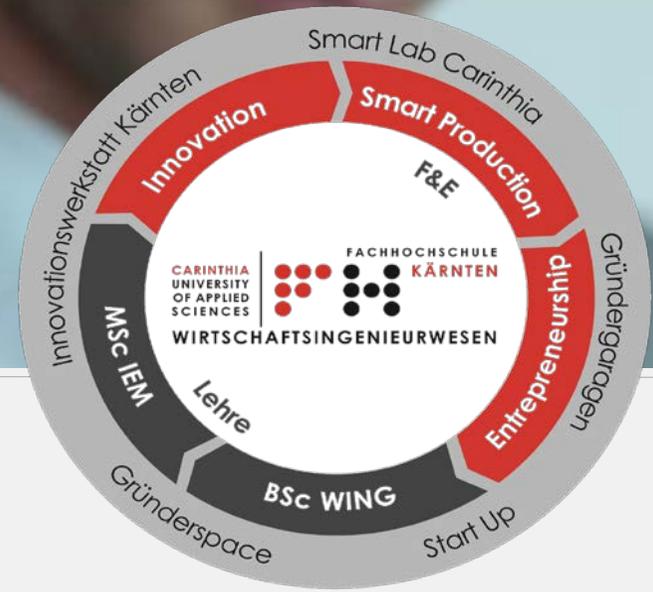




Kopplung von Fertigungsprozessabläufen in WITNESS mit Kostenkalkulationen

Ausgewählte Anwendungsbeispiele im Kontext von
Industrie 4.0 Optimierungsaspekten

FH-Prof. Mag. DI Dr. Bernhard Heiden, MBA
Düsseldorf, 15. 3. 2018, 15h15-16h



„Menschen, die miteinander arbeiten, addieren ihre Potenziale.
Menschen, die füreinander arbeiten, multiplizieren ihre Potenziale“

Steffen Kirchner



FH-Prof. Mag. DI Dr. Bernhard Heiden, MBA
Professor for
Production Engineering



FH-Prof. DI Dr. Roland Willmann
Professor for
Industrial Management



FH-Prof. DI Dr. Erich Hartlieb
Degree programm leader
Industrial Engineering
Professor für Innovation- und
Technologymanagement



Mag. Dr. Petra Hössl
Senior Researcher
Start Up Initiative



FH-Prof. Dr. Joachim Werner
Professor for Business
Administration

FH-Kärnten
Wirtschaftsingenieurwesen
Studiengang WING & IEM



DI Dr. Josef Tuppinger
Senior Researcher



DI (FH), Mag. (FH) Michael Roth
Scientific Employee



Mag. (FH) Thomas Saier
Scientific Employee



DI Reinhard Tober
Laboratory Engineer
Smartlab



Alexandra Reithofer
Administration



Joris Löschnig
Student Staff Member
Smartlab



Monika Decleva, BSc
Scientific Employee



Tamara Penker
Administration

Wirtschaftliche Industrie 4.0 Entscheidungen – Praxis der Wertschöpfung,

Wirtschaftliche Industrie 4.0 Entscheidungen - mit Beispielen

In dieser Arbeit werden die Grundlagen von i4.0 erörtert und Abgrenzungen für ein i4.0 Projekt gegeben. Es werden relevante finanzwirtschaftliche Grundlagen der Investitionsrechnung zusammengefasst und die DCF Methode von E. Fischer und A. Rappaport mit einem einheitlichen Begriffssystem ineinander übergeführt. Dabei ergibt ein transformiertes Rappaportsches System zur Wertbestimmung eines Projektes, im Grenzfall, dass die Investitionsaufwendungen gleich den Abschreibungen für Anlageninvestitionen (AfA) sind, und dass zusätzliche Umlaufvermögensinvestitionen Null sind, dieselben Ergebnisse wie das Fischersche System. Es werden zwei praktische Anwendungsbeispiele gegeben, die völlig unterschiedliche Charakteristiken aufweisen. Das eine weist lineare i4.0 Optionswerte oder Wertsteigerungen auf, das andere nichtlineare i4.0 Optionswerte, was zur Folge hat, dass das gleichzeitige Umsetzen zweier Strategien, eine überproportionale Wertschöpfung bewirkt.



Bernhard Heiden ist Professor für Produktionstechnik an der Fachhochschule Kärnten. Er ist Initiator und Mitbegründer des Smartlab Carinthias, des ersten Fablab in Kärnten, sowie Vortragender und Autor von zahlreichen Artikeln und Fachbeiträgen. Aktuelle Forschungs- und Beratungsschwerpunkte sind Produktionstechnik und Industrie 4.0.



978-3-639-88897-3

Reihe Gesellschaftswissenschaften



Bernhard Heiden

Wirtschaftliche Industrie 4.0 Entscheidungen - mit Beispielen

Praxis der Wertschöpfung

AkademikerVerlag

[HeB16b]

demnächst im Handel:

<http://www.springer.com/de/book/9783658116668>



© 2018

Mit Innovationsmanagement zu Industrie 4.0

Grundlagen, Strategien, Erfolgsfaktoren und Praxisbeispiele

Herausgeber: **Granig**, Peter, **Hartlieb**, Erich, **Heiden**, Bernhard (Hrsg.)

 Springer Gabler

[HeB16a]

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Überblick

1. i4.0 - Industrie 4.0 – Optimierungsaspekte – Simulationsnutzen
2. € - Kostenberechnungen
3. €-Sim - Kopplung von Kostenberechnungen mit Witness
4. Hands on - Anwendungsbeispiele
 - 4.1 Beispiel 1
 - 4.2 Beispiel 2
 - 4.3 Beispiel 3
5. Resumée
6. Eye - Ausblick und Vision

Literatur

1. Einleitung

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Wieso ist Simulation von
Fertigungsprozessen notwendig?

1. i4.0 - Industrie 4.0

Überblick

1. i4.0

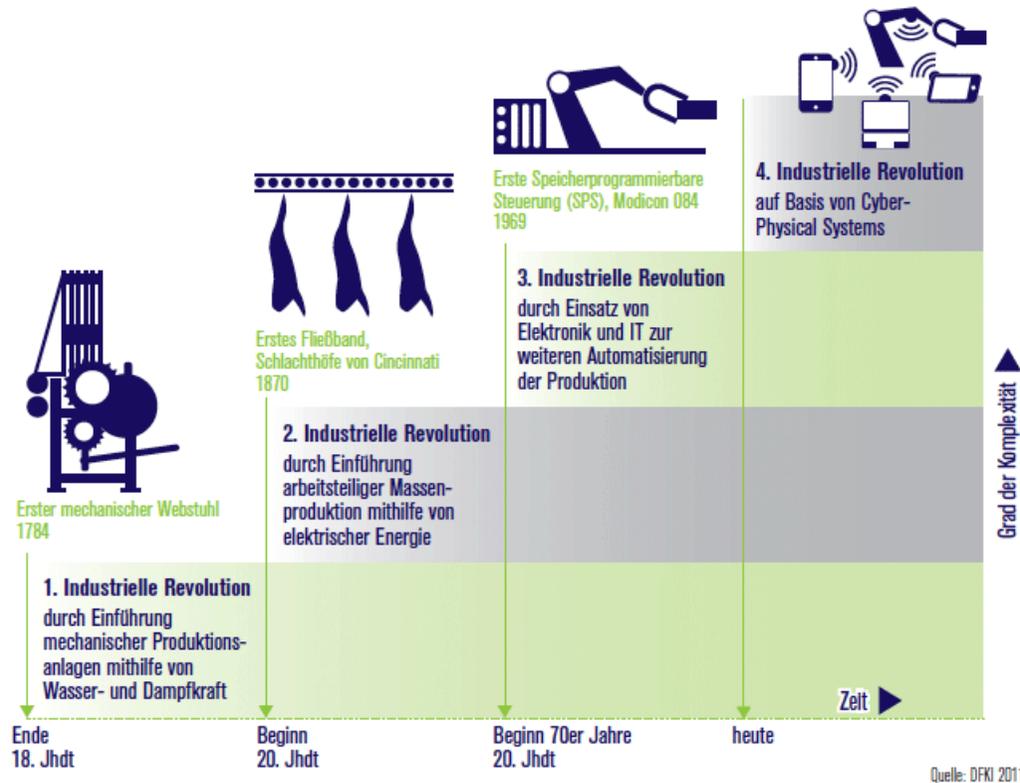
2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye



Quelle: www.plattform-i40.de

1. i4.0 - IoT - From lean technology to lean information

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Energieverbrauch

Energieverbrauch ↓

*Bausteine zur technische Realisierung
der wandelbaren Fabrik der Zukunft*

Beschleunigung mit
Produktions-
simulationen – z.B.
Witness Simulationen

Einfache
Simulationen

lean technology

Globale, standardisierte
Steuerungsarchitektur

Semantische Beschreibung

Kontext-Integration

Strukturelle Flexibilität

IoT-Basistechnologie

lean information

Beschleunigung mit
Prozesssimulationen –
gekoppelt mit
Produktions-
simulationen – z.B.
Witness Simulationen

komplexe Simulationen

<http://www.smartfactory.de/>

1. Information und Exformation

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

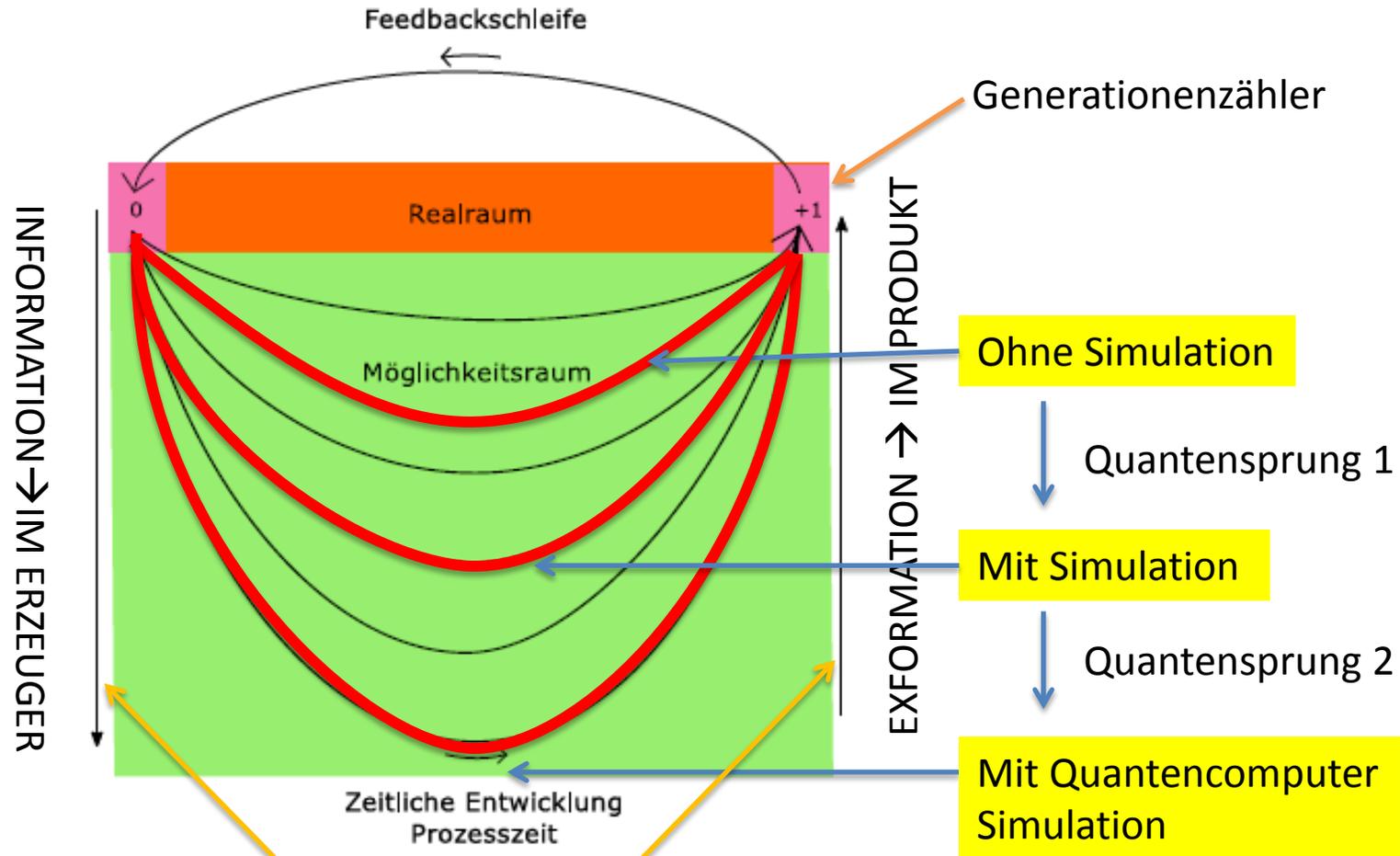


Abb. aus [HeB16b] (vgl.a. [SeP07])

exponentielle Skalen

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Kernsatz 1

wenn jemand für
jemanden etwas
macht entsteht Wert

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Kernsatz 2

wenn jemand für
jemanden eine
Simulation macht
entsteht
exponentieller Wert*

* Der Grund ist die Rückkoppelung mit sich selbst, im Innen (dem Produzenten) und im Außen (dem Produkt)

1. Smart Factory

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

SmartFactoryKL: herstellerunabhängige Technologie-Initiative am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)

- Umsetzung Kernaspekte Industrie 4.0
- die **individuelle Fertigung** mit hoher Variantenvielfalt und geringen Losgrößen
- Erhöhung der Wandelbarkeit und Flexibilität von Anlagen und Prozessen
- Umfassende Informationsbereitstellung

www.smartfactory-kl.de

Vision

Die *SmartFactory*^{KL} ist

- beliebig modifizierbar und erweiterbar=**flexibel**
- verbindet beliebige Komponenten verschiedener Hersteller=**vernetzt**
- legt Wert auf die Nutzerfreundlichkeit der Systeme=**nutzerorientiert**
- ermöglicht ihren Komponenten kontextbezogene Aufgaben selbstständig zu übernehmen
=**selbstorganisierend**

Detaillierte Informationen hierzu finden sich unter:

www.smartfactory-kl.de

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

1. Intelligentes Produkt („Smart Product“)
2. Kommunizierende Maschine („Smart Machine“)
3. Assistierter Bediener („Augmented Operator“)

Quelle: <http://www.smartfactory.de/>



1. Intelligentes Produkt

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Die Leitidee des intelligenten Produkts beschreibt die Rolle des Rohlings als handelnder Teil des Systems. Produkte tragen ein Gedächtnis mit hinterlegten Auftrags- und Produktionsdaten und bestimmen damit ihre Produktion.

→ „Mobiles Gehirn“: Papierrollen/Container in der Fertigung die ihren Weg, Bearbeitungszustand, Wartungszustände kennen und speichern z.B. mit RFID-Chip etc.

Quelle: <http://www.smartfactory.de/>

1. Intelligente Maschine

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Durch das Paradigma der kommunizierenden Maschine werden Anlagenkomponenten zu Cyber-Physikalischen Systemen (CPS). Darunter versteht man autonome Einheiten mit lokaler Steuerungsintelligenz, die über offene Netze und semantische Beschreibungen in einem Automatisierungsnetzwerk mit anderen Maschinen, Produkten und Anlagen kommunizieren.

→ z.B. andere Arbeitsorganisation:
Eine Person steuert mehrere Maschinen: bei U-Bahnen,
Flughäfen

Quelle: <http://www.smartfactory.de/>

1. Assistierter Bediener („Augmented Operator“)

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Der Kernaspekt des assistierten Bedieners zielt darauf ab, den Menschen im Zentrum der Fabrik durch kontextsensitive Informationsbereitstellung und die Anreicherung der realen Welt mit virtuellen Informationen - Augmented Reality (AR) - zu unterstützen. So lässt sich die steigende technische Komplexität optimal beherrschen.

