

Griemert, Silke

Research Report

Rüstzeiten: Das ungehobene Potenzial

Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften, No. 23-2017

Provided in Cooperation with:

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Hochschule Koblenz - University of Applied Sciences

Suggested Citation: Griemert, Silke (2017) : Rüstzeiten: Das ungehobene Potenzial, Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften, No. 23-2017, Hochschule Koblenz - University of Applied Sciences, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Koblenz, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:1105-opus4-1130>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/162539>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/>

Wissenschaftliche Schriften



Rüstzeiten – das ungehobene Potenzial

Prof. Dr. Silke Griemert

Fachbereich
Wirtschaftswissenschaften
Nr. 23 - 2017

Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Koblenz – University of Applied Sciences

Rüstzeiten – das ungehobene Potenzial

von

Prof. Dr. Silke Griemert

Vollbeleg: Griemert, Silke: Rüstzeiten – das ungehobene Potenzial, in: Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften, Hochschule Koblenz – University of Applied Sciences, Nr. 23 - 2016.

Koblenz, April 2017

ISSN 1868-3711

Alle Rechte vorbehalten.

© Silke Griemert, Hochschule Koblenz - University of Applied Sciences. Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

WISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN

Mit der Herausgabe der "Wissenschaftlichen Schriften" werden aktuelle Ergebnisse der Forschungstätigkeiten des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften dokumentiert und sowohl in gedruckter als auch in elektronischer Form veröffentlicht.

Wissenschaftler, Praktiker und Studierende erhalten Einblick in die wirtschaftswissenschaftliche Forschungsarbeit des Fachbereichs, die sich mit betriebswirtschaftlichen, volkswirtschaftlichen und wirtschaftsjuristischen Fragestellungen befasst. Eine anwendungsorientierte Forschung stellt dabei sicher, dass die Aufarbeitung vorhandenen Wissens und die Suche nach neuen Erkenntnissen von Gestaltungshinweisen für die Unternehmenspraxis begleitet werden.

Die Wissenschaftlichen Schriften des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften an der Hochschule Koblenz University of Applied Sciences erscheinen mehrmals jährlich. Weitere Informationen unter www.hs-koblenz.de/wirtschaftswissenschaften.

Schriftenleitung

Martina Berg M.Sc.

Stephanie May Dipl. Volksw.

Prof. Dr. Andreas Mengen

Prof. Dr. Holger Philipps

Lisa Porz M.Sc.

Prof. Dr. Georg Schlichting

RÜSTZEITEN – DAS UNGEHOBENE POTENZIAL

Eine der größten Herausforderungen für moderne Industrieunternehmen ist die flexible Anpassung an stetig wechselnde Kundenwünsche bei kurzen Lieferzeiten. Hinzu kommen Anpassungen an verschiedene Länderspezifikationen und ein wachsender Preisdruck. Wie können Unternehmen trotzdem noch Gewinne erzielen? Wie die Wettbewerbsfähigkeit dauerhaft sichern? Eine Antwort ist die effiziente Abstimmung der Prozesse in der Wertschöpfungskette. Haben sich die Unternehmen dabei bislang auf die Optimierung der wertschöpfenden Fertigungsschritte als Hauptfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit fokussiert, rückt im Rahmen der steigenden Variantenzahl der Rüstprozess vermehrt in den Fokus. Er ist der Schlüssel zu steigender Produktivität und Flexibilität. Der folgende Beitrag zeigt, wie bislang brachliegende Potentiale ausgeschöpft werden können. Neben theoretischen Überlegungen steht die praktische Anwendung in einem Industrieunternehmen im Fokus.

