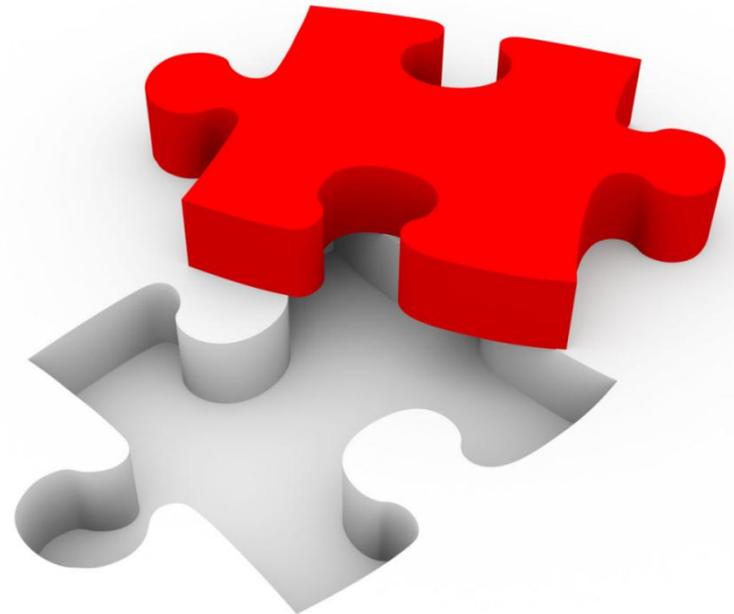


## Ganzheitliche Effizienzbewertung in der Produktion - konzeptionelle Voraussetzungen und Ergebnisse einer Simulationsstudie

Prof. Dr. habil. Herwig Winkler  
Dr. Gottfried Seebacher  
DI Bernhard Oberegger

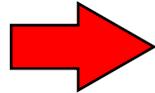
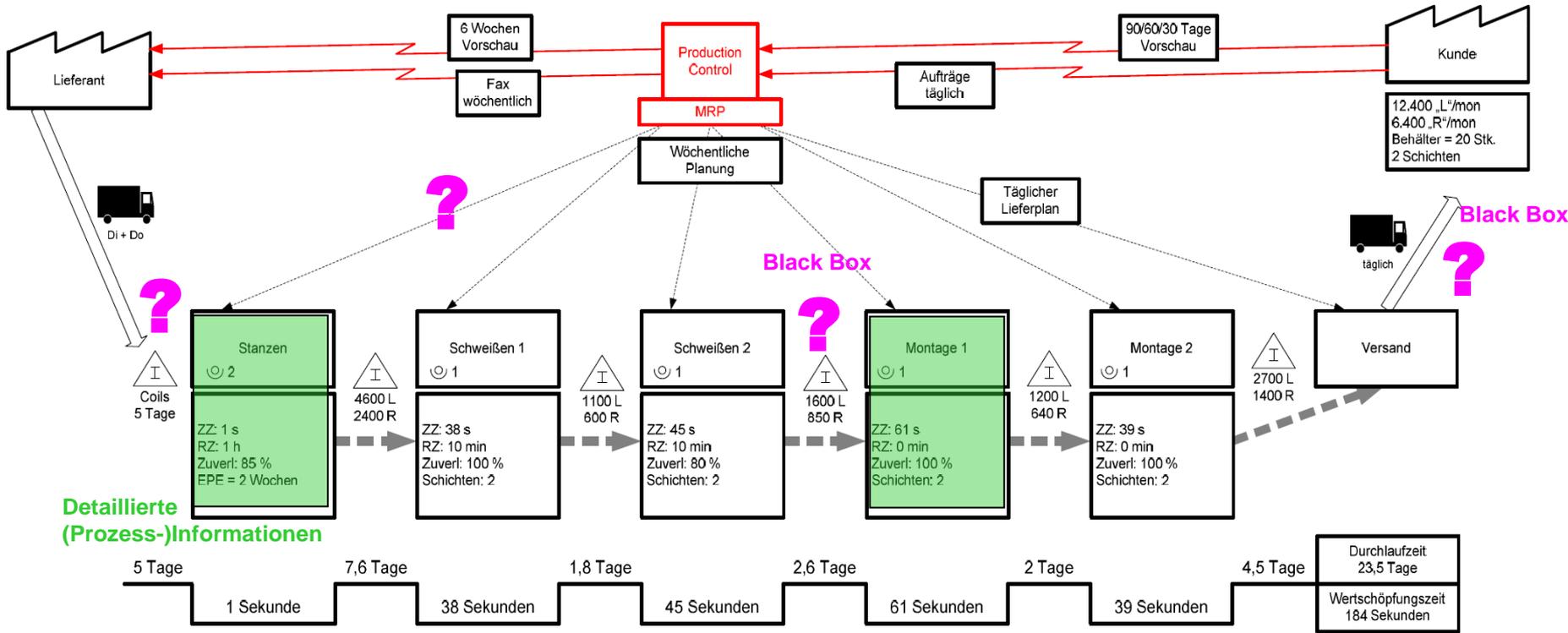
Institute of Production Science and Consulting  
Forschungs- und Beratungsgesellschaft mbH  
Am Forstgarten 2/7  
9020 Klagenfurt  
Tel. +43 463 2700 4079  
Mail: [herwig.winkler@proscicon.at](mailto:herwig.winkler@proscicon.at)  
URL: <http://proscicon.at>



- 1 Von der Lean Production zu Industrie 4.0
- 2 Konzeptionelle Überlegungen zur Sichtbarmachung von Verschwendung
- 3 Praxisbeispiel - Simulationsstudie zur Bewertung der Gesamtsystemeffizienz
- 4 Implementierung von MES für das echtzeitfähige Effizienzmanagement
- 5 Zusammenfassung

# 1 Von der Lean Production zu Industrie 4.0

Traditionelle Value Stream Maps erfassen primär technologische (wertschöpfende) Prozesse innerhalb des Unternehmens. Logistikprozesse werden kaum erfasst. Die Anbindung an Kunden und Lieferanten wird ebenfalls nur ansatzweise erhoben.

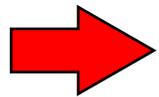
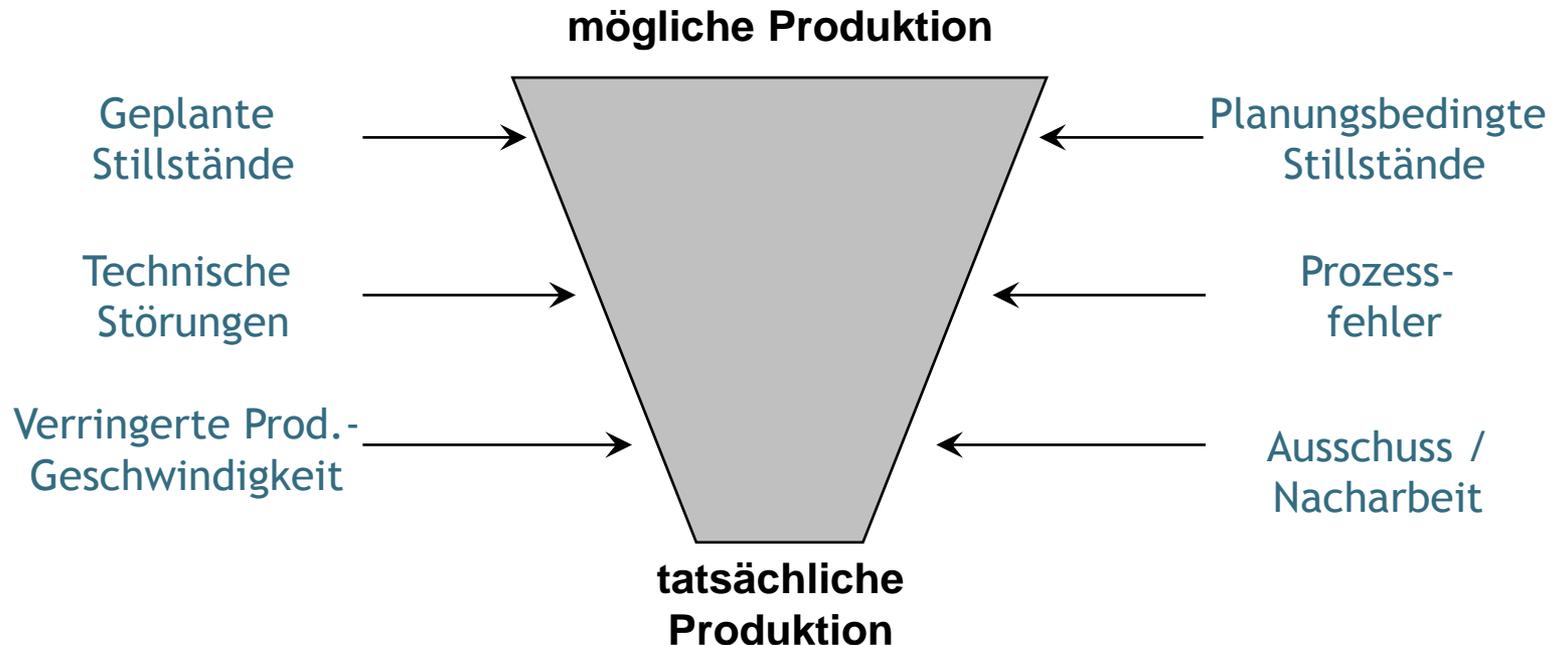


