

Produktivitätsmanagement unter Berücksichtigung des flexiblen Personaleinsatzes und synchroner Prozessführung in verfahrenstechnischen Großanlagen

Mario VAN HALL

*thyssenkrupp Rasselstein GmbH
Koblenzer Straße 141, 56626 Andernach*

Kurzfassung: Produktivität und deren Steuerung nimmt im Produktionsfluss von verketteten Großanlagen einen immer größeren Stellenwert ein. Die Entwicklung eines validen Produktivitätsmanagements bildet hierbei die Grundlage. Der vorliegende Beitrag veranschaulicht dies anhand der Fertigung der thyssenkrupp Rasselstein GmbH in Andernach. Dabei wird nicht nur auf die Entwicklung einer simulationsbasierten Materialflussplanung eingegangen, sondern es werden auch Schwierigkeiten bei der Modellbildung sowie der Interpretation der Simulationsergebnisse erörtert.

Schlüsselwörter: Produktivitätsmanagement, Simulation, Flexibilität, Stahlindustrie, Materialflussplanung

1. Problemstellung und Ausgangssituation

Produktivität gilt als zentrales Kennzeichen von Leistungsfähigkeit und Unternehmenserfolg. Die Beschäftigung mit Möglichkeiten der Prozessverbesserung war und ist entscheidend zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen (REFA-Institut 2016).

Im Spannungsfeld des globalen Wettbewerbs der Stahlindustrie ist ein stetiger Produktivitätsfortschritt von größter Bedeutung. Hierdurch kann in Hochlohnländern wie Deutschland, in Verbindung mit einem Technologievorsprung, die weltweite Konkurrenzfähigkeit erhalten werden.

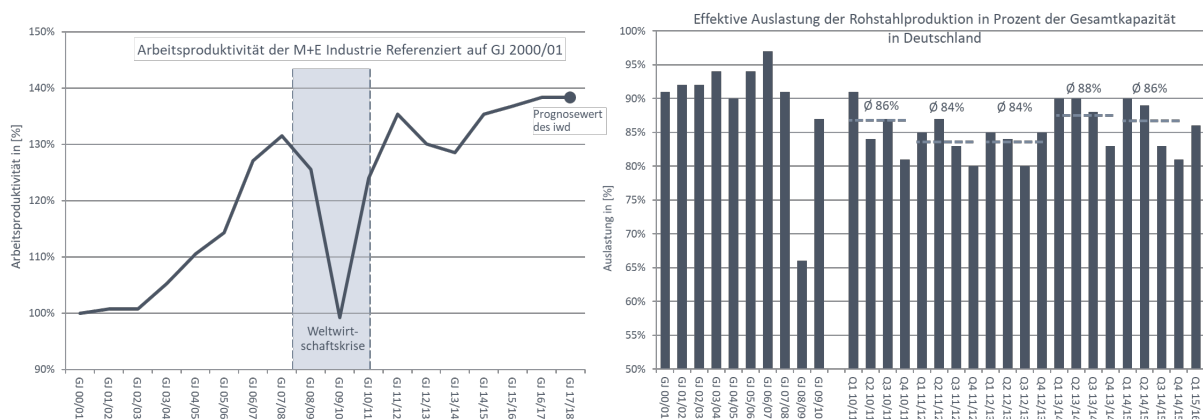


Abbildung 1: Entwicklung der Arbeitsproduktivität und Auslastung der Rohstahlproduktion (Quellen: Statistisches Bundesamt, IW Consult © 2017 IW Medien / Iwd, WV Stahl)

Einem Jahrzehnt der kontinuierlichen Auslastung in den 90er Jahren und der

Boomphase zu Beginn der 2000er folgte der Mengeneinbruch während der Weltwirtschaftskrise 2008 (siehe Abbildung 1).

Seitdem bewegt sich die deutsche Stahlindustrie in einem zunehmend volatiler werdenden Marktumfeld. Um eine nachhaltige Produktivitätssteigerung zu gewährleisten, muss auf die daraus resultierenden Auslastungsschwankungen der Produktion reagiert werden. Dies gelingt über eine bedarfsgerechte Steuerung der Personalkapazität in Abhängigkeit der benötigten Betriebszeit.