INHALTSVERZEICHNIS

WISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN	III
RÜSTZEITEN – DAS UNGEHOBENE POTENZIAL	IV
ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS	VII
1 EINFÜHRUNG UND ZIELSETZUNG	1
2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG	2
2.1 Abgrenzung des Rüstzeitbegriffes.....	2
2.3 Kostenwirkungen der Rüstzeitoptimierung	3
3 TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT ALS RAHMEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG	4
3.1 Ansatz des Total Productive Management	4
3.2 Single Minute Exchange of Die als Instrument der Rüstzeitoptimierung.....	4
3.3 5S-Ansatz als Instrument der Rüstzeitoptimierung.....	6
3.4 Rüstzeitoptimierung als Veränderungsprozess	6
4 KENNZAHLENSYSTEM FÜR DIE RÜSTZEITOPTIMIERUNG	8
4.1 Ableitung der Kennzahlen zur Rüstzeitoptimierung.....	8
4.2 Produktivitätsmessung durch Overall Equipment Effectiveness.....	9
4.3 Flexibilitätsbeurteilung durch Every Part Every Intervall.....	10
4.4 Bestandsoptimierung durch wirtschaftlich optimale Losgröße.....	11
5 AUSGEWÄHLTE UMSETZUNGSBEISPIELE DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG	13
5.1 Darstellung des Ausgangszustands	13
5.2 Korrelationsanalyse zur Identifikation der Einflussgrößen.....	13
5.3 Einsatz von Optimierungswerkzeugen des Total Productive Management.....	14
5.3.1 Einsatz des Single Minute Exchange of Die.....	14
5.3.2 Einsatz des 5S-Systems und des Change Managements	16
5.4 Ergebnisbewertung durch Kennzahlen	17
5.4.1 Entwicklung der Kennzahl Overall Equipment Effectiveness.....	17

5.4.2	Entwicklung der Kennzahl Every Part Every Intervall	18
5.4.3	Entwicklung der wirtschaftlich optimalen Losgröße	18
6	ERFOLGSWIRKUNGEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG	20
7	ZUSAMMENFASSUNG.....	21
	LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS.....	22
	AUTORENPORTRAIT	30
	SCHRIFTENVERZEICHNIS	31

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildung 1: Darstellung des traditionellen Rüstzeitbegriffs.....	2
Abbildung 2: Darstellung des erweiterten Rüstzeitbegriffs.....	3
Abbildung 3: Die Säulen des Total Productive Management	4
Abbildung 4: Kennzahlen zur Rüstzeitoptimierung	8
Abbildung 5: Verlustfaktoren des Overall Equipment Effectiveness.....	10
Abbildung 6: Every Part Every Interval	11
Abbildung 7: Optimierung in den einzelnen Phasen	16
Abbildung 8: Rüstzeitvergleich vor und nach der Optimierung	20
Tabelle 1: Entwicklung der Overall Equipment Effectiveness	17
Tabelle 2: Entwicklung der wirtschaftlich optimalen Losgröße.....	19

1 EINFÜHRUNG UND ZIELSETZUNG

Schneller werdende Kommunikationswege sowie der Kundenwunsch nach immer individuelleren Produkten stellen insbesondere produzierende Unternehmen mit ihrer hohen Anlagintensität vor ständig neue Herausforderungen. Sie bieten Ihnen aber auch die Chance, sich als flexible und zuverlässige Partner zu profilieren. Gerade die Automobilindustrie und ihre Zulieferer sehen sich diesen konträren Tendenzen gegenüber. Sie sollen einerseits kostengünstig große Stückzahlen in hoher Qualität herstellen. Andererseits steigt die Produktvielfalt, was zu häufigen Serienwechseln führt. Damit verbundene Rüstvorgänge unterbrechen nicht nur den Produktionsfluss, sondern stellen auch eine bedeutende Fehlerquelle dar. Dieses Spannungsfeld kann nur dadurch aufgelöst werden, dass die mit den Serienwechseln verbundenen Rüstvorgänge schneller und sicherer werden.

Die vorliegende Arbeit beruht auf den Untersuchungen zweier Masterstudierender des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der Hochschule Koblenz. Partnerunternehmen war ein mittelständisches Unternehmen der Automobilzulieferindustrie. Es produziert Sicherheitskomponenten für weltweit tätige Automobilhersteller, wobei überwiegend Verfahren des Urformens eingesetzt werden.