→ z.B. Rundgang mit 3D-Brille durch die simulierte Fertigung

Aktuelles Beispiel

14.3.2018,

ICE-München-

Düsseldorf



Quelle: <http://www.smartfactory.de/>

2.€ i4.0 Kosteneinsparungspotentiale

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| Kosten | Effekt | Einsparungspotenziale |
|-----------------------|--|-----------------------|
| Komplexitätskosten | z.B. Reduktion „trouble shooting“ | -60% bis -70% |
| Bestandskosten | z.B. Reduzierung Sicherheitsbestand | -30% bis -40% |
| Instandhaltungskosten | z.B. Optimierung Lagerbestände/Ersatzteile | -20% bis -30% |
| Fertigungskosten | z.B. Verbesserung OEE | -10% bis - 20% |
| Logistikkosten | z.B. Erhöhung Automatisierungsgrad | -10% bis - 20% |
| Qualitätskosten | z.B. Echtzeitnahe Qualitätsregelkreise | -10% bis - 20% |

Tabelle aus [BaT14, HeB16b] adaptiert

2. € - Optionstheorie*

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

- Handlungen lassen sich in Optionen (Wahlmöglichkeiten) einteilen
- Jede Option hat einen Wert
- Der **Handlungswert**** setzt sich aus den Optionen zusammen, da jede Option einen fundamentalen (Energie-/)Geldwert hat
- Handlungen finden immer in einem Kontext/(R)aum statt (Markt)

-- Anwendung auf i4.0 -- **

- (O1) Maschine → Maschinenoption etwas zu produzieren
- (O2) Mensch → Menschenoption etwas alleine/mit Maschine zu produzieren
- (O3) Mensch → Menschenoption als Kunde auf Produktion Einfluss zu nehmen
- (O4) Maschine → Maschinenoption als Kunde (mittelbar) Einfluss auf Produktion zu nehmen

*s.a. [HeB16b] ** etwas Machen

FH-Prof. Mag. DI Dr. Bernhard Heiden, MBA

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Handlungsoption 0 → keine Handlung=Referenz

Entsteht durch Koppelung von Handlungsoptionen (1 & 2)

Projektwert

$$P_W = OW(Szenario_0)$$

$$+ \underbrace{OW(Szenario_3) + OW(Szenario_2)}_{\text{linearer i4.0 Optionswert}} + \underbrace{OW(Szenario_1)}_{\text{nichtlinearer i4.0 Optionswert}}$$

i4.0 Optionswert

Handlungsoption 1

Handlungsoption 2

Finanzielle Bewertung aller Handlungen/Prozesse → Operating Cash Flow (OCF) = Absolutwert

*s.a. [HeB16b]

Bsp. Optionswerttheorie*

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Extranutzen durch
Umsetzung von
zwei Optionen

| Optionswerte in Mio EUR | Optionswerte (OW) der Effizienzsteigerung → | |
|--|---|--|
| Optionswerte (OW) der Wachstumssteigerung ↑ | <i>Szenario₃</i> Optionswert Wachstumssteigerung | <i>Szenario₁</i> Optionswert für ge- meinsame Wachstums- und Effizienzsteigerung = nichtlinearer i4.0 Optionswert 1.143 |
| | <i>Szenario₀</i> Optionswert keine Ände- rung 0,267 | <i>Szenario₂</i> Optionswert Effizienz- steigerung 0,792 |

*s.a. [HeB16b]

2. € - Optionswerttheorie – systemische Folgen

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| i4.0-Strategie/Maßnahme | Optionswerttheorie |
|-------------------------|---|
| Vernetzung | Infrastruktur die weitere Optionen ermöglichen (R) |
| Flexibilität | Optionen durch Maschinen/Menschen (Arbeiter) – Kombinationen (O1, O2) |
| Selbstorganisierend | Optionen durch Maschinen-Maschinen Kopplungen (O1, O4) |
| Nutzerorientiert | Optionen durch Menschen/Maschinen (Nutzer) (O3, O4) |

2. € - Kostenersparnis a

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| i4.0-Strategie/Maßnahme | Kostenersparnis durch |
|-------------------------|---|
| Vernetzung | Durch Kooperationslösungen entstehen Mischvarianten, die eine jeweilige Teiloptimierung ermöglichen und damit das Gesamtsystem kostenmäßig optimieren (R) |
| Flexibilität | Laufende Auftragsänderungen können Preis-konform vom Menschen/der Maschine abgebildet werden (O1, O2) |
| Selbstorganisierend | Kostenersparnis - Mitarbeiterkosten, da Prozesse selbständig ablaufen können → hoher Automatisierungsgrad möglich (O1, O4) |
| Nutzerorientiert | Wahl der benötigten Komponenten und des Zeitpunktes, geringere Reklamationen, höhere Kundenzufriedenheit, kostenminimiert aus Nutzersicht → nur benötigte Optionen gewählt (O3, O4) |

2. € - Kostenersparnis b

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| i4.0-Strategie/Paradigma | Kostenersparnis durch |
|--------------------------|---|
| Intelligentes Produkt | weniger Personalressourcen, weniger Fehler durch Benutzerbedienung, „durchgängiger“ als IT-Prozess=besser automatisierbar |
| Intelligente Maschine | Maschine lässt Abfragen zu: Damit wird lean information erreicht und abfragende System können schneller entscheiden, bzw. komplexere Entscheidungen treffen und haben damit potentiell Kosteneinsparungspotential |
| Assistierter Benutzer | Der Benutzer spart Zeit um richtige Entscheidungen zu treffen und wird damit produktiver, Zuverlässigkeit steigt → Ausschussrate verringert |

2. € Publikationstrends bei Additive Manufacturing (AM)

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Trend of most recent manufacturing concepts appeared in literature

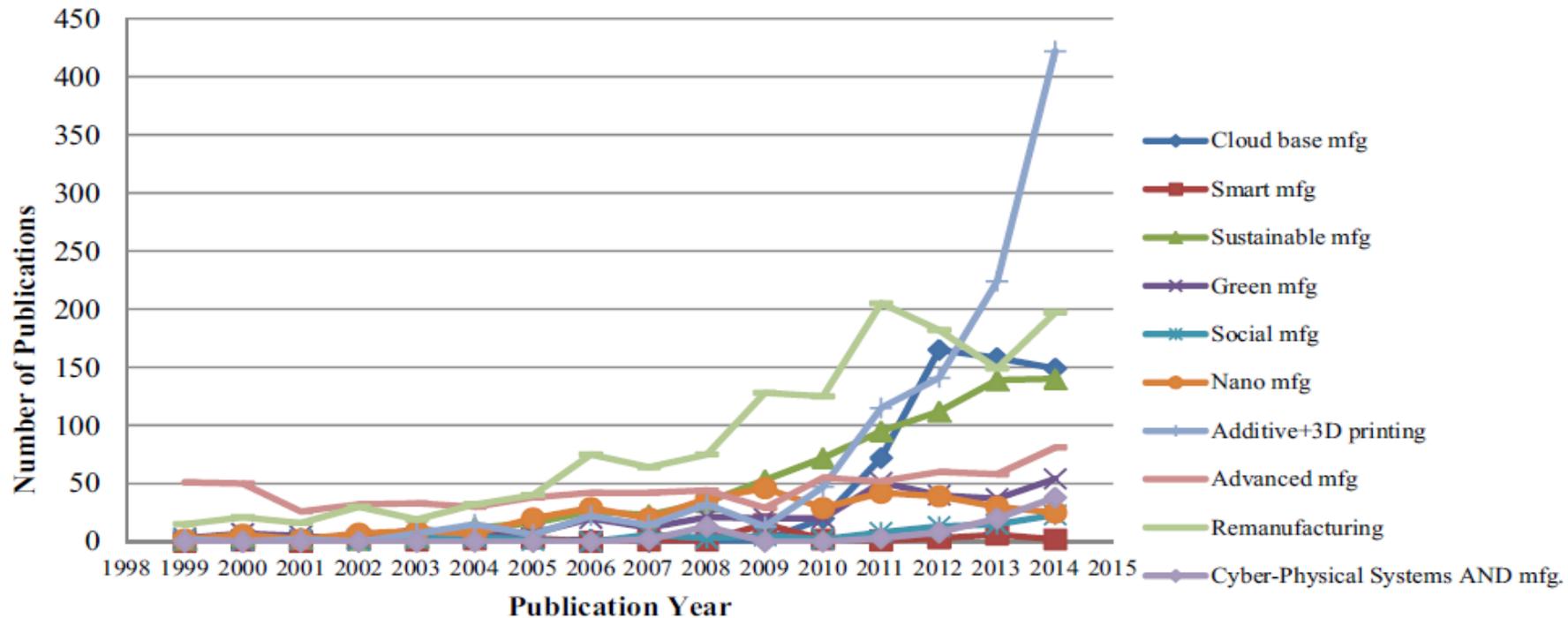


Fig. 10. The number of publications found in Engineering Village, Compendex, Inspec & GEOBASE databases from 1999 to April 2015 with titles including one of the following labels: cloud-based manufacturing, smart mfg., sustainable mfg., green mfg., social mfg., nano-manufacturing, additive mfg. or 3D printing, advanced mfg., remanufacturing and 'cyber-physical systems AND mfg'.

