

## **Simulationsgestützte Entscheidungsunterstützung für das Produktionsmanagement einer Verzinkerei**

### ***Simulation-based Decision Support for the Production Management of a Galvanizing Plant***

Michael Richter, Rolf Glaser, Seppeler Gruppe, Rietberg (Germany),  
michael.richter@seppeler.de, rolf.glaser@seppeler.de

Ulrich Jessen, Sigrid Wenzel, Universität Kassel, Kassel (Germany),  
jessen@uni-kassel.de, s.wenzel@uni-kassel.de

**Abstract:** This paper describes a practical application of the discrete event simulation for the short-term production planning and control in a hot-dip galvanizing plant. The production structure consists of a number of restrictions and mutual dependencies. The production lines are closely coupled and can be divided in rigging the product carrier, the surface preparation, the galvanizing, the post-treatment and stripping down the product carrier. The management is responsible for the order sequence of the production regarding the short-term planning decisions that are made on a daily basis. The difficult aspect is the short time of max. 48 hours for the planning, between the point to get the planning information (incoming inspection) and the delivery date. Therefore, we bring together discrete event simulation and operational cost accounting to get estimated and optimized alternatives for a decision support.

## **1 Ausgangssituation und Problemstellung**

Das Produktionsmanagement von effektiven und effizienten Feuerverzinkungsunternehmen trifft täglich Entscheidungen bezüglich der Reihenfolge der zu verzinkenden Aufträge und des Personaleinsatzes. Durch die Fixkostendegression und den ständigen Wettbewerbsdruck arbeitet das Personal häufig an der Fertigungskapazitätsgrenze. Neben der begrenzten Personalkapazität für die Produktion basiert eine tägliche bzw. kontinuierliche Planung in der Feuerverzinkerei ähnlich der in einer Industrieräscherei auf unsicheren Angaben und dem Erfahrungswissen, „[...] was zu aufwändigen Umplanungen im operativen Betrieb führt“ (Brandau et al. 2015, S. 290). Darüber hinaus birgt die Zukunft Ungewissheit über marktwirtschaftliche Tendenzen und Kräfte, auf deren Einfluss sich gewinnorientierte Unternehmen einstellen müssen. Daher ist es für Unternehmen umso wichtiger, vorhandene Potenziale zu nutzen, um gewinnmaximierend zu wirtschaften und Ressourcen aususchöpfen (vgl. Kotler und Bliemel 2001, S. 1). Auch Feuerverzinkereien sind bestrebt,

die Produktion den aktuellen Anforderungen anzupassen, um einen optimalen Durchsatz bei hoher Qualität und niedrigen Kosten zu generieren. Betriebswirtschaftliche Analysen und Bewertungen nehmen dabei eine zunehmend wichtige Rolle ein.

In Stückverzinkereien erhalten Stahlkonstruktionen durch Eintauchen in ein 450 °C heißes Zinkbad eine Eisen-Zinklegierung als Korrosionsschutz (vgl. Huckshold und Peißker 2016, S. 103). In einer Verzinkerei, einem zumeist regional agierenden Unternehmen, unterliegt die operative Planungsarbeit unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen folgender Problemstellung:

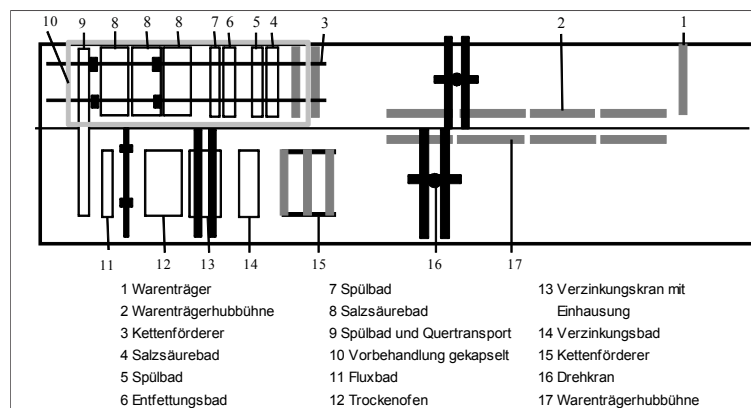
- Durch die Heterogenität in der Kunden- und Produktstruktur wird eine vielfältige Anzahl von Stahlprodukten bzw. Stahlkonstruktionen zur Verzinkung angeliefert.
- Für eine optimale Auftragsreihenfolgeplanung bedarf es frühzeitiger Angaben über Menge, Oberflächenzustand, Materialspezifikationen und Dimensionsangaben der zu verzinkenden Produkte. Die Angaben liegen in der Regel jedoch erst nach erfolgter Wareneingangskontrolle vor.
- Die Verweildauer in den Vorbehandlungsbädern sowie den nachgelagerten Arbeitsschritten ist aufgrund der Materialspezifikation und des Oberflächenzustandes nur bedingt beeinflussbar und unterliegt strengen Restriktionen.
- Durch feste Tourendienste sowie die strategische Ausrichtung, eine Verzinkungsleistung innerhalb kürzester Zeit durchzuführen, wird eine Vielzahl der angelieferten Produkte direkt in die Produktion eingebracht.
- Auf die sich täglich ändernde Aufgabenstellung in der wöchentlichen bzw. täglichen Produktionsplanung zu reagieren und einen optimalen Produktionsablauf unter Berücksichtigung der betriebswirtschaftlich relevanten Kostengesichtspunkte sicherzustellen, stellt für das Produktionsmanagement eine Herausforderung dar.

Im Rahmen des Beitrags wird zunächst der Produktionsablauf unter Berücksichtigung des Produktspektrums vorgestellt. Ergänzend werden Anforderungen aus betriebswirtschaftlicher Sicht an die operative Entscheidungsunterstützung für Feuerverzinkungsunternehmen als Zielsetzung der Ablaufsimulation beschrieben. Darauf aufbauend werden die Vorgehensweise bezüglich Vorbereitung und Prozessaufnahme als Grundlagenarbeit geschildert, die ersten Schritte zur Generierung der Lösungsarchitektur zur operativen Entscheidungsunterstützung und zum betriebsbegleitenden Einsatz vorgestellt und die Grenzen des bestehenden Simulationsmodells aufgezeigt. Eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten schließen den Beitrag ab.

## **2 Feuerverzinkungsunternehmen: Produktionsprozess und Produktspektrum**

Die Branche der Feuerverzinkungsindustrie umfasst ca. 150 ausschließlich kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) mit ca. 4.800 Beschäftigten. Die Verzinkerien bedienen ein heterogenes Kundenspektrum, das sich vom klassischen Hallenbauer über Sondermaschinen- und Stahlbauer bis hin zum kleinen Schlosserunternehmen erstreckt. Die Vielfalt der zu verzinkenden Stahlprodukte reicht von der Unikatfertigung bis hin zur Serienfertigung bzw. Losfertigung. Die Grenzen der Möglichkeiten des Feuerverzinkens von Stahlkonstruktionen werden allein durch die Abmessungen der Tauchbäder vorgegeben. Hieraus ergibt sich eine Vielzahl von

verschiedenen Produkten mit unterschiedlichen Anforderungen an die Verarbeitung und das Handling sowie an die logistischen Abläufe (Industrieverband Feuerverzinken 2017). Der Verfahrensablauf des Stückverzinkens (vgl. Abb. 1) beinhaltet einen Vorbehandlungsbereich mit Entfettungs- (6), Spül- (7), Salzsäure- (8), Spül- (9) und Fluxbad (11), den Trocknungsbereich mit dem Trocknungs-ofen (12) und den Verzinkungsbereich mit dem Zinkbad (14). Die in diesen Bereichen ablaufenden Kernprozesse sind häufig automatisiert (vgl. Huckshold und Peißker 2016, S. 164 ff.). Die vor- und nachgelagerten Prozessschritte, wie z. B. das Auf- und Abrüsten eines Warenträgers, erfolgen in der Regel manuell.



**Abbildung 1:** Vereinfachtes Anlagenlayout eines U-förmigen Durchlaufs in der Feuerverzinkung in Anlehnung an Huckshold und Peißker 2016, S. 80

Zur Bewertung und Einordnung in den Produktionsablauf werden die Produkte nach dem Eintreffen in dem Verzinkungsbetrieb verschiedenen Warengruppen zugeordnet. Über die Zuordnung der Warengruppen werden die für den Verzinkungsprozess notwendigen Prozessparameter definiert.