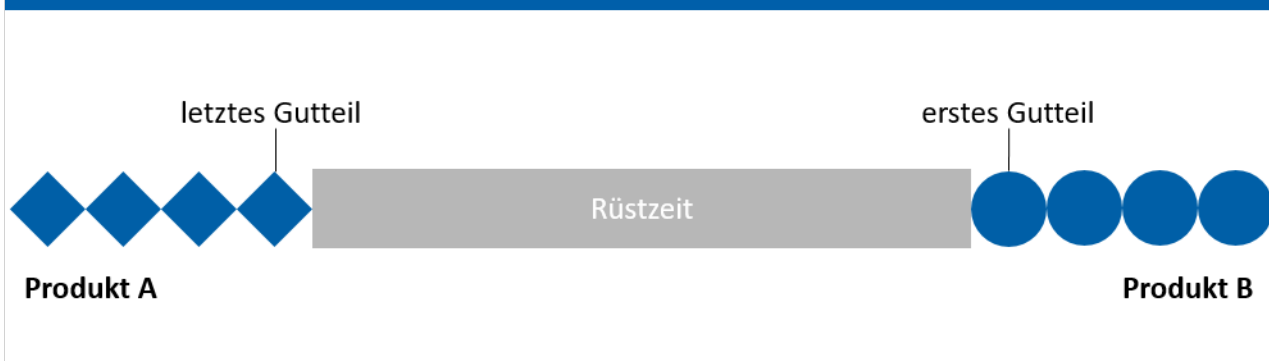
Ziel der Untersuchung war es, die Rüstvorgänge im Bereich Urformen zunächst auf ihr Optimierungspotenzial hin zu analysieren. Gemeinsam mit den Mitarbeitern des Bereichs wurden dann Lösungsvorschläge erarbeitet und umgesetzt. Die begleitend angestellten Wirtschaftlichkeitsüberlegungen können hier nur ansatzweise wiedergegeben werden.

2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

2.1 ABGRENZUNG DES RÜSTZEITBEGRIFFES

Um unterschiedliche Produkte auf einer Anlage herzustellen, sind Rüstvorgänge unabdingbar (vgl. Kletti/Schumacher, 2014, S.44.). Unter Rüsten wird grundsätzlich die Vorbereitung der Betriebsmittel für die Erfüllung des nachfolgenden Auftrages verstanden (vgl. Corsten, 1994, S. 255; Vahrenkamp, 2008, S. 182). Betrachtet man die Definition jedoch im Detail, lässt sich feststellen, dass in der Literatur unterschiedliche Interpretationen vorliegen. Nach traditioneller Auffassung beginnt die Rüstzeit mit dem letzten guten Teil des alten Auftrages und endet beim ersten guten Teil des neuen Auftrages (vgl. Töpfer, 2008, S. 37; Dahm/Brückner, 2014, S. 78; Kletti/Schumacher, 2011, S. 100.). Einige Autoren variieren diese traditionelle Auffassung, indem sie die Erreichung der vollen Produktionsgeschwindigkeit beim neuen Auftrag fordern (vgl. Brenner, 2015, S. 44; Lunau et al., 2013, S. 435 f.; Tautrim, 2014, S. 170.). Gemeinsam ist beiden Auffassungen, dass die Produktion von Gutteilen als Abgrenzungskriterium verwendet wird (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Darstellung des traditionellen Rüstzeitbegriffs

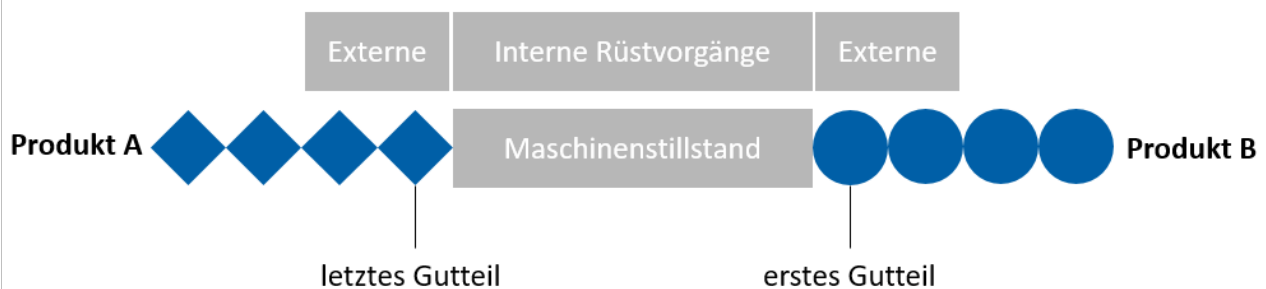


Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Teeuwen/Grombach/May, 2015, S. 21.