[EsB16]

2. € Unit production cost AM

Überblick

1. i4.0

2. €

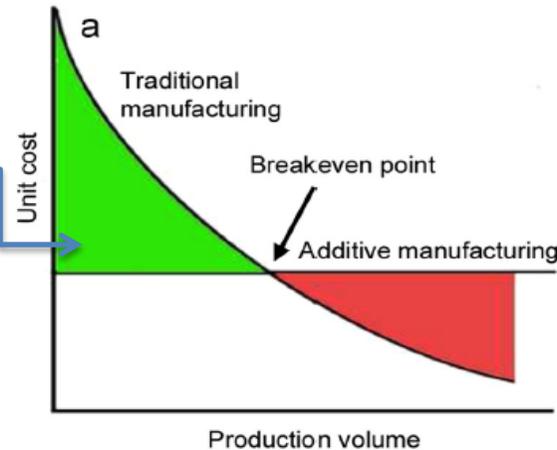
3. €-Sim

4. Hands on

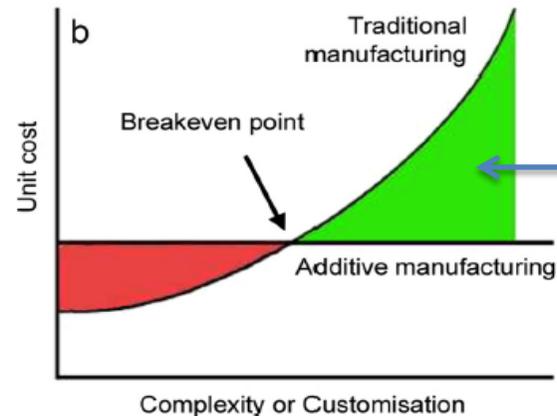
5. Resumée

6. Eye

personalisierte
Produkte/kleine
Stückzahlen



AM ~ i4.0



Bauteilkomplexität

Fig. 1. (a) Unit production cost for additive and traditional manufacturing; (a) against production volume; (b) against product complexity or customisation (adapted from [8,15,19–21,24]).

[PiA16]

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Methoden für Kostenberechnungen in Witness:

1. post hoc über die **Schlüsselparameter** (Zeit, Produktivität ...)
2. mit dem eingebauten **Kostenberechner**

4. Hands on – Bsp1 - Qualitätserhebung Produkt

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

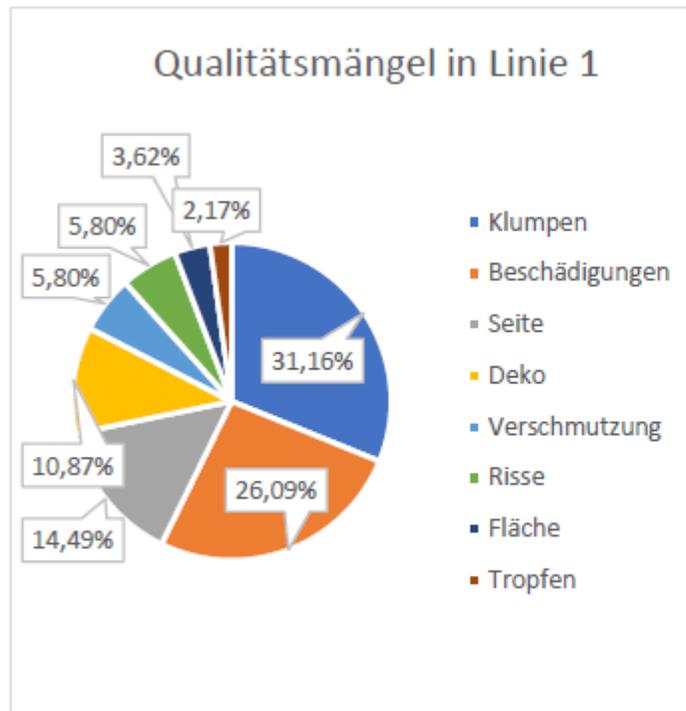


Diagramm 1: Qualitätsmängel Linie1 [3]

| Typ | Ursprung | Anteil |
|--------------|------------------------------------|--------|
| Klumpen | Rohmaterial, Smalto, Verschmutzung | 31% |
| Beschädigt | Schläge, Förderband, Presse | 26% |
| Seite | Schläge, Förderband, Presse | 14% |
| Deko | Drucker | 11% |
| Verunreinigt | Verschmutzung | 6% |
| Risse | Schläge | 6% |
| Flachheit | Rohmaterial, Ofen | 4% |
| Tropfen | Smalto, Drucker | 2% |

Tabelle 4: Fehler und Qualitätsmängel

[FrP17]

4. Hands on - – Bsp1 - Quantifizierung des Verlusts=Qualitätsmangel → einheitliche Messgröße

Überblick

1. i.4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| Linie1 | m ² | 10% | m ² /Mängel | Verlust |
|----------------|----------------|----------|------------------------|-----------------------|
| Pro ges. | 118.413,0 | 10.657,2 | | 2€ pro m ² |
| Klumpen | | 31,16% | 3.320,7 | 6.641,42 |
| Beschädigung | | 26,09% | 2.780,1 | 5.560,26 |
| Seite | | 14,49% | 1.544,5 | 3.089,03 |
| Deko | | 10,87% | 1.158,4 | 2.316,78 |
| Verunreinigung | | 5,80% | 617,8 | 1.235,61 |
| Risse | | 5,80% | 617,8 | 1.235,61 |
| Flachheit | | 3,62% | 386,1 | 772,26 |
| Tropfen | | 2,17% | 231,7 | 463,36 |
| | | 100,00% | 10.657,2 | 21.314,34 |

Tabelle 5: Kosten Fehler Linie1

[FrP17]

4. Hands on – Bsp.1 Planen von Verbesserungsmaßnahmen → Investitionsrechnung

Überblick

1. i.4.0

2. €

3. €-Sim

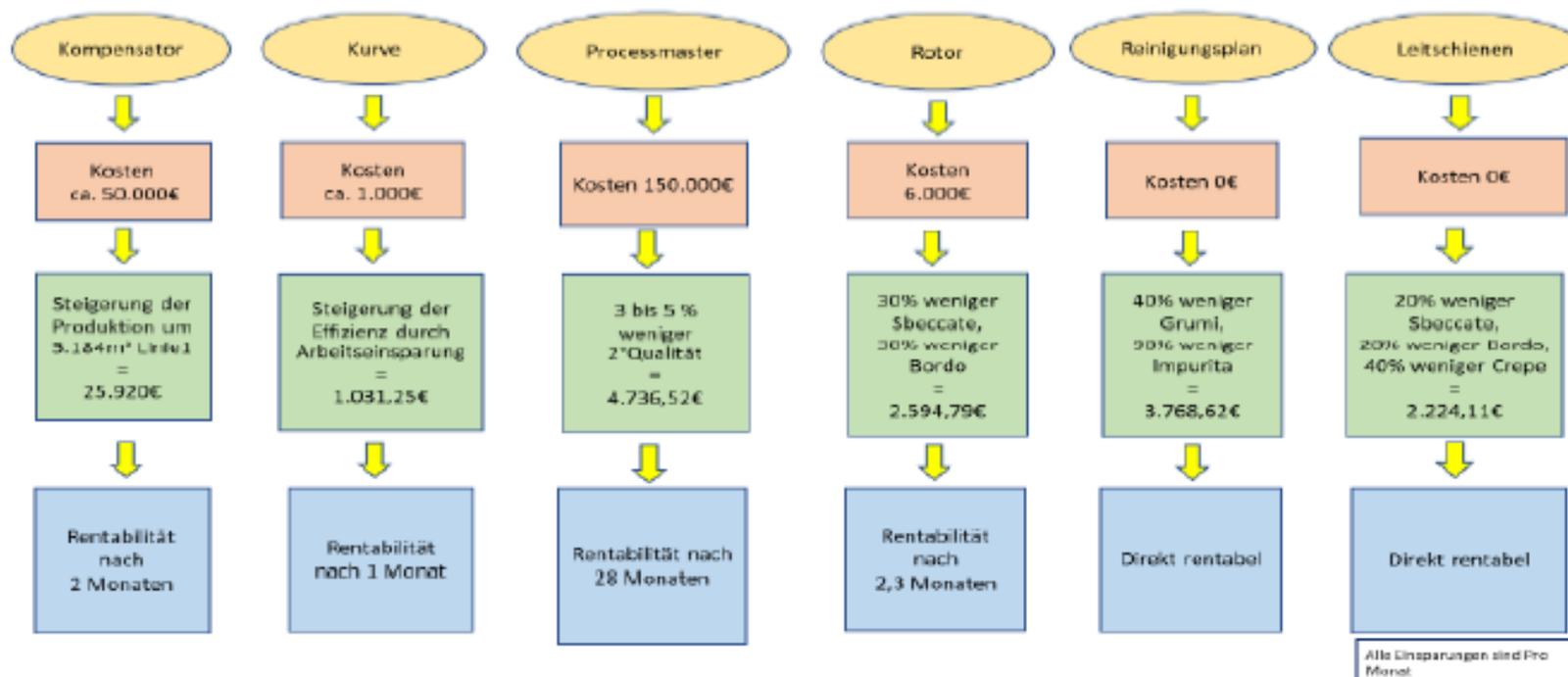
4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Filipp Frei