### 3 Betriebswirtschaft und operative Entscheidungsunterstützung in Feuerverzinkungsunternehmen

Der Gegenstand der Betriebswirtschaftslehre ist „[...] die Analyse ökonomischer Transaktionen in Organisationen [...]“ (Corsten 2007, S. 22 ff.). In einem Feuerverzinkungsunternehmen nimmt der Wertschöpfungsprozess als Schwerpunkt für betriebswirtschaftliche Auswertungen einen hohen Stellenwert ein. Der Erfolg von Unternehmensaktivitäten industrieller Produktionen kann neben den ökonomischen Zielen auch durch soziale und ökologische Ziele bewertet werden (Dyckhoff und Spengler 2010, S. 84). Auf Grundlage der Analyse ökonomischer Transaktionen werden Entscheidungen strategisch, taktisch und operativ durch das Management getroffen (vgl. Günther und Tempelmeier 2016, S. 22 ff.). Im Rahmen der nachfolgenden Ausführungen stehen die monetären bzw. ökonomischen Ziele im Vordergrund.

Zur operativen Entscheidungsunterstützung bedient sich das Produktionsmanagement unterschiedlicher ökonomischer Auswertungen aus vorhandenen Informationssystemen. Die Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) stellt ein wichtiges Instrument für die operative Entscheidungsunterstützung dar (vgl. Labitzke 2011, S. 59). Ihre Struktur ist am Informationsbedarf des Managements eines Unternehmens festzumachen und frei gestaltbar (vgl. Ewert und Wagenhofer 2014, S. 181 ff.). Um die Komplexität und die Verzahnung der Produktionsschritte beherrschbar und monetär bewertbar zu machen, ist für die operative Entscheidungsunterstützung im Rahmen der Produktionsprogrammplanung die Idee, die KLR mit der ereignisdiskreten Ablaufsimulation zu verzahnen.

In der Vergangenheit gab es ähnliche theoretische Ausführungen zu simulationsbasierten Ansätzen. In den Ausführungen von Labitzke (2011) werden Ansätze untergliedert nach simulationsbasierter Kostenrechnung und nach dynamischer Kostensimulation mit dem Fokus auf der taktischen Planungsebene aufgezeigt. Labitzke unterstreicht in seinen Ausführungen die Eignung der Teilkostenrechnung zur Entscheidungsunterstützung (Labitzke 2011, S. 87 ff.). Die VDI 3633 Blatt 7 (2001) beschäftigt sich in diesem Zusammenhang übergreifend mit der Kostensimulation. Sie gibt einen Überblick über die Verzahnung von Methoden der Kostenrechnung mit denen der Simulation. In der zurzeit in der Überarbeitung befindlichen Richtlinie wird angeführt, dass die Berücksichtigung von betriebswirtschaftlichen Aspekten zur qualitativen Verbesserung der Simulationsarbeit führt.

Um in Feuerverzinkungsunternehmen betriebswirtschaftlich produktgruppenbezogene Analysen und Auswertungen durchführen zu können, liegt es nahe, dass die Kostenträger nach der Logik der zu verzinkenden Warengruppen vergeben werden. Eine weitere, ebenfalls verbreitete Möglichkeit ist die Formulierung von Kundengruppen als Kostenträger. Eine Gliederung der Produktionskostenstellen könnte in Anlehnung an das Anlagenlayout der Feuerverzinkung nach Warenannahme, Aufrüst-, Vorbehandlungs-, Verzinkungs- und Abrüstvorgang sowie Warenausgabe vorgenommen werden. Je nach Informationsbedarf können die einzelnen Kostenstellen detaillierter oder abstrakter strukturiert werden.

## **4 Ablaufsimulation als Entscheidungsunterstützung für das Produktionsmanagement**

Im Rahmen dieses Beitrags wird die Simulation als Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung gemäß VDI 3633 Blatt 1 (2014) verstanden. In den Ausführungen von Kuhn und Rabe (1998, S. 8) werden die Einsatzfelder der Ablaufsimulation nach dem Lebenszyklus einer Produktionsanlage aufgeführt. Im Vordergrund der nachfolgenden Ausführungen steht die Betriebsphase eines Produktions- und Logistiksystems.