Die Rüstzeit hat wesentlichen Einfluss auf die Durchlaufzeit eines Produktes. SHINGO unterscheidet deshalb in einem erweiterten Rüstzeitbegriff zwischen internen und externen Rüstvorgängen (Shingo, 1985, S. 27f.). Wie aus Abb. 2 hervorgeht, erfolgt bei internen Rüstvorgängen das Rüsten nur bei Maschinenstillstand und wirkt damit in vollem Umfang auf die Durchlaufzeit. Beim externen Rüsten finden die Rüstvorgänge parallel zum Maschinenbetrieb statt, die Durchlaufzeit bleibt unberührt (vgl. Thun, 2002, S. 86).

Neuere Ansätze der Rüstzeitoptimierung zielen insbesondere auf die Umwandlung interner in externe Rüstaktivitäten. Beispielhaft sei hier das Vorbereiten der Werkzeuge außerhalb der Fertigungshallen genannt. So muss die Maschine nur für den reinen Werkzeugwechsel heruntergefahren werden.

Abb. 2: Darstellung des erweiterten Rüstzeitbegriffs



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Teeuwen/Grombach/May, 2015, S. 21.

2.2 ERLÖSWIRKUNGEN EINER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

Kürzere Rüstzeiten sichern und steigern die Umsatzerlöse. So sinkt die Durchlaufzeit der Produktionsaufträge, Kapazitäten werden für zusätzliche Aufträge frei (vgl. Nebl, 2007, S. 40). Optimierte und standardisierte Rüstvorgänge ermöglichen außerdem geringere Losgrößen. Nach KAMISKE kann die Mindestauftragslosgröße kostenneutral um den gleichen Prozentsatz reduziert werden wie die vorangegangene Rüstzeitverringerung (vgl. Kaminske, 2015, S. 331).

„Ergebnisse sind eine steigende Flexibilität und damit eine schnellere Reaktionszeit auf kurzfristige Kundenwünsche.“

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine bessere Kapazitätsausnutzung und eine erhöhte Flexibilität ein marktkonformes Agieren der Unternehmen ermöglichen.

2.3 KOSTENWIRKUNGEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

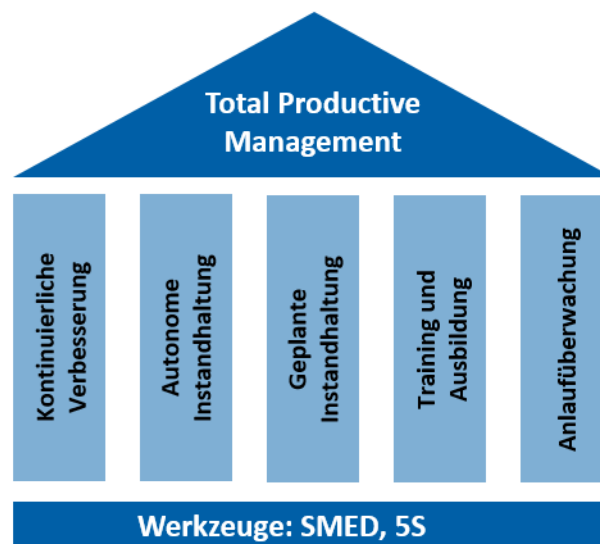
Die im Zusammenhang mit dem Rüsten anfallenden Kosten werden als Rüstkosten bezeichnet. Direkte Rüstkosten entstehen unmittelbar durch den rüstbedingten Güterverbrauch, wie beispielsweise durch Ausschuss während des Anlaufens oder auch Mitarbeiterlohn (vgl. Rücker, 2006, S. 47). Opportunitätskosten des Rüstens ergeben sich aus dem Deckungsbeitrag, der bei einer alternativen Nutzung der Betriebsmittel erzielt werden kann (vgl. Domschke/Scholl/Voss, 1997, S. 26). Interne Rüstvorgänge unterbrechen die Wertschöpfung und führen damit zu hohen Opportunitätskosten. Sie stehen deshalb im Fokus der Optimierungsbemühungen. Weiterhin führen die durch Rüstzeitoptimierung verkleinerten Lose zu einem geringeren Raumbedarf für Halbfertig- und Fertigteile. Auch wird das bisher durch hohe Lagerbestände gebundene Kapital frei und kann in modernere Anlagen investiert werden. Niedrigere Transportkosten und eine bessere Produktqualität infolge kürzerer Liegezeiten sind weitere positive Effekte.