Produktionsoptimierung der Firma Cermed



[FrP17] *Tabelle 15: Investitionsplan*

4. Hands on – Bsp.1 Modellierung mit Witness und Definition von praktischen Szenarien

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Presse (Presse1)

- a) Es werden 5m²/min gepresst
- b) Ausfall1: 240min; Reparaturzeit 10min
- c) Ausfall2: 480min; Reparaturzeit 45min
- d) Ausfall4: 8.640min; Reparaturzeit 1.440min freier Sonntag

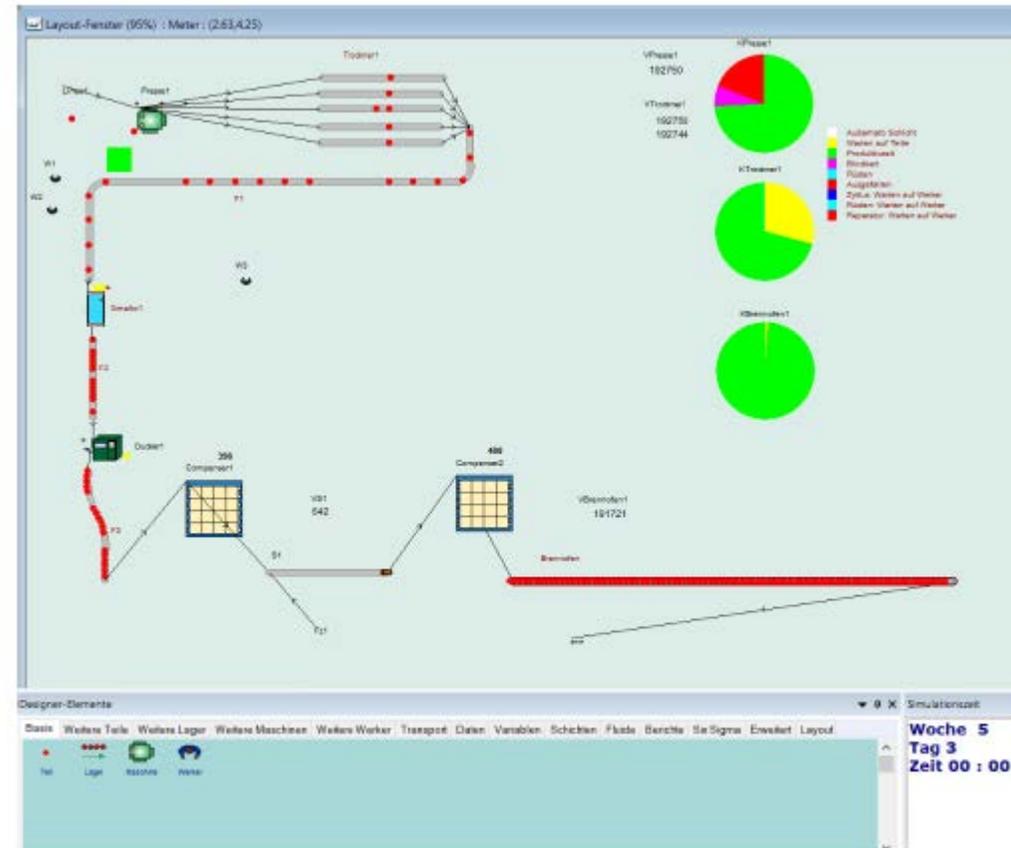


Abb. 29: Optimale Simulation

[FrP17]

4. Hands on – Bsp.1 - Variation von 2 Parametern

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

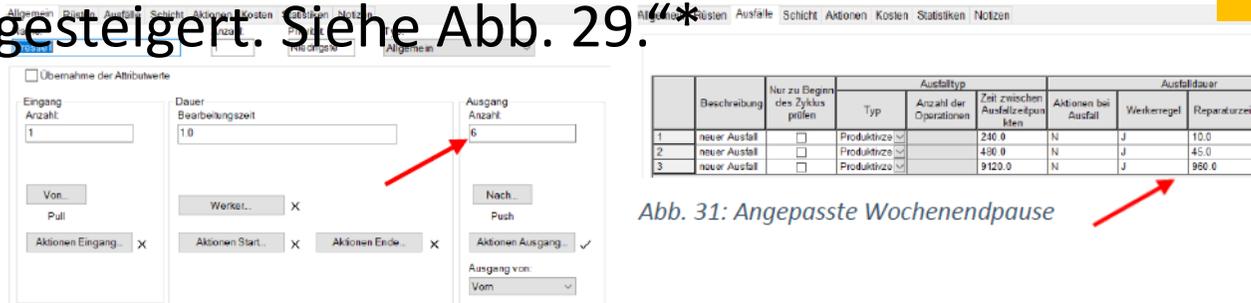
5. Resumée

6. Eye

„Um die Linie 1 richtig auf den Brennofen abzustimmen, wurden 2 Parameter verändert. Einmal wurde der **Pressintervall** von 5 m²/min auf 6m²/min, siehe Abb. 30, **erhöht**. Zweitens wurde die **Wochenendpause** um eine Arbeitsschicht **verkürzt**, von 1440min auf 960min Abb. 31. Somit wurde die Produktion auf 191.721m² gesteigert. Siehe Abb. 29.“*

Produktivität /Taktzeit

Leerlaufzeit/ Produktionschwankung



The screenshot shows two windows from a simulation software. The left window, titled 'Angepasster Pressintervall', has a field for 'Ausgang Anzahl' with the value '6' and a red arrow pointing to it. The right window, titled 'Angepasste Wochenendpause', shows a table with three rows of data. A red arrow points to the 'Ausfalldauer' column.

| | Beschreibung | Nur zu Beginn des Zyklus prüfen | Ausfalltyp | | Ausfalldauer | | | | |
|---|---------------|---------------------------------|------------|------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------|---------------|---|
| | | | Typ | Anzahl der Operationen | Zeit zwischen Ausfallzeitpunkten | Aktionen bei Ausfall | Werkregel | Reparaturzeit | |
| 1 | neuer Ausfall | <input type="checkbox"/> | Produktive | | 240.0 | N | J | 10.0 | I |
| 2 | neuer Ausfall | <input type="checkbox"/> | Produktive | | 480.0 | N | J | 45.0 | I |
| 3 | neuer Ausfall | <input type="checkbox"/> | Produktive | | 9120.0 | N | J | 960.0 | I |

Abb. 31: Angepasste Wochenendpause

*[FrP17]

Abb. 30: Angepasster Pressintervall

4. Hands on – Bsp.1 Optimierung mit Witness

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| Werte | Ohne Kompensator | Mit Kompensator | Mit Kompensator und Kurve | Optimale Simulation |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Ges. Produktion | 142.807m ² | 145.124m ² | 164.168m ² | 191.721m ² |
| Produktionszeit Presse | 67,54% | 67,54% | 75,93% | 74,09% |
| Leerraum Brennofen | 6,25% | 20,02% | 13,65% | 1,07% |

nichtlinearer
i4.0
Optionswert

Tabelle 16: Auswertung der Simulation

[FrP17]



Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Eingabe von zwei Typen von Kosten
bei jeder Maschine/jedem Teil:

Ausgaben:

1.) **Fixkosten**

2.) **variable Kosten** (Kosten pro Zeiteinheit)

Einnahmen:

- **Erlöse**/pro Stück

→ Kosten sind analog zum Energieverbrauch → Energiebilanz

4. Hands on – Bsp.2

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| | |
|--------------|--|
| Teil: | Brötchen (Erlös je Jausen-Snack €8,00) |
| Ma_1: | Schneidemaschine, BZ 3 min f. VB € 0,50, v. <u>VB/Stk.</u> € 0,10 |
| Lager: | Kapazität von 1000 Stk., Lagerkosten/Stk. € 0,50 |
| Ma_2: | Schinkenfüllmaschine, BZ 3 min v. <u>VB/Stk.</u> € 0,20 |
| Ma_3: | Salamifüllmaschine, BZ 5 min v. <u>VB/Stk.</u> € 0,20 |
| Ma_4: | Käsefüllmaschine (2 Käsesorten), BZ 2 min, RZ 3 min, RT 10 <u>Stk.</u> v. <u>VB/Stk.</u> € 0,25 |
| Ma_5: | Verpackungsmaschine für alle Brötchen, BZ 2 min v. <u>VB/Stk.</u> € 0,20 |
| Werker: | 1 Werker für Ma_5, Rüsten |
| <u>Ship:</u> | Verladung/Verschiffung der Jausen-Snacks |

4. Hands on – Bsp.2

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

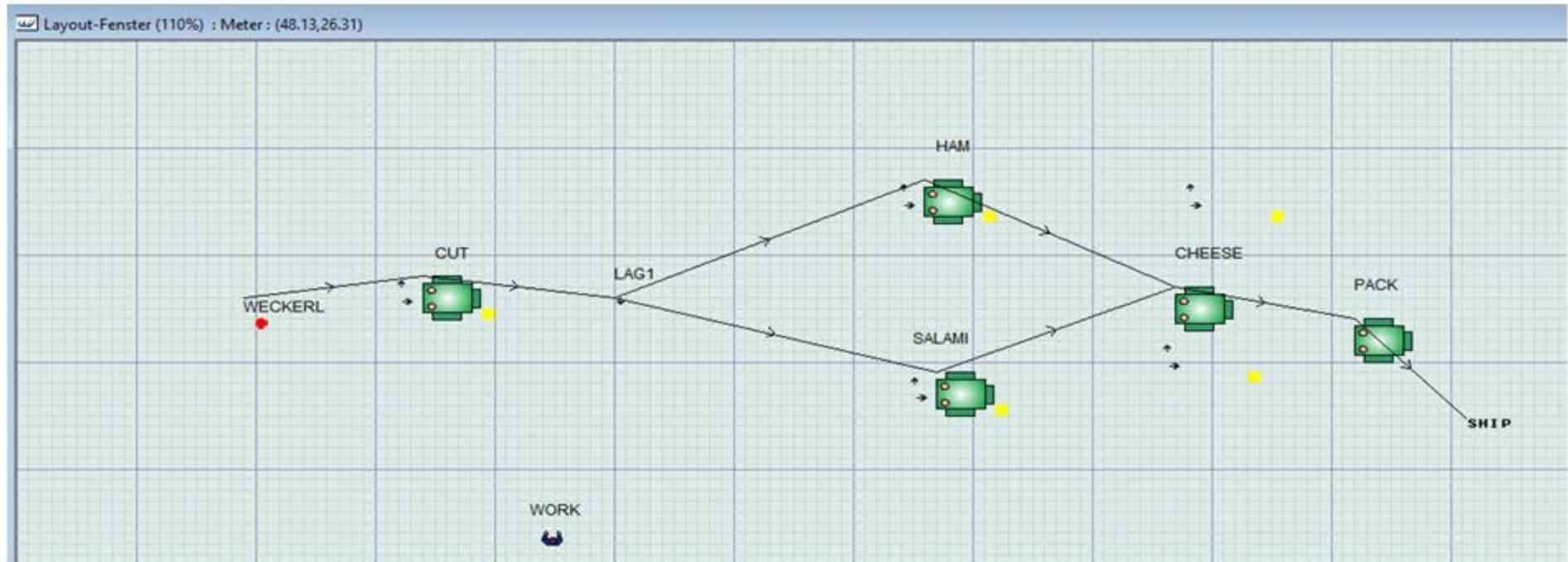


Abbildung 1: Fertigungsprozess in Witness

4. Hands on – Bsp.2

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Kosten-, Erlös- und Nachhaltigkeitsbericht

| Erlöse | Element | | | Nach Menge | Summe |
|--------------------|---------|--|--|------------|------------|
| | Teile | | | 3.312,00 € | 3.312,00 € |
| Gesamterlös | | | | 3.312,00 € | 3.312,00 € |

| Kosten | Element | Fix | Nach Nutzung | Nach Menge | Summe |
|---------------------|-----------|----------|--------------|------------|------------|
| | Maschinen | 705,00 € | 0,00 € | 316,10 € | 1.021,10 € |
| | Lager | 0,00 € | 0,00 € | 235,00 € | 235,00 € |
| Gesamtkosten | | 705,00 € | 0,00 € | 551,10 € | 1.256,10 € |

| Gewinn | | | | | |
|---------------------|--|--|--|--|------------|
| Gesamtgewinn | | | | | 2.055,90 € |

Schließen

Faktor
Kosten

Anzeige
 Nach Typ
 Nach Gruppe
 Einzel

Alle anzeigen

Drucken...

Hilfe

Abbildung 3: Erlöse/Kosten Szenario 1

4. Hands on – Bsp.2

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Kosten-, Erlös- und Nachhaltigkeitsbericht

| Erlöse | Element | | | Nach Menge | Summe |
|-------------|---------|--|--|------------|------------|
| | Teile | | | 3.760,00 € | 3.760,00 € |
| Gesamterlös | | | | 3.760,00 € | 3.760,00 € |

| Kosten | Element | Fix | Nach Nutzung | Nach Menge | Summe |
|--------------|-----------|----------|--------------|------------|------------|
| | Maschinen | 705,00 € | 0,00 € | 352,50 € | 1.057,50 € |
| | Lager | 0,00 € | 0,00 € | 235,00 € | 235,00 € |
| Gesamtkosten | | 705,00 € | 0,00 € | 587,50 € | 1.292,50 € |

| Gewinn | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|------------|
| Gesamtgewinn | | | | | 2.467,50 € |

Schließen

Faktor
Kosten

Anzeige
 Nach Typ
 Nach Gruppe
 Einzel

Alle anzeigen

Drucken...

Hilfe

Abbildung 5: Erlöse/Kosten Szenario 2

4. Hands on – Bsp.3 - Fertigungsstraße

Überblick

1. i4.0

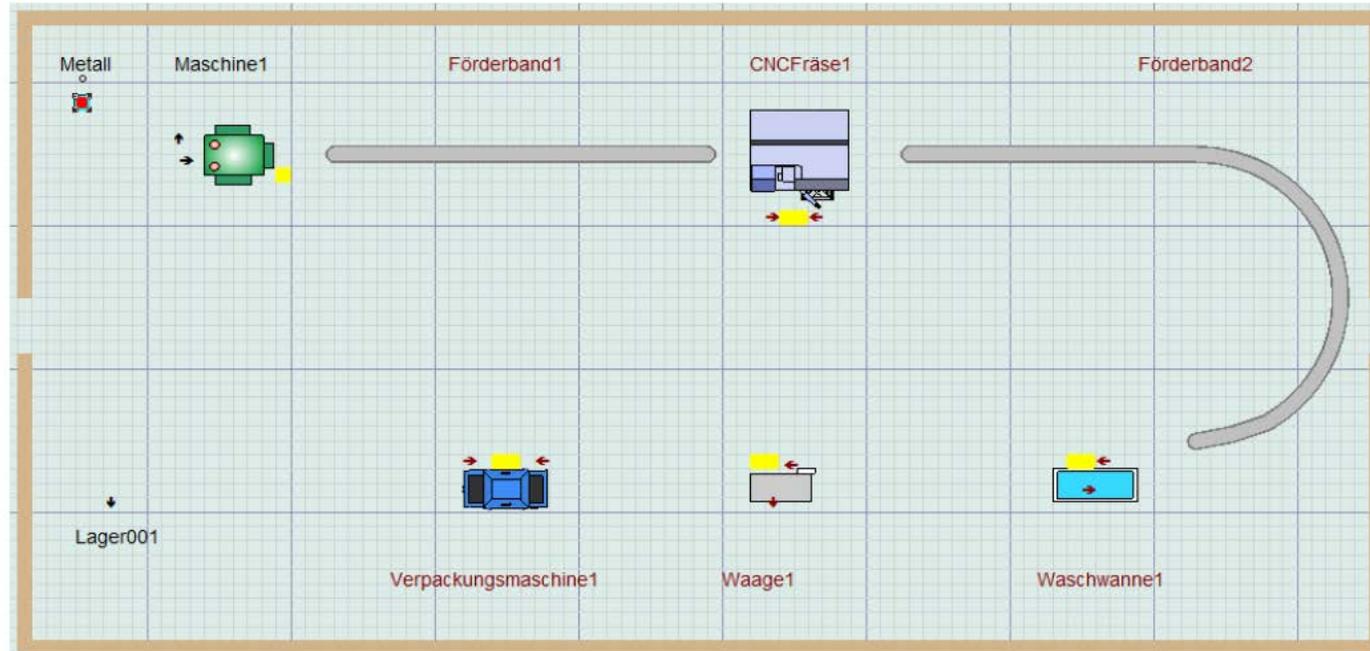
2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye



| | |
|----------------------------|--------------|
| Maschine: | 10min |
| CNC-Fräse: | 20min |
| Reinigung: | 4min |
| Qualitätskontrolle: | 1min |
| Verpacken: | 2min |

4. Hands on – Bsp.3 - Fertigungsstraße

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

| Erlöse | Element | | | Nach Menge | Summe |
|--------------------|---------|--|--|-------------|-------------|
| | Teile | | | 20.000,00 € | 20.000,00 € |
| Gesamterlös | | | | 20.000,00 € | 20.000,00 € |

| Kosten | Element | Fix | Nach Nutzung | Nach Menge | Summe |
|---------------------|-----------|------------|--------------|------------|------------|
| | Teile | 0,00 € | | 100,00 € | 100,00 € |
| | Maschinen | 1.068,50 € | 770,00 € | 50,00 € | 1.888,50 € |
| | Lager | 213,70 € | 4.880,00 € | 20,00 € | 5.113,70 € |
| Gesamtkosten | | 1.282,20 € | 5.650,00 € | 170,00 € | 7.102,20 € |

| | | | | | |
|---------------------|--|--|--|--|-------------|
| Gewinn | | | | | |
| Gesamtgewinn | | | | | 12.897,80 € |

Schließen

Faktor
Kosten

Anzeige
 Nach Typ
 Nach Gruppe
 Einzel

Alle anzeigen

Drucken...

Hilfe

4. Hands on – Bsp.3 – Fertigungsstraße – Variante1

2te Fräsmaschine

Überblick

1. i4.0

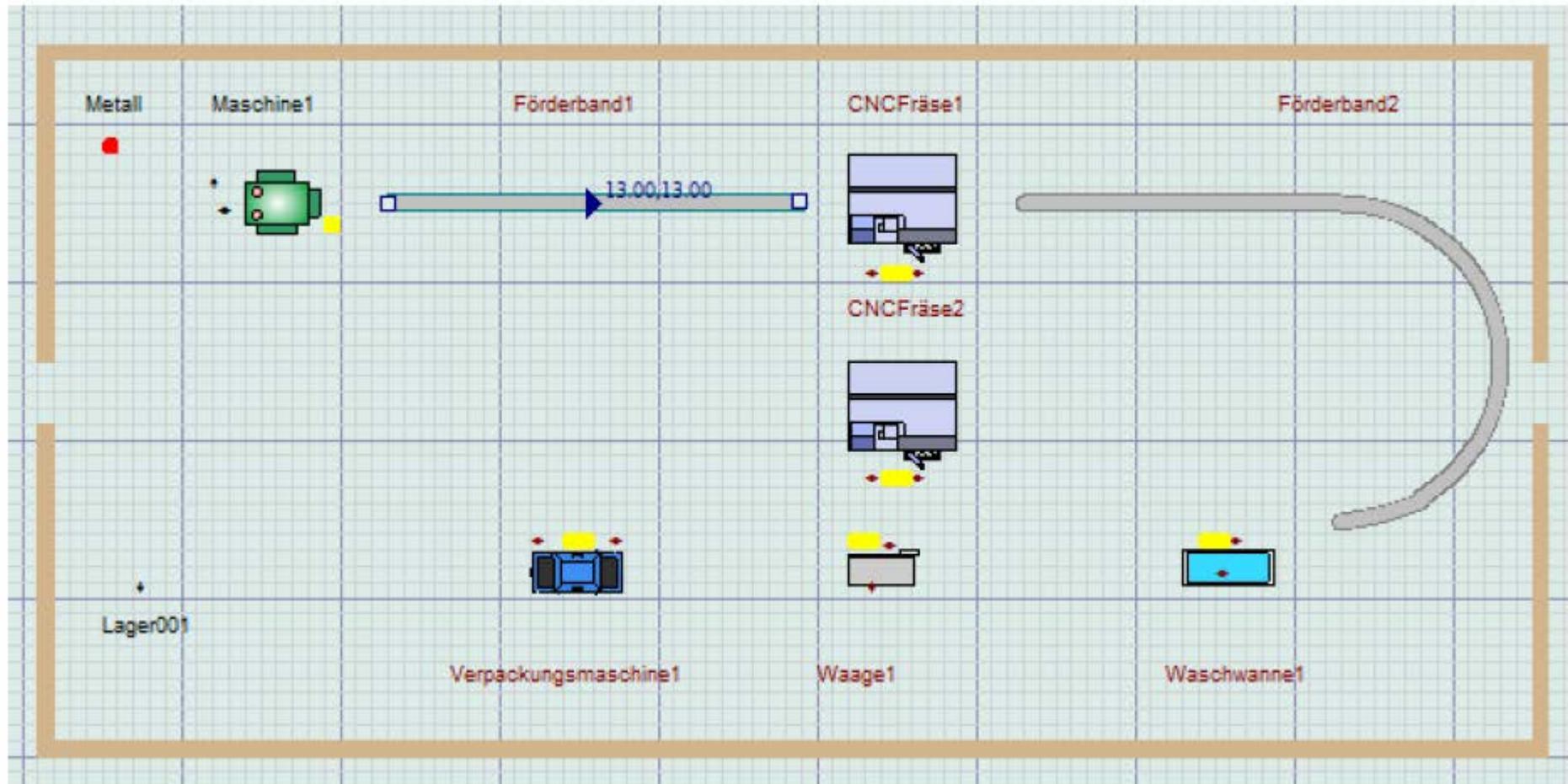
2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye



4. Hands on – Bsp.3 – Fertigungsstraße – Variante1

2te Fräsmaschine

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Kosten-, Erlös- und Nachhaltigkeitsbericht

| Erlöse | Element | | | Nach Menge | Summe |
|--------------------|---------|--|--|-------------|-------------|
| | Teile | | | 20.000,00 € | 20.000,00 € |
| Gesamterlös | | | | 20.000,00 € | 20.000,00 € |

| Kosten | Element | Fix | Nach Nutzung | Nach Menge | Summe |
|---------------------|-----------|----------|--------------|------------|------------|
| | Teile | 0,00 € | | 100,00 € | 100,00 € |
| | Maschinen | 688,20 € | 770,00 € | 50,00 € | 1.508,20 € |
| | Lager | 114,70 € | 3.050,00 € | 20,00 € | 3.184,70 € |
| Gesamtkosten | | 802,90 € | 3.820,00 € | 170,00 € | 4.792,90 € |

| Gewinn | | | | | |
|---------------------|--|--|--|--|-------------|
| Gesamtgewinn | | | | | 15.207,10 € |

Schließen

Faktor
Kosten

Anzeige
 Nach Typ
 Nach Gruppe
 Einzel

Alle anzeigen

Drucken...