### **4.1 Zielstellung und Anforderungen an das Simulationsmodell aus Sicht der Produktionsleitung**

Die Produktionsleitung erstellt auf Grundlage der vorliegenden Daten täglich einen Produktionsplan, in dem die Reihenfolge der Auftragsabarbeitung festgelegt wird, und organisiert den dafür notwendigen Personal- und Materialbedarf. Mit Hilfe der ereignisdiskreten Simulation soll in diesem Zusammenhang die Plausibilität der

täglichen Planung geprüft und mögliche Engpässe aufgezeigt werden. Das Ergebnis der Simulation soll zum einen Aussagen zur Anlagenkapazitätsauslastung (Vorbehandlungs-, Trocknungs- und Verzinkungsbereich) ermöglichen und zum anderen Engpässe bei der Personaleinsatzplanung aufzeigen. Ein weiteres Ziel des Einsatzes der ereignisdiskreten Ablaufsimulation ist die Überprüfung der Produktionsorganisation unter der Maßgabe der Erhöhung des Durchsatzes bei gleichbleibender Anlagenstruktur. Hierzu sollen mit Hilfe der Simulation unterschiedliche Schichtmodelle unter wirtschaftlichen Fokus getestet und verglichen werden.

Aus Sicht der Anwender, insbesondere der Produktionsleitung, werden an das Simulationswerkzeug folgende Anforderungen zur operativen Entscheidungsunterstützung gestellt:

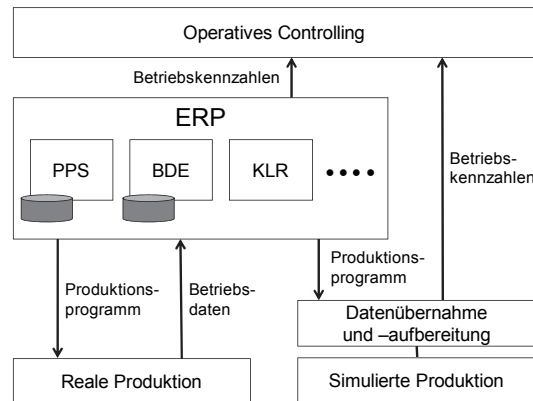
- Die Informationen über die zu verzinkenden Produkte müssen nach erfolgter Wareneingangskontrolle dem Simulationswerkzeug innerhalb kürzester Zeit als Dateninput zur Verfügung gestellt werden.
- Als Ergebnis eines Simulationslaufs muss der Deckungsbeitrag (DB) ausgewiesen werden. Ein Abgleich mit der KLR muss deshalb gegeben sein.
- Um die Akzeptanz seitens der Nutzer zu fördern, sollte die visuelle Darstellung des Simulationsmodells möglichst realitätsnah sein.
- Die Ergebnisse der Simulation müssen zielgruppengerecht aufbereitet und dargestellt werden.
- Das Simulationsmodell muss einfach zu handhaben sein. Dem Anwender müssen eine begrenzte Anzahl von Stellgrößen durch ein Managementcockpit zur Verfügung gestellt werden.
- Die Experimente zu Planungs- und Handlungsvarianten müssen performant durchgeführt werden.

Neben den aufgeführten Anforderungen muss die Möglichkeit gegeben sein, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, bezogen auf den Produktionsprozess und den Warendurchlauf, durchzuführen.

## 4.2 Lösungsarchitektur

Auf der Basis der formulierten Ziele und Anforderungen sowie der installierten IT-Infrastruktur vor Ort in den betrachteten Produktionsanlagen wird als Rahmenwerk für die Entwicklung des Simulationsmodells die in Abbildung 2 gezeigte Lösungsarchitektur zugrunde gelegt. Diese zeigt die Integration der Simulation in das systemische Umfeld, für das nicht nur die hier genannten IT-Systeme, sondern auch die Organisationseinheiten stehen, in denen sie genutzt werden. Zur Nutzung der Simulation sind zum einen Daten aus existierenden Systemen zu exportieren und für die Simulation passend aufzubereiten und zum anderen auch die Ergebnisse der Simulation für die Weiterverarbeitung zu definierten Betriebskennzahlen zu verdichten. Als Datenquellen für die Simulation sind hier insbesondere das Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS) und die KLR als Komponenten des Enterprise Resource Planning Systems (ERP) zu nennen, das im operativen Betrieb einen Produktionsplan als Auftragslast für das Simulationsmodell bereitstellt.