**In den logistischen Abläufen entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind direkt oder indirekt beträchtliche Verschwendungspotentiale zu identifizieren!**

- Durchgehende virtuelle Modellierung aller Wertschöpfungsprozesse inkl. aller logistischen Prozesse,
- Informationssammlung in allen Leistungsprozessen, möglichst aus gesicherten Datenquellen,
- Systematische Auswertung dieser Informationen,
- Berechnung einer Spitzenkennzahl nach dem Konzept der OEE sowie von verschiedenen weiteren Detailkennzahlen,
- Erfassen von Verschwendungen (Zeit-, Qualitäts- und Kapazitätsverluste) entlang der Wertschöpfungsprozesse in der Produktion bis in die gesamte Supply Chain hinein,
- Berechnung der Effizienz über die gesamte Wertschöpfungskette bis in die Supply Chain und über zu definierende einzelne Abschnitte,
- Simulation verschiedener Szenarien in der Wertschöpfungskette bzw. der Supply Chain.

## 2 Konzeptionelle Überlegungen zur Sichtbarmachung von Verschwendung

Die Produktivität von Produktionsprozessen wird durch verschiedene Verlustquellen negativ beeinflusst. Die Gesamtanlageneffektivität, Overall Production Effectiveness (OPE) oder Overall Equipment Effectiveness (OEE), bietet eine strukturierte Vorgangsweise zur Identifikation von Verlustquellen für spezifische Anlagen.

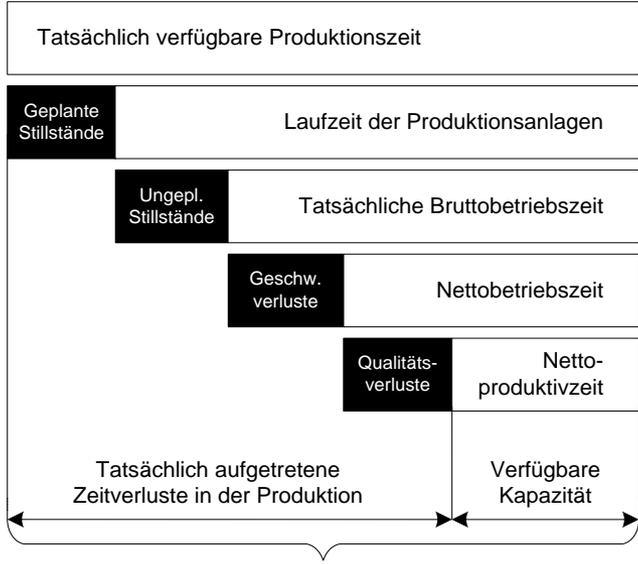


Die Gesamtanlageneffektivität wird derzeit in vielen Unternehmen zur Produktionsoptimierung eingesetzt! Die Analyse von Verschwendungen erfolgt jedoch nur punktuell!

## Gesamtsystemeffizienz

+

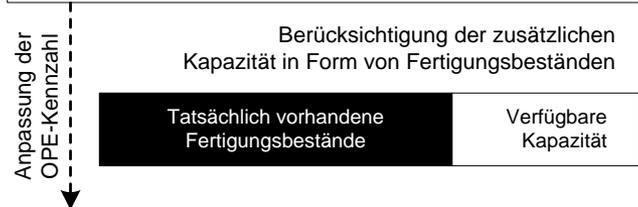
### Produktionseffizienz



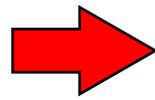
### Produktive Transportabwicklungszeit

Verfügbare Transportabwicklungszeit ( $\alpha$ )	Beispiele
- geplanten Stillstände	z.B. Pausenzeiten, usw.
- ungeplanten Stillstände	z.B. Unterauslastung, usw.
= Maximale Transportabwicklungszeit	
- Geschwindigkeitsverluste ( $v$ )	z.B. verringerte Geschwindigkeit, usw.
= Reduzierte Transportabwicklungszeit	
- Leerfahrtzeiten ( $l$ )	z.B. An-/Leerfahrtzeiten, usw.
= Produktive Transportabwicklungszeit	

### Berechnung der tatsächlichen OPE-Kennzahl

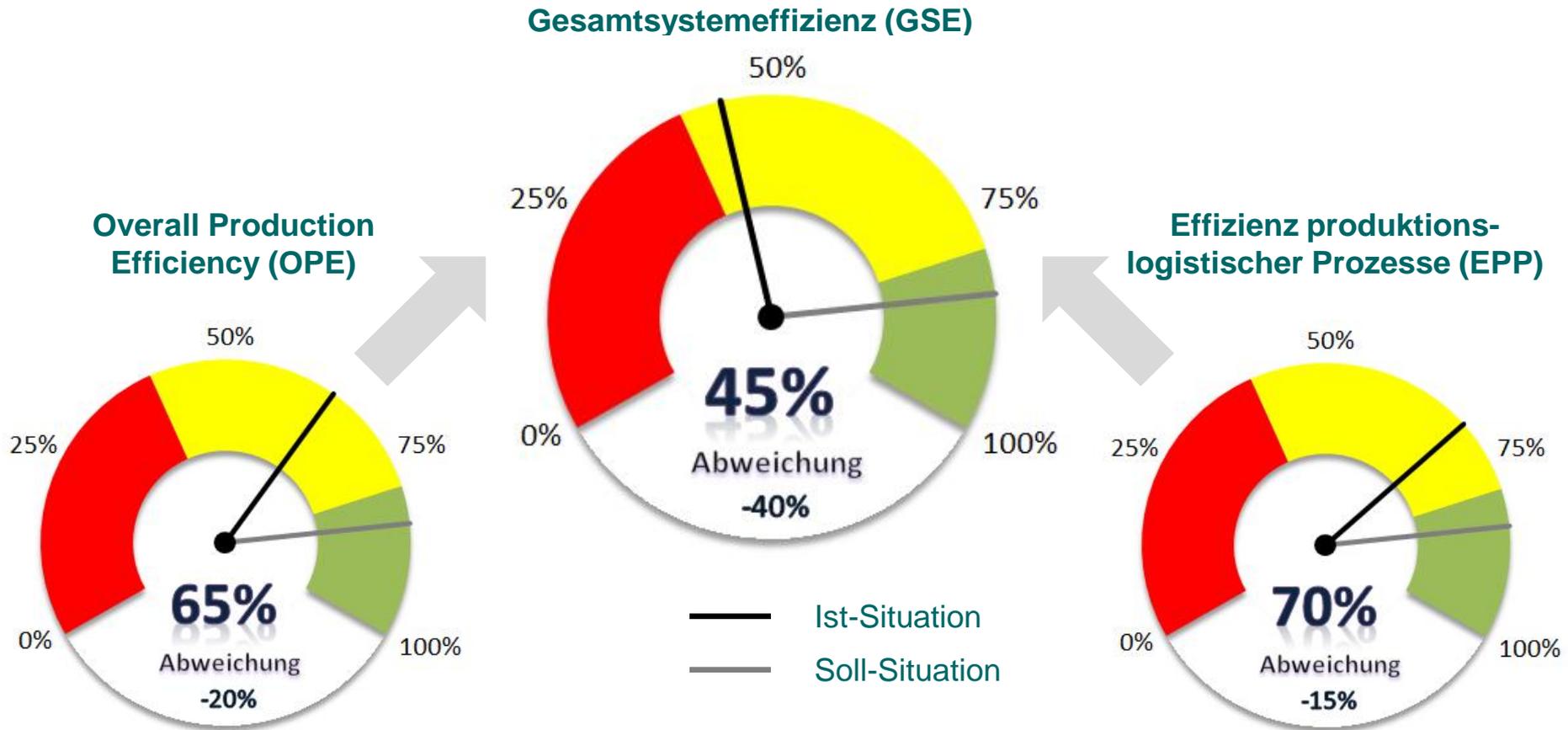


### Berechnung der tatsächlichen OPE-Kennzahl unter Berücksichtigung der Fertigungsbestände



Die produktionswirtschaftliche Effizienz wird mittels einer verbesserten OEE-Kennzahl errechnet. Diese Kennzahl ist sehr viel aussagekräftiger und bildet zudem auch die Effizienzverluste ab, die aus überhöhten Beständen resultieren.