3 TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT ALS RAHMEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

3.1 ANSATZ DES TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT

Das Total Productive Management (TPM) hat sich vom ursprünglichen Werkzeug für eine optimierte Instandhaltung zu einem ganzheitlichen Produktionssystem entwickelt. Ziel ist es, die Verschwendung (japanisch Muda) in Form von Leistungs-, Qualitäts- und Verfügbarkeitsverlusten zu minimieren und die Produktionsanlagen optimal auszunutzen (vgl. Dombrowski/Milke, 2015, S. 43). Der TPM-Ansatz nach NAKAJIMA beruht auf fünf Säulen (vgl. Reichel/Müller/Mandelartz, 2009, S. 80). Die Optimierung der Rüstzeiten fällt dabei unter die Säule der kontinuierlichen Verbesserung (jap. Kaizen)(vgl. May/Schimek, 2008, S. 16). Wie in Abbildung 3 gezeigt, bauen alle Säulen auf TPM-spezifischen Werkzeugen auf, welche nachfolgend erläutert werden.

Abb. 3: Die 5 Säulen des TPM



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an May/Schimek S. 15.

3.2 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE ALS INSTRUMENT DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

Eine gut eingeführte Methode zur Optimierung der Rüstzeiten ist der in den 1980er Jahren von SHINGO bei Toyota entwickelte Single Minute Exchange of Die (SMED) (vgl. Shingo, 1985, S.3). Der Schwerpunkt dieses minutenschnellen Werkzeugwechsels liegt nicht auf automatisierten Systemen, sondern auf der Reduzierung der Rüstzeiten durch konsequente Arbeitsorganisation. Dafür werden alle Zeitelemente innerhalb der Rüstvorgänge analysiert und gegebenenfalls verlagert oder verkürzt. Die Kernaspekte dieser Methode sind „[...] standardisierte Tätigkeiten, genaue Arbeitszuweisungen, Trennen zwischen internem und externem Rüsten (und) Paralleloperationen [...].“(Regber/Zimmermann, 2013, S. 95). SMED umfasst

drei Phasen sowie eine vorgeschaltete Prozessaufnahme. In jeder Phase von SMED werden zunächst Probleme untersucht und im Anschluss daran Lösungsmöglichkeiten erarbeitet.

Phase 0 - Prozessaufnahme:

Im vorlaufenden Schritt erfolgt die systematische Aufnahme der Rüstvorgänge. Dabei sind die für das Umrüsten verantwortlichen Mitarbeiter im Rahmen des Change-Management-Prozesses einzubinden (vgl. Freibichler/Stiehl, 2013, S. 159). Nur so ist gewährleistet, dass sämtliche individuellen Tätigkeiten und unterschiedliche Arbeitsabläufe aller Mitarbeiter aufgezeichnet werden.

Phase 1 - Trennung von internen und externen Rüstvorgängen:

In dieser ersten Phase erfolgt die Aufteilung der Rüstvorgänge in interne und externe Komponenten. Es werden keine besonderen Anpassungen oder Veränderungen an den Maschinen vorgenommen. Vielmehr wird geprüft, wie gut der Prozess mit jetzigen Mitteln zu gestalten ist.