Zudem liefern alle Systeme u. a. Parameterdaten für die Modellierung, z. B. aus den im Betriebsdatenerfassungssystem (BDE) vorliegenden Betriebsdaten ermittelte Leistungsdaten.



**Abbildung 2:** Lösungsarchitektur

Umgekehrt liefert die Simulation Ergebnisdaten, die, als Betriebskennzahlen aufbereitet, vom operativen Controlling genutzt werden. Diesem liegen bereits zum Vergleich die vom ERP-System generierten Kennzahlen, die die Abläufe der realen Produktion beschreiben, vor. So erlaubt die Architektur eine vergleichende Bewertung von realer und simulierter Produktion für einen definierten Zeitraum als Basis für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess für die Produktionsprogrammplanung.

### 4.3 Vorgehensweise zur Erstellung des Simulationsmodells

Die Erfüllung der formulierten Anforderungen an das Simulationsmodell aus Sicht des Produktionsmanagements ist nur mit einem schrittweisen und iterativen Vorgehen im Sinne eines agilen Projektmanagements zu erreichen, da in der Thematik des Projektes viele Unwägbarkeiten liegen und somit Herausforderungen an das Projektteam bestehen. Zu ihnen gehört unter anderem eine sinnvolle Klassifikation der Produkte, die sowohl eine ökonomische als auch eine technische Einordnung nach Produktmerkmalen erlaubt. Ausgangspunkt der Arbeiten ist eine umfassende Aufnahme der Prozesse in Feuerverzinkungsunternehmen. Als Ergebnis ist eine Prozesslandkarte entstanden, die den Ablauf der Auftragsbearbeitung anhand der Hauptprozesse (siehe Abb. 3) darstellt.

Dabei ergeben sich drei Ebenen der Bearbeitung: die Kundenauftragsebene mit den Hauptprozessen „Auftragsannahme“ und „Versandvorbereitung“, die Fertigungsauftragsebene mit den Hauptprozessen „Aufrüsten“ und „Abrüsten“, die die produktionstechnisch sinnvolle Zusammenfassung von Produkten beinhaltet, sowie die Warenträgerauftragsebene, die die Aufrüstung der Warenträger mit den in den Betriebsaufträgen zusammengefassten Produkten beschreibt, die letztendlich den Hauptprozess „Verzinkung“ durchlaufen. Als erster Schritt auf dem Weg zu einem umfassenden Simulationsmodell zur Unterstützung des operativen Betriebs in der Feuerverzinkung wird der Hauptprozess „Verzinkung“ auf der Basis der Detailprozessbeschreibungen sowie ergänzender Informationen wie Layoutpläne und Strategiebeschreibungen für den operativen Ablauf umgesetzt.

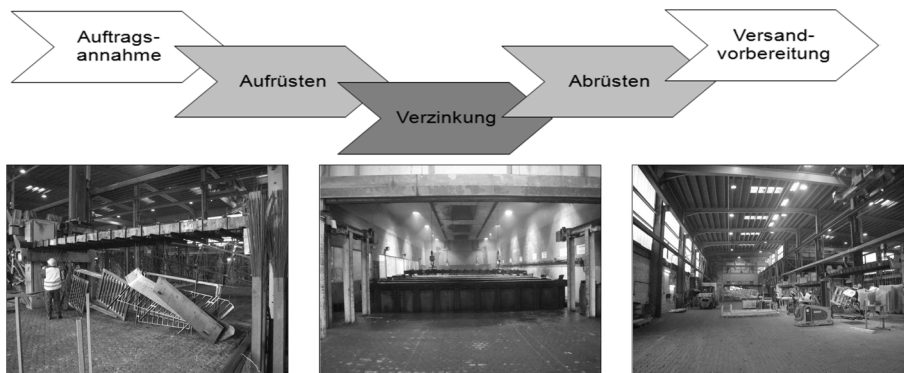


Abbildung 3: Hauptprozesse der Feuerverzinkung

#### 4.4 Vorstellung des Simulationsmodells

Wesentliches Ziel des Simulationsmodells ist die Generierung einer Datengrundlage zur ökonomischen Bewertung von Planungs- und Handlungsvarianten mit Hilfe der ereignisdiskreten Simulation. Hierzu wird mit dem Simulationswerkzeug DOSIMIS-3 der SDZ GmbH, Dortmund, (SDZ GmbH 2017) ein Modell aufgebaut, das die einzelnen Schritte des Verzinkungsprozesses abbildet. Abbildung 4 zeigt die der Realität nachempfundene Anordnung der Arbeitsbereiche, die zum Hauptprozess „Verzinkung“ gehören und die die einzelnen Prozessschritte der Vorbehandlung (Entzinken, Entfetten, Beizen) sowie den technischen Vorgang des Verzinkens repräsentieren.