Quelle: Verfasser



Quelle: Verfasser

Das Effizienzdashboard liefert einen raschen Überblick über die Effizienzsituation diskreter Fertigungssysteme und ermöglicht die zielorientierte Verbesserung der Effizienz. Zudem werden die OPE- und EPP-Kennzahlen übersichtlich abgebildet.

### 3 Praxisbeispiel - Simulationsstudie zur Bewertung der Gesamtsystemeffizienz

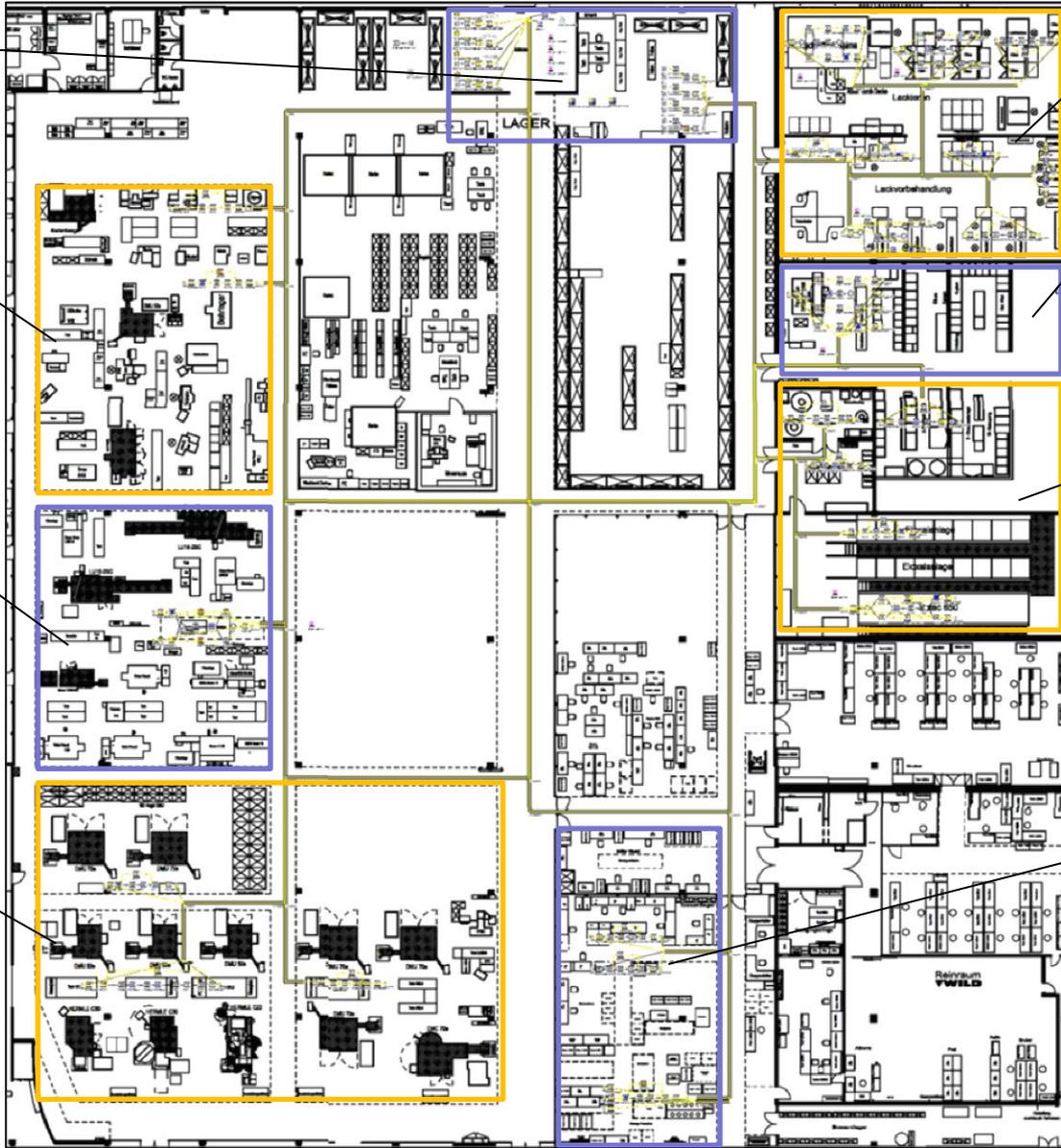
# Layout der Werkstattfertigung zur Herstellung mechanischer, optischer und medizinischer Produkte

Vorbereitung  
Ablegen

Honen  
Läppen

Drehen

Fräsen



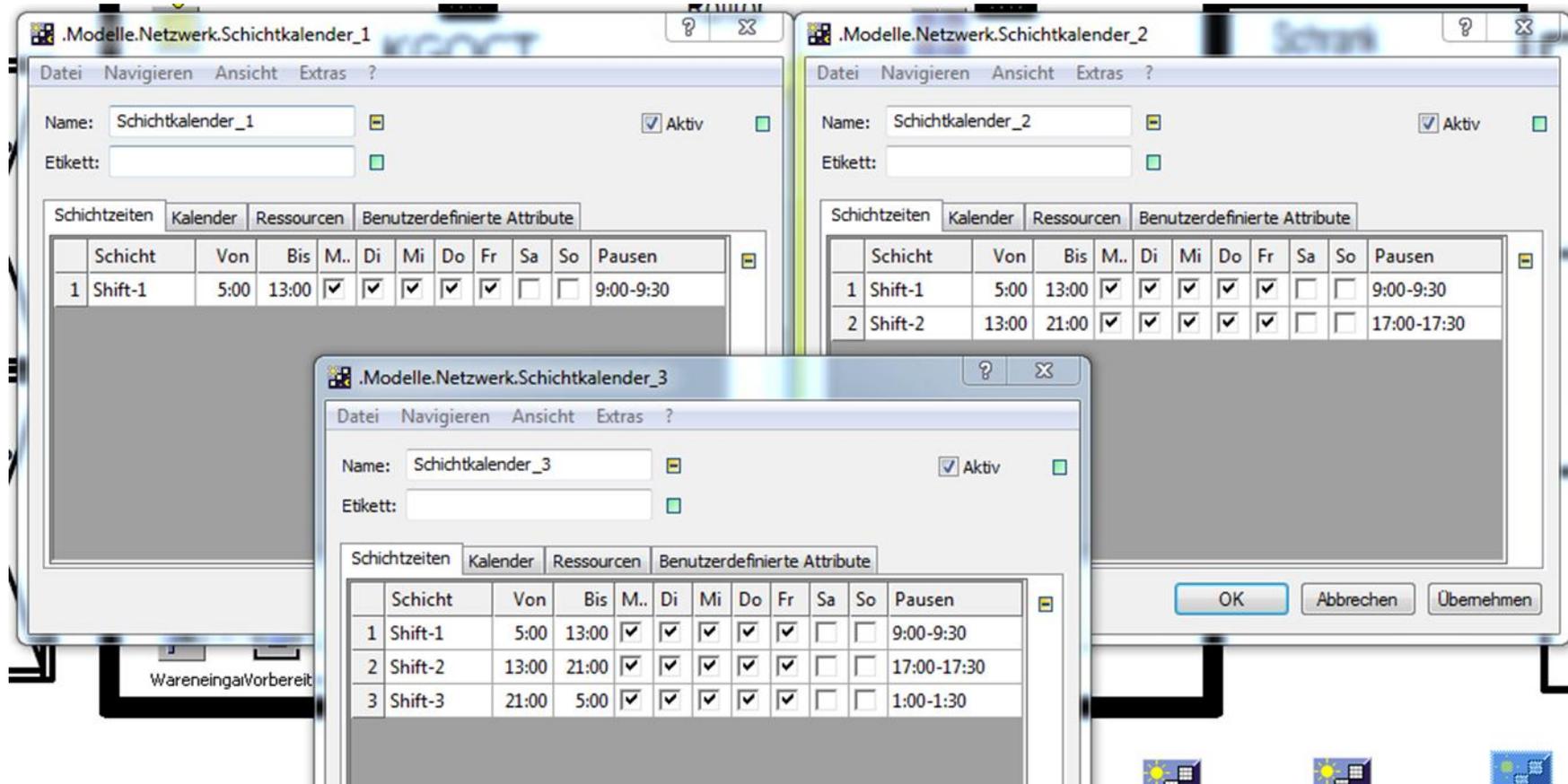
Lackvorbehandlung  
und Lackierung

Waschen

Schleifen  
Chemisch Nickeln  
Eloxalanlage  
Sutec

Montage  
Endkontrolle

Quelle: Verfasser



Quelle: Verfasser



Der Simulation liegt ein Dreischichtmodell zugrunde. Wobei bestimmte Maschinen und/oder Anlagen im Ein- bzw. Zweischichtbetrieb betrieben werden.