Die durchschnittliche reale Arbeitsproduktivität beschreibt allgemein das Verhältnis von mengenmäßigem Output zum Einsatz an Erwerbstätigen (Natrop & Neifer 2018). Um die Flexibilität der Produktion zu messen, liefert die Arbeitsproduktivität somit eine gute Sensitivität. Darüber hinaus ist es sinnvoll, für die beiden Einflussgrößen Output (Zähler der Relation) und Einsatz (Nenner der Relation) getrennte Analysemodelle zu entwickeln.

Eine hohe Arbeitsproduktivität kann nur durch ein optimales Justieren beider Faktoren garantiert werden. Zielsetzung eines guten Produktivitätsmanagements ist daher eine bestmögliche und bedarfsgerechte Auslastung aller Produktionsanlagen.

Die stark verzweigenden Materialströme und der vollkontinuierliche Betrieb in der Stahlbranche unterliegen dabei vielen Restriktionen. Diese führen in der Regel zu konkurrierenden Zielen bei der Auftragssteuerung. So ist eine hohe Maschinenverfügbarkeit gut über hohe Zwischenlagerbestände und eine großzügig dimensionierte Personalreserve zu gewährleisten. Dies widerspricht jedoch dem Anspruch geringer Durchlaufzeiten bei gleichzeitig hoher Personaleffizienz.

Vor diesem Hintergrund wird anhand des Produktionsflusses der thyssenkrupp Rasselstein GmbH versucht, verschiedene Planungs- und Analyseinstrumente zu einem systematischen Produktivitätsmanagement zu verbinden. Zentrale Fragestellungen hierbei sind:

- 1) Wie kann eine Nivellierungssystematik zur Steuerung der anlagenspezifischen Zwischenbestände in ein Produktivitätsmanagementsystem integriert werden? Welche Zielbestände müssen in Abhängigkeit der jeweiligen Produktstruktur und Auslastung erreicht werden?

In der Konzeption von „Ganzheitlichen Produktionssystemen“ haben sich sowohl die „Kanban“-Systematik, als auch die „Heijunka“ genannte Planungsmethode zur Produktionsnivellierung bewährt. Schwerpunktmäßig wurden diese Methoden bisher nur für das Produktionsverfahren der Reihenfertigung bzw. Fließbandfertigung untersucht. Die strukturabhängige Bestandsnivellierung in einer Fließfertigung der Verfahrensindustrie unterliegt jedoch anderen Prämissen und Restriktionen. Methoden für stark verzweigende Produktionsflüsse wurden in der wissenschaftlichen Literatur bislang nur selten thematisiert. Um die Eignung bestehender Planungs- und Steuerungsinstrumente abschätzen zu können, wird im Rahmen dieser Arbeit ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung gegeben. Erste Untersuchungen zeigen die Möglichkeiten der Einflussnahme auf das Produktivitätsmanagement.

- 2) Wie können drohende Anlagenstillstände durch Abnahmehemmung und Materialmangel frühzeitig erkannt werden? Mit welchem Modell können Planungsalternativen ermittelt werden? Welches Bewertungssystem kann in geeigneter Form diese Planungsalternativen priorisieren?

In den hier betrachteten Produktionsflüssen entstehen die größten Produktivitätsverluste in der Regel nicht durch saisonale Auftragsschwankungen. Üblicherweise verursachen größere Störungen im Produktionsablauf Bestands-

schwankungen, welche den Rahmen der üblichen Nivellierung verlassen. Um Produktivitätsverluste zu vermeiden, werden zunächst alternative Materialflüsse bzw. Fertigungswege generiert. Ist dies nicht möglich, müssen gezielt und frühzeitig Anlagen stillgesetzt werden. Nur so werden personalintensive Überkapazitäten und damit die größtmöglichen Produktivitätsverluste vermieden. Hierbei ist es sinnvoll, die verbrauchsorientierte Fertigungssteuerung mit der mittelfristigen Kapazitätsplanung abzugleichen. Es ist zu vermuten, dass das Koppeln eines prognoseorientierten Planungsverfahrens mit einer verbrauchsorientierten Fertigungssteuerung mehr Freiheitsgrade bietet, um kritische Produktionssituationen aufzulösen. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dabei auf der Entwicklung eines simulationsbasierten Regelkreises zur Steuerung von Planungsalternativen.

- 3) Wie können die gewonnenen Erkenntnisse in einem Produktivitätsmanagementsystem zusammengefasst werden?