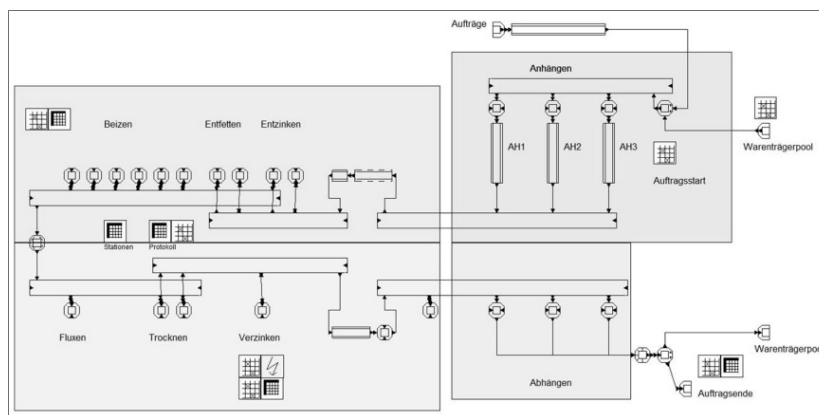


Abbildung 4: Simulationsmodell des Hauptprozesses „Verzinkung“

Die vor- und nachgelagerten Hauptprozesse „Aufrüsten“ und „Abrüsten“ sind nur soweit modelltechnisch ausformuliert, wie es zum Ablauf des Modells notwendig ist. Zur Erreichung des Simulationsziels bildet das Modell den kompletten Durchlauf eines Warenträgers durch die Produktion mit ihren einzelnen Arbeitsschritten, die im Simulationsmodell durch sogenannte Arbeitsstationen abgebildet werden. Für einen Simulationslauf wird neben Voreinstellungen der Arbeitsstationen ein bestimmter

Auftragsmix für einen Produktionszeitraum gewählt, der die jeweils an die Warenträger angehängten Produkte mit ihren produktionsrelevanten Eigenschaften festlegt. Die Bearbeitungszeiten an den Arbeitsstationen errechnen sich zum einen aus den Produkteigenschaften, zum anderen aber auch aus der aktuellen Leistung der jeweiligen Arbeitsstation, die sich während des simulierten Zeitraums ändern kann. Im Falle der Arbeitsstation „Beizen“ wird beispielsweise neben den produktionsbestimmenden Faktoren wie Temperatureinwirkung und Umwälzung des Säurebads auch die Veränderung der Säurekonzentration in Abhängigkeit von den durchgesetzten Produkten abgebildet. Hierdurch ist es möglich, zum einen die Säurekonzentration entsprechende Bearbeitungszeit in der Simulation zu ermitteln und zum anderen auch den exakten Materialverbrauch zu bestimmen. Beide Größen sind Basis für weitere ökonomische Bewertungen der Simulationsexperimente. Die Validierung des Modells erfolgt über den Vergleich der Ergebnisse der Simulation für einen Auftragsmix, der zuvor im realen System protokolliert wurde. Hierzu erlaubt das Modell eine exakte Protokollierung des Warenträgerdurchlaufs durch die Produktion mit dem einhergehenden Materialverbrauch sowie anfallender Transport- und Standzeiten.