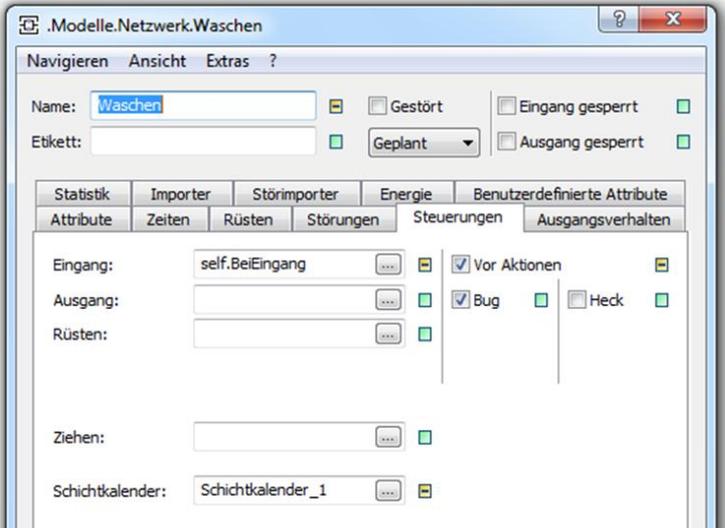
# Bestimmung der Bearbeitungszeiten für die ausgewählten Produkte der betreffenden Prozesse

```

is
do
  if @.name = "DFT45" then
    Teil1 := @;
    if Teil1.holeAttrNr("zähle") = 0 then
      Teil1.erzeugeAttr("zähle", "integer");
      Teil1.zähle := 1;
    else
      Teil1.zähle := Teil1.zähle+1;
    end;

    if Teil1.zähle = 1 then
      ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("10.08");
    else
      ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("10.44");
    end;

  elseif @.name = "MHR140" then
    ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("6.84");
  else
    ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("33.84");
  end;
end;
    
```

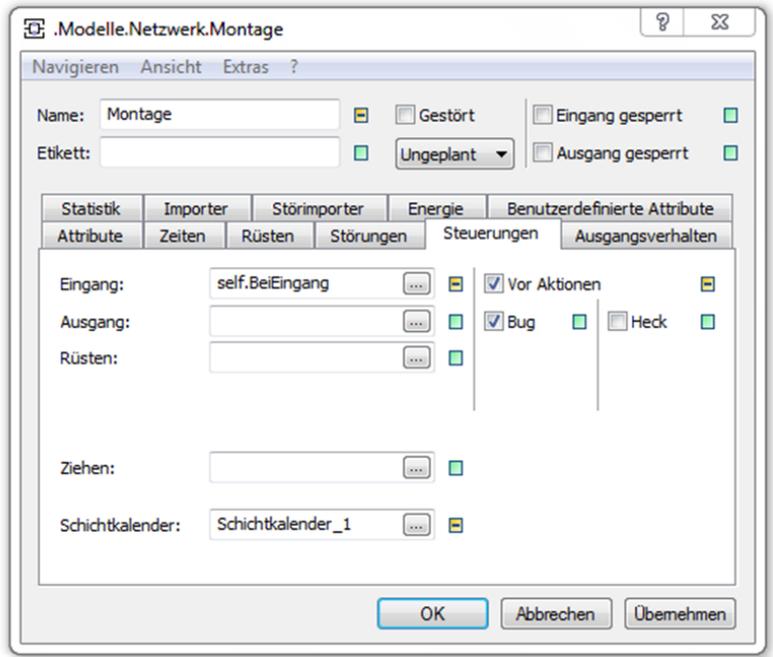
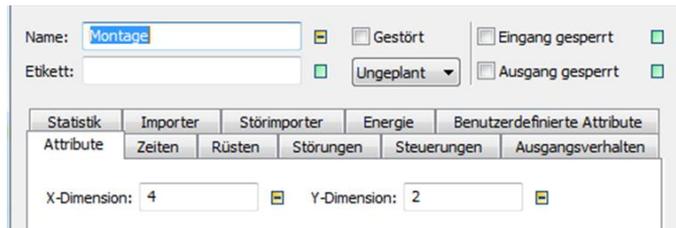


Quelle: Verfasser

```

is
do
  Teil2 := @;
  if Teil2.holeAttrNr("zähle2") = 0 then
    Teil2.erzeugeAttr("zähle2", "integer");
    Teil2.zähle2 := 1;
  else
    Teil2.zähle2 := Teil2.zähle2+1;
  end;

  if Teil2.zähle2 = 1 then
    ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("155.16");
  elseif Teil2.zähle2 = 2 then
    ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("45.36");
  else
    ?.BearbeitungsZeit := str_to_time("812.52");
  end;
end;
    
```



# Bestimmung der Rüstvorgänge und -zeiten gemäß der zugrundeliegenden Bearbeitungsreihenfolgen

The configuration window 'Grundieren' shows the following settings:

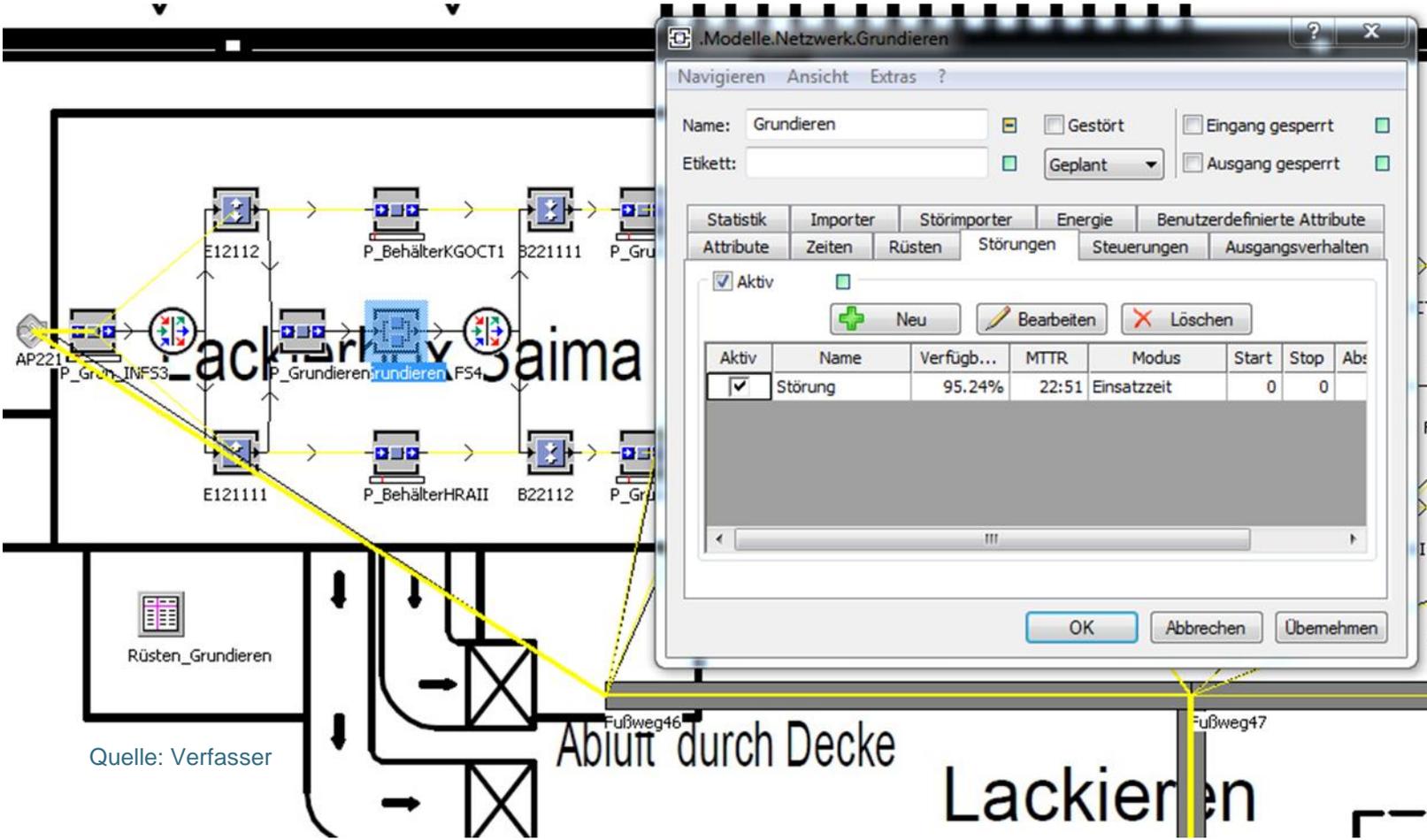
- Name: Grundieren
- Etikett: (empty)
- Geplant: (selected)
- Gestört: (unchecked)
- Eingang gesperrt: (unchecked)
- Ausgang gesperrt: (unchecked)