Für die nachhaltige Sicherung der Produktivitätsfortschritte ist es erforderlich, dass Produktivitätskennzahlen transparent erhoben und dargestellt werden können (Dorner 2014). Ziel ist die Entwicklung eines Modells zur Unterstützung der operativen Bereiche Planung und Steuerung bei Ihren Entscheidungen.

2. Vorgehensweise und Lösungsansätze

Die für den Anwendungsfall thyssenkrupp Rasselstein GmbH betrachtete Arbeitsproduktivität hat die Einflussgrößen Fertigerzeugung in Tonnen und die Summe der aufgewendeten Stunden auf die Umsatzkostenstellen (Anwesenheitsstunden_{UKV}).

$$\text{Arbeitsproduktivität} = \frac{\text{Fertigerzeugung [t]}}{\text{Anwesenheitsstunden}_{\text{UKV}} [\text{h}]} \times 1.000$$

Zur Analyse der Arbeitsproduktivität wurden zunächst beide Faktoren gesondert voneinander betrachtet. Die Eingangsdaten für die Tonnage bildet die Produktionsplanung für das jeweilige Geschäftsjahr. Für die Anwesenheitsstunden konnte auf eine valide Datenbasis für den stabilen Betrachtungszeitraum ab dem Geschäftsjahr 2000/01 zurückgegriffen werden. Hier wurde mittels Korrelationsanalysen und multilinearer Regressionsverfahren ein Planungsmodell entwickelt. Dieses Modell ist in der Lage für ein Jahr im Voraus die erwartete Produktivität auf Monatsbasis zu errechnen (Neufeld 2011). Als Prädiktoren dienen dabei lediglich die geplante Fertigerzeugung, die geplante Mitarbeiteranzahl und die Schulferienquote (prozentualer Anteil Ferientage) im jeweiligen Monat.

Auf Basis dieser Planungsdaten kann dann eine monatliche Abweichungsanalyse erstellt werden. Somit sind eine Budgetplanung für ein Geschäftsjahr sowie die monatliche Erfolgskontrolle sichergestellt. Eine Untersuchung von kurzfristigen Produktivitätsverlusten ist damit jedoch nicht möglich.

Die bestehenden Planungstabellen können die Tonnage zwischen den jeweiligen Fertigungsstufen bisher nur in einer recht groben Produktstruktur analysieren. Eine Anpassung der Mengen- und Belegungsplanung erfolgt dann für den jeweiligen Folgemonat.

Die meisten relevanten Produktivitätsverluste entstehen im hier vorliegenden Produktionsfluss durch längerfristige Störungen von ca. einer Schicht (8h). In diesem

Fall ist die komplette Anlagenbelegschaft vor Ort und es wird keine einzige Tonne an der jeweiligen Anlage produziert. Bedingt durch diese Mengenverluste können sich, sowohl nachfolgend als auch vorgelagert, weitere Stillstände durch Materialmangel bzw. Abnahmehemmung ergeben. Dies führt wiederum zu einer weiteren Minderung der Produktivität.

Um auf diese Produktionssituationen besser reagieren zu können, bedarf es einer höheren Transparenz der Abhängigkeiten innerhalb produktspezifischer Materialflüsse. Elementare Kennzahlen stellen hier Durchlaufzeiten, Lagerkapazitäten und Zielbestände zwischen den Aggregaten sowie Bearbeitungs- und Liegezeiten dar. Betrachtet man beispielsweise die Bearbeitungszeit, so variiert diese je nach Produktstruktur und Fertigungsroute sehr stark. Während die Spannweite in der Glühstufe teilweise 40 h beträgt, streut die Verweildauer an einem Walzwerk nur um wenige Minuten.

Basierend auf der Grobplanung in Form einer Wertstromanalyse, soll ein Verfahren entwickelt werden, welches die Untergliederung des Produktionsflusses in sinnvolle Teilmodelle ermöglicht. Diese Teilmodelle können durch die in Abbildung 2 aufgeführten Methoden der Materialflussplanung beschrieben werden. Anschließend müssen diese Einzelmodelle zu einem Gesamtmodell verbunden werden. Bei den einzelnen Verfahren erfolgt dabei eine sehr unterschiedliche Berücksichtigung und Verarbeitung von Daten und Kennzahlen.