#### **4.5 Ergebnisse und Defizite des Simulationsmodells**

Das Simulationsmodell zeigt bereits in diesem frühen Stadium eine hinreichende Genauigkeit bei der Abbildung der Abläufe im Hauptprozess „Verzinkung“. Insbesondere ist es gelungen, das dynamische Verhalten der Arbeitsstationen in Abhängigkeit der durchlaufenden Objekte, die die Warenträger mit den Produkten repräsentieren, abzubilden. Als typisches Ergebnis der Simulation werden Bearbeitungszeiten und Verbrauchskennzahlen der Arbeitsstationen bezogen auf einzelne Objekte generiert und im Anschluss monetär bewertet. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 1. Abgebildet ist eine Ergebnisstruktur untergliedert nach einzelnen Kunden bzw. anonymisiert dargestellt durch Kundennummern. Die Übersicht zeigt ein Schichtergebnis mit ausgewiesenem DB und Betriebsergebnis (BE). Zur Erreichung des Ziels, den maximalen DB zu erwirtschaften, werden unterschiedliche Varianten der Auftragsreihenfolge simuliert und gegenüber gestellt. Der Produktionsmanager erhält eine damit verbundene Übersicht der Reihenfolge zu verzinkender Aufträge strukturiert nach Warenträger. Sowohl produkt- als auch kundenabhängig stellen zum einen der Materialeinsatz und die damit verbundenen Materialkosten (MK) und zum anderen der Personalaufwand im Bereich der Aufrüst- und Abrüststationen (AuA) wesentliche Kostenpositionen dar. Die verbesserte Auftragsreihenfolgeplanung trägt dazu bei, Engpasssituationen bezogen auf den Personaleinsatz in der Produktion zu vermeiden, und ermöglicht dadurch ein höheres BE. Ein wesentlicher Aufgabenschwerpunkt ist die Analyse der vorhandenen Betriebsdaten, das Erkennen von inkonsistenten oder unvollständigen Daten und die damit verbundene Datenaufbereitung zur Unterstützung der Simulation für die Feuerverzinkung. In diesem Zusammenhang ist die Klassifizierung der Aufträge, die die spezifischen Eigenschaften der Produkte in Bezug auf ihr Verhalten in der Produktion, u. a. Verweilzeiten, Zink- und Säureverbrauch, einbeziehen müssen, eine Herausforderung. Die momentane Klassifizierung der Aufträge durch das ERP-System berücksichtigt die Produkteigenschaften nur unzureichend. Letztendlich ist eine Integration in den täglichen Auftragsplanungsprozess u. a. durch die technische



Integration in die IT-Umgebung und durch eine benutzerorientierte Darstellung des Simulationsmodells zu realisieren.

**Tabelle 1:** Auszug – vereinfachte Schichtauswertung als Simulationsergebnis

Kundennummer	Gewicht	Umsatz	MK	Personal- aufwand für AuA	DB	BE
17.08.219	36.779 kg	11.956 €	3.714 €	6.517 €	-143 €	-710 €
17.08.212	17.068 kg	5.150 €	1.293 €	2.753 €	238 €	-25 €
17.08.287	3.464 kg	2.548 €	350 €	878 €	1.144 €	1.091 €
17.08.231	3721 kg	2.298 €	329 €	785 €	995 €	938 €
17.08.201	3.123 kg	1.346 €	276 €	681 €	231 €	183 €
17.08.277	2.552 kg	1.058 €	193 €	464 €	271 €	232 €
17.08.245	2.931 kg	982 €	259 €	596 €	-22 €	-67 €
Schichtergebnis					2.713 €	1.641 €

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wird eine simulationsbasierte Lösungsarchitektur zur operativen Entscheidungsunterstützung im Rahmen der Auftragsreihenfolgeplanung und der Personaleinsatzplanung in einem Feuerverzinkungsunternehmen vorgestellt. Ein besonderer Fokus liegt auf der Verzahnung der Betriebswirtschaft mit der ereignisdiskreten Ablaufsimulation. Mit der Simulation erhält der Produktionsmanager bzw. -planer ein Werkzeug, das ihn bei der operativen Steuerung der Produktion unter Berücksichtigung der Produktvielfalt und der Produktionsprozesse unterstützt. Dem Planungsverantwortlichen ist es dadurch möglich, Abhängigkeiten zu erkennen und zu berücksichtigen, um schneller evaluierte Entscheidungen treffen zu können. Mit Hilfe der Visualisierung der Prozessabläufe durch die Simulation erfährt die traditionelle KLR eine höhere Akzeptanz, da relevante Kosten transparent dargestellt und dadurch Engpasssituationen aufgezeigt werden. Als zukünftige Schritte ist die Einbettung des Simulationswerkzeuges in die vorhandene IT-Werkzeuglandschaft und in die operative Arbeit des Produktionsplaners zu realisieren. Das erfolgreich implementierte Simulationsmodell wird anschließend ausgerollt und damit weiteren Feuerverzinkungsunternehmen der Seppeler Gruppe zur Verfügung gestellt. Aufgrund der ähnlichen Prozessstrukturen der Feuerverzinkung in den einzelnen Unternehmen können hierbei Synergien bezüglich der Lösungsarchitektur und der Struktur des Simulationsmodells genutzt werden. Indem ein Austausch vergleichbarer Simulationsergebnisse mit anderen Verzinkereien initiiert wird, wird mit der Einführung der Simulation auch der Grundstein für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess gelegt. So können beispielsweise validierte Strategien bezüglich des Personaleinsatzes und der Auftragsreihenfolgeplanung unternehmensübergreifend übertragen werden. Das vorgestellte Prinzip der Nutzung der Simulation als Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung, der Verzahnung mit der KLR sowie der hiermit einhergehenden Integration in eine Unternehmens-IT-Infrastruktur ließe sich auch auf andere Unternehmen übertragen. Hierfür sind jedoch aufgrund anderer