Phase 2 - Umwandlung interne Rüstvorgänge in externe Rüstvorgänge:

Grundlage der zweiten Phase ist die Veränderung des Prozesses oder verschiedener Maschinenteile, um übrige interne Schritte in externe Schritte zu überführen (vgl. Gorecki/Pautsch, 2014, S. 181; Teeuwen/Grombach/May, 2015, S. 60). Die Tätigkeiten müssen so angepasst werden, dass sie von den Mitarbeitern auch ohne Maschinenstillstand verrichtet werden können. Die Rüstvorgänge werden dabei auf Vor- und Nachbereitung verlagert (vgl. Dickmann, 2015, S. 52). Die Stillstandzeit der Maschine wird so verkürzt, auch wenn die grundsätzlichen Rüstzeiten zunächst bestehen bleiben. Diese zweite Phase von SMED bietet das größte Potential zur Rüstzeitoptimierung (vgl. Thun, 2002, S. 89).

Phase 3 - Verkürzung interner und externer Rüstvorgänge:

Die dritte SMED-Phase ist geprägt von der Identifizierung zusätzlicher Verbesserungspotentiale bei externen und internen Aktivitäten. Wesentlicher Ansatz ist die Verwendung innovativer Befestigungsmethoden, etwa die Substitution von Schraub- durch Steckverbindungen oder die Reduzierung von Justierungen. Weiterer elementarer Bestandteil der dritten Phase ist das parallele Arbeiten während der Rüstvorgänge. (vgl. Teeuwen/Grombach/May, 2015, S. 64; Thun, 2002, S. 89). Gelingt die Durchführung des gesamten Rüstvorgangs mit einem Handgriff (kurz OTED genannt), hat er die höchste Entwicklungsstufe erreicht (vgl. Syska, 2006, S. 129).

Abschließend müssen die Rüstvorgänge aus allen drei Phasen auf ihre Wechselwirkungen hin untersucht werden. So können etwa Verbesserungen aus Phase 1 oder 2 durch Anpassungen in Phase 3 überflüssig werden (vgl. Teeuwen/Grombach/May, 2015, S. 63).

3.3 5S-ANSATZ ALS INSTRUMENT DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

Voraussetzung für die bestmögliche Umsetzung der Rüstzeitoptimierung sind Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz, wie sie mit der von OSADA entwickelten 5S-Systematik erreicht werden können (vgl. Osada, 1991, S. 16). Bezogen auf die Optimierung von Rüstvorgängen zielt der 5S-Ansatz darüber hinaus auch auf eine perfekte Gestaltung, Organisation und Standardisierung der benötigten Werkzeuge oder der benötigten Materialien ab. Dadurch wird ein Umfeld geschaffen, in dem gerne gearbeitet, die Effizienz erhöht und die Fehlerquote reduziert wird.

Jedem Mitarbeiter wird durch 5S die Verantwortung für den einwandfreien Zustand des eigenen Arbeitsplatzes übertragen. Dabei sind die nachfolgend beschriebenen Schritte zu durchlaufen (vgl. Teeuwen/Grombach/May, 2015, S. 78; Syska, 2006, S. 16; Kamiske, 2013, S. 663):

1. Seiri (Aussortieren): Im ersten Schritt erfolgt die Trennung von notwendigen und nicht notwendigen Gegenständen. Anschließend wird alles Überflüssige entfernt oder in einem Quarantänebereich abgelegt, falls Unsicherheiten bezüglich der späteren Verwendung bestehen.

2. Seiton (Aufräumen): Notwendige Gegenstände aus dem ersten Schritt erhalten fest definierte Plätze im Arbeitsbereich. Sie werden entsprechend der Verwendungshäufigkeit und Arbeitsplatzergonomie angeordnet. Lange Such- und Wartezeiten entfallen.

3. Seiso (Säubern): Der Eigene Arbeitsplatz wird von den Mitarbeitern einer gründlichen Reinigung unterzogen. Schmutzquellen werden identifiziert und eliminiert. Defekte Gegenstände werden ersetzt oder Instand gesetzt.

4. Seiketsu (Standisieren): In diesem Schritt werden Regeln und Anordnungen entwickelt, um die Optimierungen der zuvor durchlaufenen Phasen auf konstant hohem Niveau zu halten.