string 1	time 2
string	BE-Typ
1	KG_OCT
2	HRAII
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

Additional text in the diagram includes 'Quelle: Verfasser', 'Fußweg46', and 'Abflut durch Decke'.

➔ Für die ausgewählten Produkte und der dem Modell zugrundeliegenden Bearbeitungsreihenfolge wurden die notwendigen Rüstvorgänge und die damit einhergehenden Rüstzeiten im Simulationsmodell hinterlegt.

# Bestimmung der Anlagenverfügbarkeit auf Grundlage der zuvor durchgeführten Wertstromanalysen



Zudem wurde für die durchzuführende Simulationsstudie die Verfügbarkeit der Maschinen und/oder Anlagen bestimmt. Dazu wurden die vorliegenden Ergebnisse aus den zuvor durchgeführten Wertstromanalysen herangezogen.

## Bearbeitungsprozesse

Objekt	Arbeitend	Rüstend	Wartend	Blockiert	Hochfahrend/ herunterfahrend	Gestört	Angehalten	Pausiert	Ungeplant	Anteil
Vorspachteln	3.67%	0.73%	40.07%	0.00%		0.00%	0.03%	0.00%	2.97%	52.53%
Fräsen_oct	14.16%	5.90%	45.88%	0.00%		0.00%	0.81%	0.00%	4.45%	28.80%
Trowal	2.84%	0.73%	17.80%	0.00%		0.00%	0.87%	0.00%	1.48%	76.27%
SurTec	11.70%	3.37%	6.50%	0.00%		0.00%	0.68%	0.00%	1.48%	76.27%
Polyester	9.66%	1.17%	31.79%	0.00%		0.00%	1.89%	0.00%	2.97%	52.53%
Schleifen	21.68%	0.29%	21.69%	0.00%		0.00%	0.84%	0.00%	2.97%	52.53%
Grundieren	25.52%	4.01%	13.08%	0.00%		0.00%	1.89%	0.00%	2.97%	52.53%
Emailieren	33.97%	5.43%	3.12%	0.00%		0.00%	1.98%	0.00%	2.97%	52.53%
ReinigungKontr	12.65%	2.72%	6.88%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%
Siebdruck	12.83%	3.52%	5.91%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%
LackKont	0.30%	0.00%	21.95%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%
Drehen	41.90%	0.02%	0.00%	0.00%		0.00%	2.58%	0.00%	2.97%	52.53%
Waschen	7.07%	5.30%	9.53%	0.00%		0.00%	0.35%	0.00%	1.48%	76.27%
Eloxieren	10.60%	0.74%	52.34%	0.00%		0.00%	3.07%	0.00%	4.45%	28.80%
Honen	20.43%	1.17%	0.00%	0.00%		0.00%	0.66%	0.00%	1.48%	76.27%
Endprüfen	0.57%	0.00%	21.68%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%
Frs_1	9.66%	4.31%	51.87%	0.00%		0.00%	0.91%	0.00%	4.45%	28.80%
Frs_Bo_1	27.81%	5.03%	33.03%	0.00%		0.00%	0.88%	0.00%	4.45%	28.80%
Frs_Bo_2	59.94%	4.88%	1.10%	0.00%		0.00%	0.83%	0.00%	4.45%	28.80%
Läppen	12.59%	0.59%	8.82%	0.00%		0.00%	0.25%	0.00%	1.48%	76.27%
Frs_Bo_3	18.08%	5.22%	42.64%	0.00%		0.00%	0.80%	0.00%	4.45%	28.80%
Abdecken	11.04%	0.60%	10.62%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%
Montage	21.97%	0.00%	0.28%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%
Ch_Ni	15.73%	0.00%	1.64%	0.00%		0.00%	4.89%	0.00%	1.48%	76.27%
Perlstrahlen	19.26%	0.47%	1.46%	0.00%		0.00%	1.06%	0.00%	1.48%	76.27%
Kontrolle	17.49%	0.00%	4.76%	0.00%		0.00%	0.00%	0.00%	1.48%	76.27%

## Transportmittel

Objekt	Einsatzbereit	Pausiert	Ungeplant	Gestört
Werker	44.50%	2.97%	52.53%	0.00%

Objekt	Arbeitend	Rüsten	Reparieren	Tragend	Unterwegs zu Auftrag	Warten auf Importer	Warten auf BEs	Gestört
Werker	0.00%	0.00%	0.00%	3.34%	6.38%	90.28%	0.00%	0.00%

Quelle: Verfasser

# Ergebnisse der Simulationsstudie

## Berechnung der Overall Production Efficiency (OPE)

Ermittlung der Overall Production Efficiency (OPE)	Frs_OCT	Frs_1	Frs/Bo_1	...	Endprüf.	Kontrolle	$\sum_{j=1}^n j$ [min]	Effizienz	Effizienzverluste
Verfügbare Produktionszeit (K)	480,00	480,00	480,00	...	480,00	480,00	12.480,00	100 %	-
- geplanten Stillstände	30,00	30,00	30,00	...	30,00	30,00	780,00	-	6,25 %
(s)									
- ungeplanten Stillstände	314,76	355,82	228,61	...	438,53	96,28	5.342,04	-	42,80 %
<b>= Bruttobetriebszeit (BBZ)</b>	<b>135,24</b>	<b>94,18</b>	<b>221,39</b>	...	<b>11,47</b>	<b>353,72</b>	<b>6.357,96</b>	<b>50,95 %</b>	-
- Geschwindigkeitsverluste (v)	39,78	29,06	33,91	...	-	-	667,19	-	5,35 %
<b>= Nettobetriebszeit (NBZ)</b>	<b>95,46</b>	<b>65,12</b>	<b>187,48</b>	...	<b>11,47</b>	<b>353,72</b>	<b>5.690,77</b>	<b>45,60 %</b>	-
- Qualitätsverluste (q)	-	-	1,30	...	-	-	212,12	-	1,7 %
<b>= Nettoproduktivzeit (NPZ)</b>	<b>95,46</b>	<b>65,12</b>	<b>186,18</b>	...	<b>11,47</b>	<b>353,72</b>	<b>5.478,65</b>	<b>43,90 %</b>	<b>56,10 %</b>

Quelle: Verfasser



**Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die OPE der 26 Stationen bei 43,90% liegt.**

- Berechnung der in den Fertigungsbeständen gebundenen Kapazität für alle Produkte 1...4 der Untersuchung:

$$K_{\alpha} = \sum_{f=1}^F \left( x_i \sum_{f=1}^F b_f \right) \dots K_{\alpha} \forall P_{1...4} = 5.333,00 \text{ [min]}$$

- Berechnung des Bestandsfaktors:

$$l = \frac{\sum_{f=1}^F NPZ_f + K_{\alpha}}{\sum_{f=1}^F NPZ_f} = \frac{5.478,65 + 5.333,00}{5.478,65} = \frac{10.811,65}{5.478,65} = 1,97$$

- Korrektur der Effizienz in der Produktion um die Effizienzverluste aus Beständen:

$$OPE_l = \frac{OPE}{l} = \frac{0,439}{1,97} = 0,2228 = \mathbf{22,28\%}$$



Es zeigt sich, dass die Effizienz in der Produktion unter Berücksichtigung der Effizienzverluste aus Fertigungsbeständen bei **22,28%** liegt.