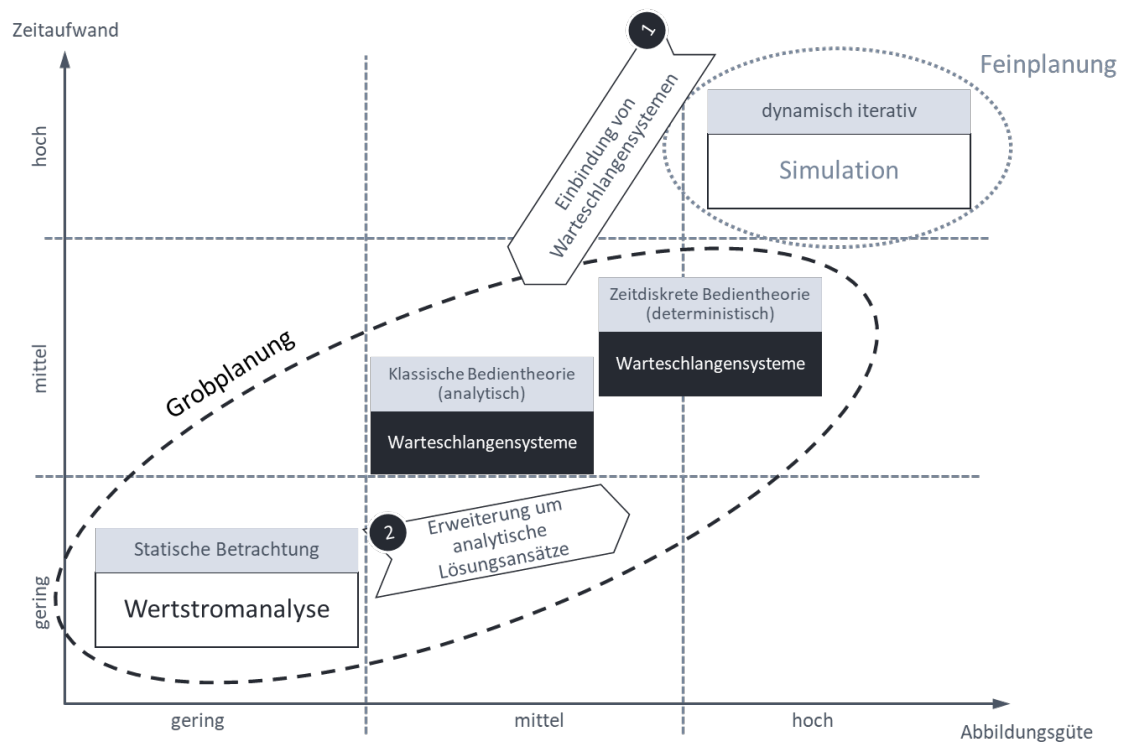


Abbildung 2: Methoden der Materialflussplanung (Furmans 2015)

Ein zu lösendes Problem stellt dabei die Verknüpfung von Durchschnittsbetrachtungen (statisch) mit stochastischen Modellen und deren Einbindung in die Simulation dar. Hier müssen die Schnittstellen und Daten eindeutig definiert werden.

3. Aktueller Stand der Arbeit

Um die zuvor beschriebenen Produktivitätsverluste und deren Wechselwirkung besser nachvollziehen zu können, wurde im Laufe der letzten 18 Monate eine werkswerte Wertstromanalyse durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchung konnten 7 relevante Produktfamilien anhand ihrer Fertigungsrouten identifiziert werden. Hierbei entfallen ca. 80% auf lediglich 3 der 7 Gruppen. Eine stichprobenartige Überprüfung dieser statischen Betrachtung erfolgte durch den Abgleich mit realen Fertigungsaufträgen. Die mittlere Abweichung der Durchlaufzeit beträgt dabei 10%.

Auf Basis dieser Untersuchung konnte der Produktionsfluss in 2 Bereiche unterteilt werden, welche aktuell mit unterschiedlichen Verfahren modelliert werden.