Strukturen im Produktionsablauf und anderer IT-Infrastrukturen das Simulationsmodell auszutauschen und die Schnittstellen der Simulation zur IT-Umgebung anzupassen.

## Danksagung

Die Bearbeitung des Beitragsthemas unter dem Gesichtspunkt der Unternehmensentwicklung findet im Rahmen einer Forschungsk Kooperation zwischen der Universität Kassel und der Seppeler Gruppe statt. Die Finanzierung erfolgt durch die unternehmenseigene Familienstiftung der Dr. Klaus Seppeler Stiftung und dem Zuspruch der Geschäftsführung. Im Namen aller Projektbeteiligten möchten wir uns an dieser Stelle für das entgegengebrachte Vertrauen bedanken.

## Literatur

- Brandau, A.; Tolujew, J.; Weigert, D.: Anwendungen von Simulation zur Verbesserung von Prozessabläufen in Industriewäschereien. In: Rabe, M.; Clausen, U. (Hrsg.): Simulation in Production and Logistics 2015. Stuttgart: Fraunhofer 2015, S. 289-298.
- Corsten, H.: Produktionswirtschaft: Einführung in das industrielle Produktionsmanagement. 11. Aufl., München, Wien: R. Oldenbourg 2007.
- Dyckhoff, H.; Spengler, T.S.: Produktionswirtschaft. 3. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer 2010.
- Ewert, R.; Wagenhofer, A.: Interne Unternehmensrechnung. 8. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer 2014.
- Günther, H.-O.; Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik. 12. Aufl., Norderstedt: Books on Demand 2016.
- Huckshold, M.; Peißker, P.: Handbuch Feuerverzinken. 4. Aufl., Weinheim: Wiley-VCH 2016.
- Industrieverband Feuerverzinken: Industrieverband Feuerverzinken / Institut Feuerverzinken GmbH: Zahlen und Fakten zum Stückverzinken. Verbandsinterne Daten. <http://www.feuverzinken.com/industrie/zahlen-und-fakten/>. Letzter Zugriff am 26.04.2017.
- Kotler, P.; Bliemel, F.: Marketing – Management: Analyse, Planung und Verwirklichung. 10. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2001.
- Kuhn, A.; Rabe, M. (1998): Simulation in Produktion und Logistik: Fallbeispielsammlung. Berlin, Heidelberg: Springer 1998.
- Labitzke, N.: Wertorientierte Simulation zur taktischen Planung logistischer Prozesse der Stahlherstellung. Dissertation Technische Universität Braunschweig, Wiesbaden: Gabler 2011.
- SDZ GmbH: Produktwebseite DOSIMIS-3. <https://www.sdz.de/produkte/dosimis-3/>, Letzter Zugriff am 28.04.2017.
- VDI 3633 Blatt 7: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen. Kostensimulation. Berlin: Beuth 2001.
- VDI 3633 Blatt 1: Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen. Grundlagen. Berlin: Beuth 2014.
- Wenzel, S.; Weiß, M.; Collisi-Böhmer, S.; Pitsch, H.; Rose, O.: Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik. Berlin, Heidelberg: Springer 2008.