Quelle: Verfasser

Produktionslogistische Effizienz (EPP)	Werker (Transport)	$\sum_{j=1}^n j$ [min]	Effizienz	Effizienzverlust
Verfügbare Transportabwicklungszeit ( <i>a</i> )	480,00	480,00	100 %	-
- geplanten Stillstände	30,00	30,00	-	6,25 %
( <i>s</i> )				
- ungeplanten Stillstände	406,23	406,23	-	84,63 %
= Maximale Transportabwicklungszeit	43,77	43,77	9,12 %	-
- Geschwindigkeitsverluste ( <i>v</i> )	-	-	-	-
= Reduzierte Transportabwicklungszeit	43,77	43,77	9,12 %	-
- Leerfahrtzeiten ( <i>l</i> )	28,71	28,71	-	5,98 %
= Produktive Transportabwicklungszeit	15,06	15,06	3,14 %	96,86 %

Quelle: Verfasser



Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die produktive Transportabwicklungszeit der simulierten Fertigung bei rund 15 Minuten liegt. Daraus resultiert eine produktionslogistische Effizienz für die simulierte Fertigung von rund 3,1%.

# Ergebnisse der Simulationsstudie

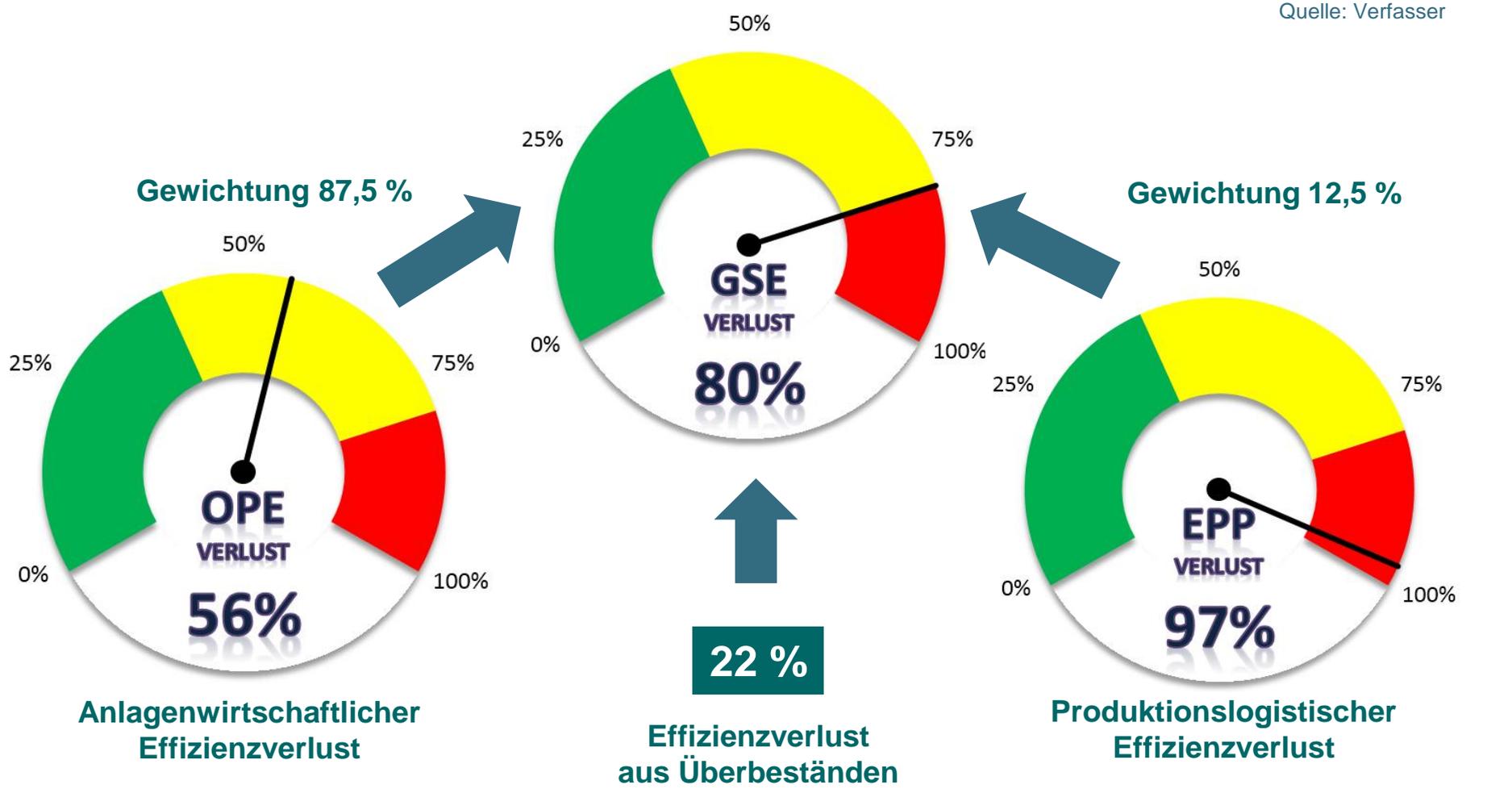
## Berechnung der Gesamtsystemeffizienz (GSE)

Kostenpositionen und Kennzahlen	Gesamt	Produktion	Logistik
Abschreibung [EUR]	1.400.000 EUR	1.330.000 EUR	70.000 EUR
Gehälter [EUR]	4.200.000 EUR	3.570.000 EUR	630.000 EUR
<b>Gesamt [EUR]</b>	<b>5.600.000 EUR</b>	<b>4.900.000 EUR</b>	<b>700.000 EUR</b>
Relative Gewichtung [%]	100,00	87,50	12,50
Effizienz [%]	-	43,90	3,14
Effizienz inkl. Bestände [%]	-	22,28	3,14
Effizienzverlust [%]	-	77,72	96,86
Gewichteter Effizienzverlust [%]	80,11	68,01	12,11
<b>Gesamtsystemeffizienz</b>	<b>100,00 - 80,11 = 19,89 %</b>		