Hilfe

4. Hands on – Bsp.3 – Fertigungsstraße – Variante2 2te Vorbearbeitungsmaschine → Entschärfung Bottleneck

Überblick

1. i4.0

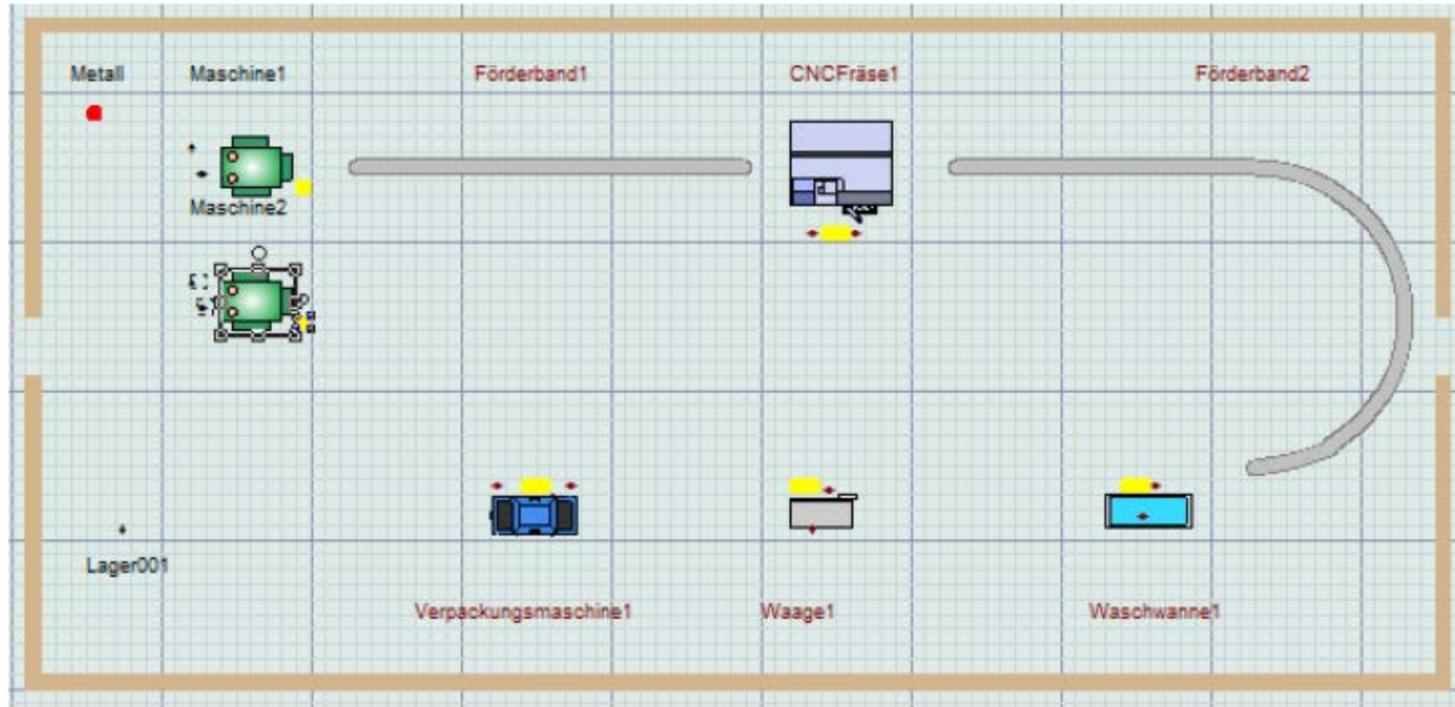
2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye



4. Hands on – Bsp.3 – Fertigungsstraße – Variante2 2te Vorbearbeitungsmaschine → Entschärfung Bottleneck

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

Kosten-, Erlös- und Nachhaltigkeitsbericht

| Erlöse | Element | | | Nach Menge | Summe |
|-------------|---------|--|--|-------------|-------------|
| | Teile | | | 20.000,00 € | 20.000,00 € |
| Gesamterlös | | | | 20.000,00 € | 20.000,00 € |

| Kosten | Element | Fix | Nach Nutzung | Nach Menge | Summe |
|--------------|-----------|------------|--------------|------------|------------|
| | Teile | 0,00 € | | 100,00 € | 100,00 € |
| | Maschinen | 1.282,20 € | 770,00 € | 50,00 € | 2.102,20 € |
| | Lager | 213,70 € | 4.475,30 € | 20,00 € | 4.709,00 € |
| Gesamtkosten | | 1.495,90 € | 5.245,30 € | 170,00 € | 6.911,20 € |

| | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|-------------|
| Gewinn | | | | | |
| Gesamtgewinn | | | | | 13.088,80 € |

Schließen

Faktor

Kosten

Anzeige

Nach Typ

Nach Gruppe

Einzeln

Alle anzeigen

Drucken...

Hilfe

- Industrie 4.0 führt zu Kenngrößen, die in Witness modelliert werden können
→ Dabei kann eine strategische Vorauswahl für eine Szenarienanalyse getroffen werden
- Für wenige bis zu einer mittleren Anzahl von Szenarien gibt es folgende Methoden für die Wirtschaftlichkeits-Modellierung in Witness:
 - (1) Durch Ermittlung von Schlüsselparametern und Ermitteln des Kostenbezugs → Modellierung in Witness → separate Kosten-/Investitionsrechnung
 - (2) Durchgängige Berechnung für alle Maschinen/Teile in Witness → Kosten/Erlös-ermittlung in Witness → Vergleich der Szenarien in Bezug auf Gewinngröße = Bilanzgröße
 - (3) Analog den Kosten kann eine Energiemodellierung vorgenommen werden (wegen Wert/Energie-Äquivalenz=Optionswerttheorie)

6. Eye - Ausblick und Vision - a

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

- Für **sehr viele** Szenarien kann man den Experimentier vorteilhaft verwenden
 - dies führt zu komplizierteren/komplexeren Modellen
 - diese sind hoch nicht linear
 - diese haben zudem ein hohes Einsparungspotential (exponentiell)
 - mit steigender Rechenleistung sind noch wesentliche komplexere Modelle möglich, die zu einem möglichen nichtlinearen Simulationsvorteil und damit Wettbewerbsvorteil führen

6. Eye - Ausblick und Vision - b

Überblick

1. i4.0

2. €

3. €-Sim

4. Hands on

5. Resumée

6. Eye

...

- Industrie 4.0 erhöht den Wettbewerbsvorteil und deren -notwendigkeit durch Simulationen exponentiell
- Industrie 5.0, in diesem Fall Berechnungen mit Quantencomputern, erhöhen die durch Industrie 4.0 gegebenen Implikationen noch einmal exponentiell

- [BaT14] Bauernhansl T., Hompel M. und B. Vogel-Haeuser (2014) Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Hrsg. von Birgit Vogel-Heuser. Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden
- [EsB16] Behzad, E. et al. (2016) The evolution and future of manufacturing: A review, Journal of Manufacturing Systems 39 (2016) 79–100
- [FrP17] F. Frei (2017) Produktionsoptimierung anhand einer Fallstudie bei der Firma CerMed GmbH, Bachelorarbeit der FH-Kärnten, Villach
- [JeS13] Jeschke, S. et.al (2013) Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2011/2012, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- [HeB16a] Heiden, B. & Z. Wu (2016) Industrie 4.0 Fertigungsmaschine in einem Container (Produktionsbox) - Untersuchung eines Produktionsbeispiels auf seine wirtschaftliche Fertigung mit einer WITNESS Simulation, 2016, SIP 2016, 7.4.2016, Hotel Mercure Wien, <http://www.centauro.at/SiP2016>, <http://www.drheiden.com/Vortraege.htm>
- [HeB16b] Heiden, B. (2016) Wirtschaftliche Industrie 4.0 Entscheidungen mit Beispielen – Praxis der Wertschöpfung, Akademiker Verlag
- [HeB18a] Heiden, B. (2018) Kopplung von Fertigungsprozessabläufen in WITNESS mit Kostenkalkulationen, Präsentation zum Infotag, Steigenberger Parkhotel, Düsseldorf, 15.3.2018 <http://www.drheiden.com/Vortraege.htm>
- [HeB18b] Granig, P; Hartlieb, E. und B. Heiden (Hrsg.) (2018) Mit Innovationsmanagement zu Industrie 4.0, Grundlagen, Strategien, Erfolgsfaktoren und Praxisbeispiele, Springer Gabler Verlag, geplante Erscheinung 2018
- [SeP07] P. Senge u. a. (2007) Presence - Exploring profound change in people, organizations and society. Nicholas Brealey Publishing, London
- [PiA16] Pinkerton A. (2016) Lasers in additive manufacturing, Optics & Laser Technology 78(2016) 25–32

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!



FH-Prof. Mag. DI Dr. Bernhard Heiden MBA

*Professor for
Production Engineering
b.heiden@fh-kaernten.at*

PS.: The presentation you will find soon also at: <http://www.dr-heiden.com/Vortraege.htm>