Der erste Bereich umfasst den Produktionsfluss an den verfahrenstechnischen Großanlagen, welche ausschließlich Coils hinsichtlich Oberfläche, Banddicke und Werkstoffeigenschaften bearbeiten. Für jede dieser Anlagen wurde, in Abhängigkeit der jeweiligen Produktfamilien, ein stochastisches Modell zur Abbildung der Bearbeitungszeiten erstellt. Um die einzelnen Anlagen zu einem Produktionsfluss zu verketten, wurde ein eigener Simulator in MATLAB® – Simulink® entwickelt. Dieser ermöglicht eine valide Abbildung von Produktstrukturen, Schichtfahrweisen, Beständen, Auslastung von Flurförderfahrzeugen, Lagerstrategien und Priorisierungsregeln. Zur Überprüfung der Ergebnisqualität wurden die gängigen Methoden der Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik angewendet. Die Simulationsdauer für einen Produktionsmonat beträgt für dieses Modell ca. 4 h. Simuliert wird dabei auf einem Computer mit Hexa-Core-Prozessor Intel Xeon W2145 (6 x 3,7 GHz) und 32 GB Arbeitsspeicher. Durch Nutzung von „parallel computing“ können so 6 Simulationsläufe simultan ausgeführt werden.

Der zweite Bereich umfasst die anschließende Konfektionierung der Coils mittels Spaltscheren (Längsteilung in schmale Bänder) und Zerteilanlagen (Querteilung in Tafeln). Hierbei handelt es sich um deutlich kleinere Start-Stopp-Anlagen, welche nicht in vollkontinuierlicher Fahrweise betrieben werden. Für diesen nachgelagerten Bereich wurde ein Modell in MATLAB® – SimEvents® entwickelt. Dieses definiert die einzelnen Anlagen als Warteschlangensysteme und verbindet diese zu einem Bediensystemnetzwerk. Hierbei werden ebenfalls Schichtfahrweisen, Ressourcen wie Flurförderfahrzeuge und Mitarbeiter sowie regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen abgebildet. Die Simulationsdauer für einen Produktionsmonat beträgt bei diesem Modell, unter Verwendung der gleichen Hardware, zurzeit weniger als 5 Minuten. Allerdings umfasst der Betrachtungsbereich auch erst ca. 50% der abzubildenden Produktionsanlagen.

4. Ausblick und weitere Vorgehensweise

Es kann festgehalten werden, dass die einzelnen Modelle für sich genommen valide Ergebnisse in Bezug auf die zuvor aufgeführten Kennzahlen liefern. Aufgrund der langen Laufzeit des Simulationsmodells in Simulink muss eine Reduzierung der Komplexität zugunsten einer besseren Performance geprüft werden. Hierbei soll auch die Möglichkeit der Berücksichtigung von Qualifikationsstrukturen der Mitarbeiter analysiert werden. Dieser Einfluss auf die Produktivität könnte somit eindeutig quantifiziert werden.

Im nächsten Schritt muss eine Schnittstelle implementiert werden, welche den Datenaustausch zwischen den beiden Verfahren ermöglicht.

Danach soll geprüft werden, inwieweit die Einlagerung in das Fertiglager für das Arbeitssystem relevant ist. Sollte sich durch die Untersuchung ein signifikanter Einfluss ergeben, kann dies als drittes Modell analog der zuvor definierten Vorgehensweise eingebunden werden.

Abschließend erfolgt die Einbindung in ein Produktivitätsmanagementsystem, welches die Ableitung von Planungsalternativen und deren Priorisierung ermöglicht.

5. Literatur

- REFA-Institut (2016) Arbeitsorganisation erfolgreicher Unternehmen – Wandel in der Arbeitswelt
Hans Böckler Stiftung (2017) Study-Nr. 352: Branchenanalyse Stahlindustrie – Entwicklungstrends und Zukunftschancen
iwd (2017) M+E Strukturbericht 2017 (Teil 1) – Arbeitsproduktivität wächst kaum noch
J. Natrop und T. Neifer (2018) – Die Entwicklung der Arbeitsproduktivität in Deutschland: Hintergründe, Herausforderungen und Implikationen. Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
M. Dörner (2014) – Das Produktivitätsmanagement des Industrial Engineering unter besonderer Betrachtung der Arbeitsproduktivität und der indirekten Bereiche. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Dissertation
Kai Furmans (2015) - Analytische Methoden in der Materialflussplanung, Karlsruher Institut für Technologie – Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme
Anastasia Neufeld (2011) Validierung der Produktivitätskennzahl der Rasselstein GmbH mit differenzierter Analyse der Einflussgrößen. Fachhochschule Koblenz, RheinAhrCampus Remagen: Arbeitsbereich Wirtschaftsmathematik, Bachelorarbeit

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Sascha Stowasser (ifaa) für die fachliche und methodische Unterstützung.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de