Quelle: Verfasser

Quelle: Verfasser

### Gesamtsystemverlust

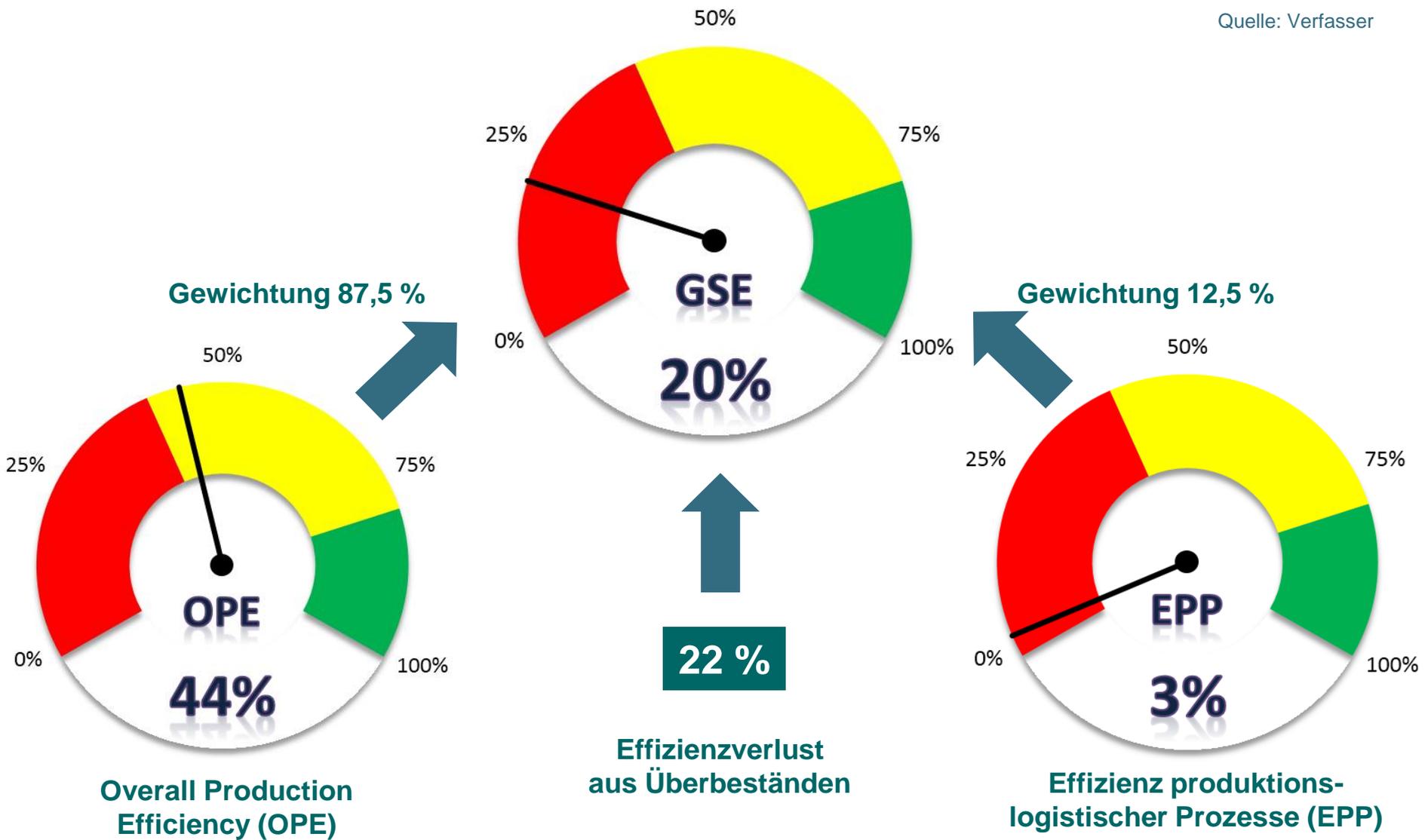


Stillstände	Geschwindigkeitsverlust	Qualitätsverlust
49,05 %	5,34 %	1,70 %

Stillstände	Geschwindigkeitsverlust	Leerfahrt
90,88 %	0 %	5,98 %

Quelle: Verfasser

**Gesamtsystemeffizienz (GSE)**



Ermittlung der Kosteneinsparungen	Produktion	Produktion Wert 1%-Punkt	Logistik	Logistik Wert 1%-Punkt
Abschreibung [EUR]	1.330.000,00	-	70.000,00	-
Löhne [EUR]	3.570.000,00	-	630.000,00	-
Gesamt [EUR]	4.900.000,00	-	700.000,00	-
Effizienzverlust [Bestände]	21,62%	35.400,00	0,00	0,00
Effizienzverlust [PZ]	77,72%	74.000,00	96,90%	7.220,00

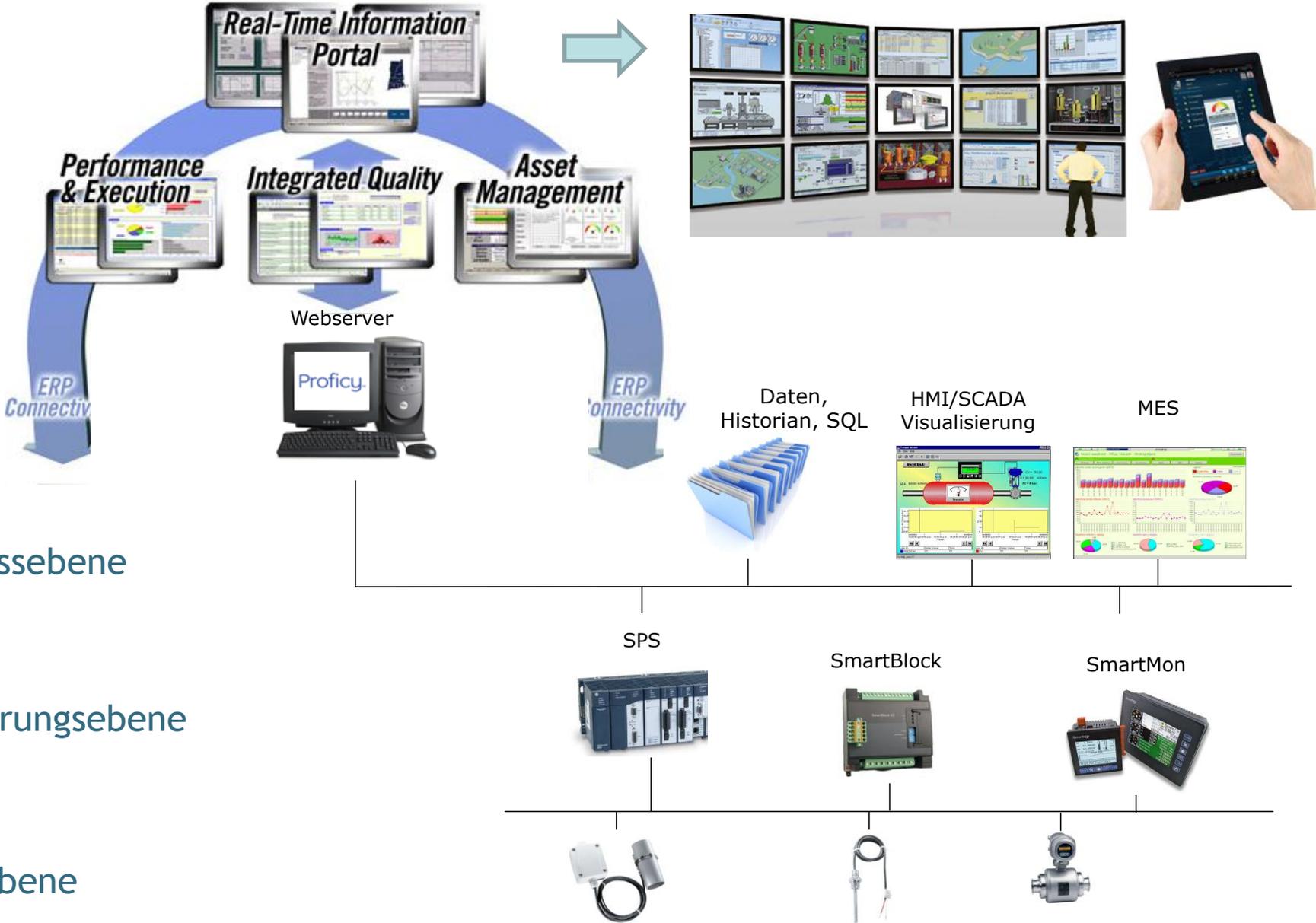


Es zeigt sich, dass ca. 35.400 EUR an Kosteneinsparungen bei Beständen, ca. 74.000 EUR in der Produktion und ca. 7.200 EUR in der Logistik zu erzielen sind, wenn es gelingt, die Effizienz in diesen Bereichen um 1%-Punkt zu verbessern.

Quelle: Verfasser

## Implementierung von MES für das echtzeitfähige Effizienzmanagement

# Voraussetzungen für ein Echtzeitfähiges Effizienzmanagement in der Produktion



-  RFID Hochfrequenzantenne
-  RFID Tag auf Transportmittel
-  Maschinensteuerung

## MES

- Datenspeicherung und Archivierung
- Flexible Datenauswertung nach Fertigungs- und Logistikprozessen,
- Differenzierte Darstellung der Effizienzverluste



Prozessdaten aller Fertigungs- und Logistikprozesse

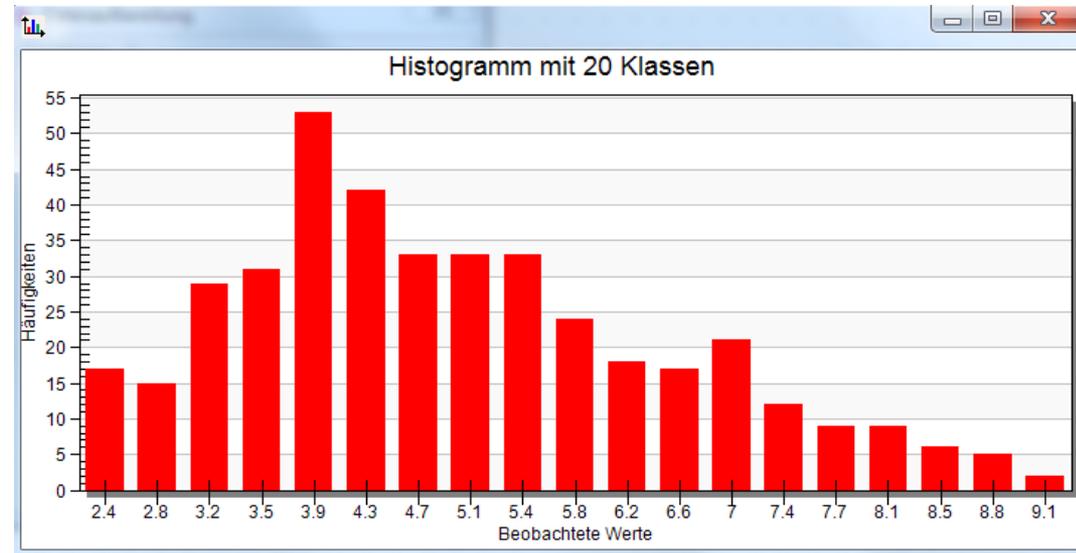




## 1. Daten aus Excel kopieren und im „DataFit“ öffnen

	real
1	3,02
2	8,88
3	5,33
4	5,33
5	7,35
6	4,32
7	5,08
8	5,42
9	8,62
10	5,63
11	4,62
12	4,89
13	5,11
14	4,87
15	6,14

