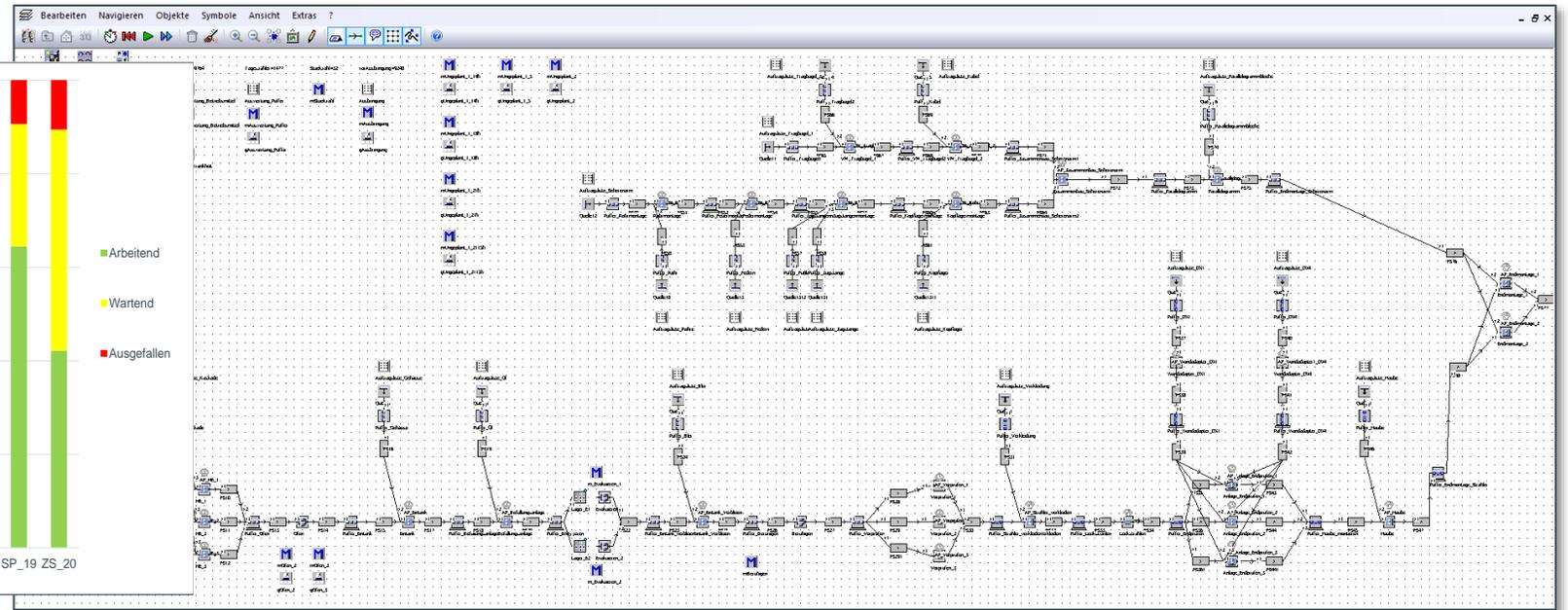
Quelle: i.A.a. Bangsow 2015



- Bsp. eines komplexen Produktionssystems

Simulationsmodell

Auslastung der Mitarbeiter



Quelle: Institut für Produktionssysteme 2020

- Vorteil:
 - Planung einfacher und komplexer Produktionssysteme möglich
 - Visualisierung von Materialflüssen, Experimentieren möglich
- Nachteil:
 - Modellierungsaufwand steigt mit dem Detaillierungsgrad des Simulationsmodells

- Mehrmaschinenbedienung kann die Produktivität steigern
 - Die übergeordnete Zielsetzung ist vorab zu definieren (z.B. gesteigerte Mitarbeiterauslastung)
 - Vor- und Nachteile konkurrierender Zielsetzungen sind abzuwägen (Mitarbeiter- oder Maschinenauslastung)
- Voraussetzungen für die Mehrmaschinenbedienung sind in der Planungsphase zu beachten
 - Ggf. sind Gestaltungs- oder Schulungsmaßnahmen erforderlich
- Valide Zeitdaten bilden die Grundlage für die Planung einer Mehrmaschinenbedienung
 - Je höher die Datenqualität desto besser das Planungsergebnis
- Für die Planung der Mehrmaschinenbedienung ist ein geeigneter Ansatz auszuwählen
 - Berücksichtigung der definierten Zielsetzung
 - Einbeziehung unternehmensspezifischer Rahmenbedingungen

- Bangsow, S.: Tecnomatix Plant Simulation. Modeling and Programming by Means of Examples. Cham: Springer, 2015.
- DHF Präzisionsmechanik GmbH: <https://www.dhf-gmbh.de/maschinenpark/>, 2019.
- Enderlein, H: Untersuchungen zur Gestaltung der Mehrstellenarbeit in der Teilefertigung des Maschinenbaus. Dissertation, Technische Universität Dresden, 1972.
- Tapparo, J: <https://www.linkedin.com/pulse/chaku-chaku-one-piece-flow-jeff-tapparo>, 2019.
- Thurm, M; Horler, S; Oehme, D; Opitz, A; Müller, E: Potenziale der Mehrmaschinenbedienung. Analytischer Modellansatz zur Planung von Mehrmaschinenbedienung. In: wt Werkstattstechnik online, Jg.106 (4) 2016.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt



+49 231 755 6348



fabian.noehring@ips.tu-dortmund.de



+49 231 755 2649



www.ips.do