## 2. Anpassungstest ausgewählter Verteilungen durchführen



## 3. Ergebnisse werden nach dem zutreffendsten Verteilungstyp gereiht

string	Distribution	Chi statistic	Chi value	Result Chi	K5 statistic	K5 value	Result K5	AD statistic	AD value	Result AD	Parameter1	Parameter2	Parameter3	Parameter 1	Parameter 2
1	Lognorm	18.9766	26.2974	true	0.6277	1.3580	true	0.6425	2.4920	true	4.817800807	1.666075510		Mu = 4.8	Sigma = 1.7
2	Gamma	26.0308	27.5885	true	0.9871	1.3580	true	0.9324	2.4920	true	9.145034721	0.526394168		Alpha = 9.1	Beta = 0.53
3	Erlang	29.1567	27.5885	false	0.8694	1.3580	true	1.0832	2.4920	true	4.737547512	1.579182504		Mu = 4.7	Sigma = 1.6
4	Loglogistic	47.7348	27.5885	false	1.2676	1.3580	true	4.1671	2.4920	false	4.579703364	5.771930103		Alpha = 4.6	Beta = 5.8
5	Paralogistic	53.3796	27.5885	false	1.3506	1.3580	true	2.1922	2.4920	true	3.787085008	7.222997705		Alpha = 3.8	Theta = 7.2
6	Triangle	58.0511	26.2974	false	2.8477	1.3580	false	21.7759	2.4920	false	4.11	2.04	9.69	c = 4.1	a = 2
7	Normal	59.1353	27.5885	false	1.6572	1.3580	false	4.0640	2.4920	false	4.813892944	1.609407993		Mu = 4.8	Sigma = 1.6
8	Weibull	64.7664	27.5885	false	1.3759	1.3580	false	3.4714	2.4920	false	3.192393473	5.378774526		Alpha = 3.2	Beta = 5.4
9	Logistic	76.2506	27.5885	false	2.0286	1.3580	false	5.3459	2.4920	false	4.813892944	1.611369491		Mu = 4.8	Sigma = 1.6
10	Laplace	94.0608	27.5885	false	1.4360	1.3580	false	5.4881	2.4920	false	4.58	1.830529131		Mu = 4.6	Sigma = 1.8
11	Uniform	174.4501	27.5885	false	5.2798	1.3580	false	56.9534	2.4920	false	2.04	9.69		Start = 2	Stop = 9.7

## 4. Verteilungstyp und -parameter in das Simulationsmodell übertragen

# Simulierte Optimierung des Produktionssystems durch die gezielte Beseitigung von Ineffizienzen

The screenshot displays the Tecnomatix Plant Simulation 9.0 interface for a 'Small Parts Production' model. The main window shows a 3D layout of the production line with stations labeled MS1, AS1, AS2, MS2, AS5, AS4, AS3, MS4, and AS6. A 'Throughput: 98' indicator is visible. A red box highlights a 'Double-click EventController to start/stop simulation' instruction. An 'EventController' dialog is open, showing controls for starting, stopping, and stepping the simulation, along with a 'Real time x 1.0' multiplier. An 'AutoParameters' dialog is also open, displaying a table of parameters for various assembly stations.

Station	Cycle time type	Min. Cycle time	Max. Cycle time	Availability	Mean time to repair
AS1	Uniform	58	62	99	2:30.0000
AS2	Uniform	58	62	99	5:00.0000
AS3	Uniform	58	62	99	3:00.0000
AS4	Uniform	58	62	99	5:00.0000
AS5	Uniform	58	62	99	5:00.0000
PreProduction1.AS10	Uniform	58	62	100	0.0000
PreProduction1.AS11	Uniform	58	62	100	0.0000
PreProduction1.AS12	Uniform	58	62	100	0.0000
PreProduction1.AS13	Uniform	58	62	100	0.0000

Below the main layout, two charts are displayed:

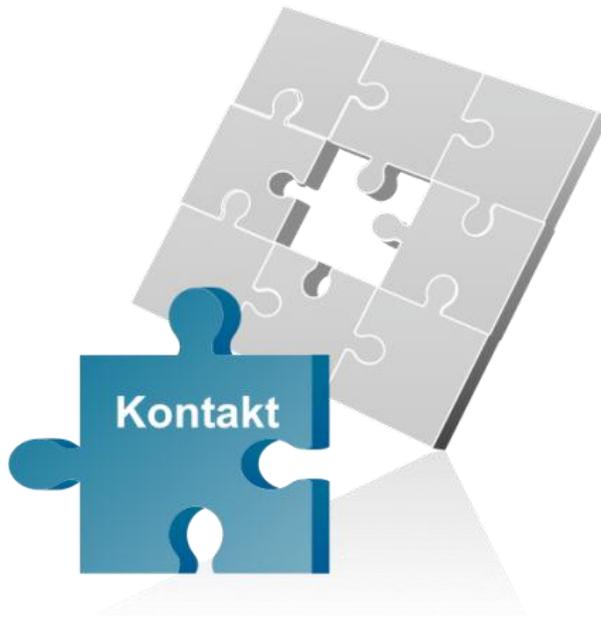
### Station Utilization

[MS] = Manual, [AS] = Automatic

### Occupation of the conveyors

## Zusammenfassung und Ausblick

- Modernes Produktionsmanagement im Kontext von Industrie 4.0 erfordert den Einsatz **adaptiver Assistenzsysteme**, mit denen zielorientierte Verbesserungen möglich sind.
- Eine systematische Darstellung und Bewertung der Effizienzverluste in der Produktion ist über den Einsatz des **OEE-Kennzahlensystems** sehr gut möglich. Über die Integration von **Anlageneffizienz mit der Logistikeffizienz** ist eine ganzheitliche Abbildung der Effizienzsituation möglich.
- Durch den Einsatz der **Simulation** sind die **Effizienzverluste im realen Produktionssystem gut darzustellen** und durch die Veränderungen bei den Prozessen und Ressourcen in einer virtuellen Umgebung vorab zu minimieren.
- Zur Erfassung der erforderlichen prozessbezogenen Leistungsdaten in Echtzeit sind **MES** notwendig, mit denen die verfügbaren **Daten in der Feld- und Steuerungsebene** gesammelt werden. Zudem sind z.B. über RFID Systeme die logistischen Leistungsdaten aufzunehmen und zur weiteren Bearbeitung und Auswertung bereitzustellen.
- Im **Effizienz- bzw. Verlustcockpit** können die auftretenden Verluste übersichtlich dargestellt und tiefergehend analysiert werden. Daraus sind Maßnahmen zur Vermeidung/Verminderung von Effizienzverlusten abzuleiten.
- Wenn genügend **prozessbezogene Leistungsdaten** über eine bestimmte Periode im MES gesammelt wurden, können diese wiederum **in die Simulation übergeführt** und zur Planung von Maßnahmen zur Effizienzvermeidung im Produktionssystem genutzt werden.
- Zukünftig sollen neben der Effizienzbetrachtung eine Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätsbetrachtung in das adaptive Assistenzsystem integriert werden.



**proscicon**

Institute of Production Science and Consulting  
Forschungs- und BeratungsgesmbH

assoz. Univ.-Prof. Dr. habil. Herwig Winkler

Universitätsstr. 65-67  
9020 Klagenfurt am Wörthersee

Tel.: +43 (0) 463 2700 4079

Fax: +43 (0) 463 2700 994079

e-Mail: [herwig.winkler@aau.at](mailto:herwig.winkler@aau.at)

URL: <http://www.proscicon.at>