5. Shitsuke (Zur Regel machen): Mit klaren Standards, welche Werkzeuge die Mitarbeiter innerhalb des Prozesses verwenden, wird die Regelmäßigkeit sichergestellt.

3.4 RÜSTZEITOPTIMIERUNG ALS VERÄNDERUNGSPROZESS

Die Umsetzung von Rüstzeitoptimierungen mit Hilfe der TPM-spezifischen Werkzeuge erfordert Veränderung, also einen bewusst herbeigeführten Übergang von einer alten Ordnung über Chaos zu einer neuen Ordnung. Die Dauer der Übergangsphase hängt dabei entscheidend von der Wahrnehmung durch die Mitarbeiter ab. Nach der Erkenntnis von TWAIN „Nobody likes change except a wet baby“ (Marc Twain zit. nach: Silberman/Hansburg, 2004, S. 192), reagieren Menschen tendenziell mit Vorsicht und Angst auf Veränderungen. Empfinden sie diese jedoch als selbst gewählt und arbeiten aktiv daran mit, überwiegt eine positive

Einstellung (Osterhold, 2002, S. 13). Rüstzeitoptimierung und TPM fordern deshalb das umfassende Engagement aller Betroffenen und Beteiligten (vgl. May/Schimek, 2008, S. 13).

„Der Erfahrungsschatz und das Wissen der Mitarbeiter bilden die Basis für die Entwicklung von Optimierungspotentialen.“

Sie sind später auch diejenigen, die anfallende Veränderungen akzeptieren und umsetzen müssen. Um der zentralen Rolle der Mitarbeiter bei der Rüstzeitoptimierung gerecht zu werden, müssen die Regeln des Change-Managements eingehalten werden (vgl. Dombrowski/Mielke, 2015, S. 43).

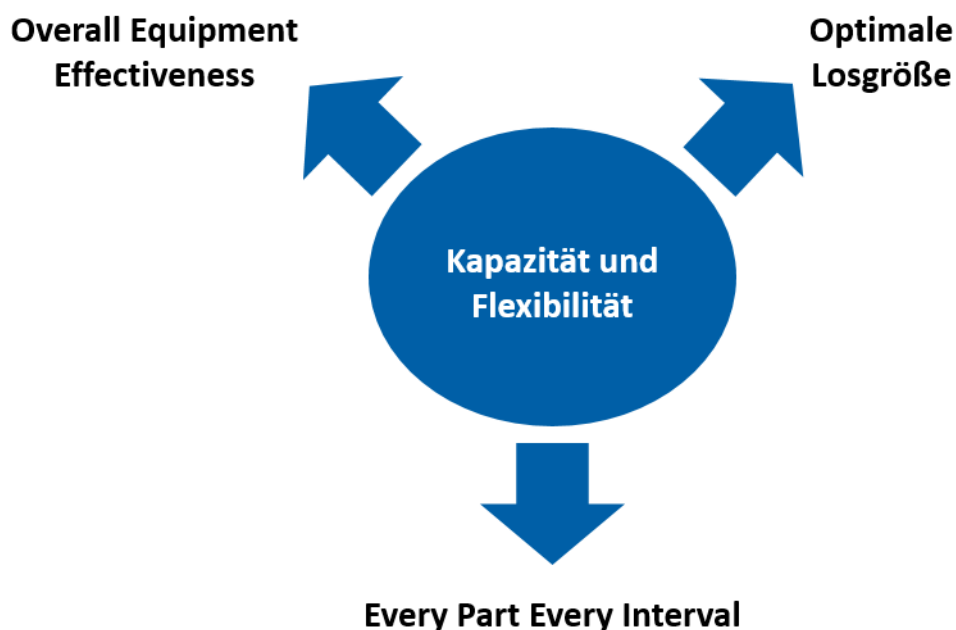
4 KENNZAHLENSYSTEM FÜR DIE RÜSTZEITOPTIMIERUNG

4.1 ABLEITUNG DER KENNZAHLEN ZUR RÜSTZEITOPTIMIERUNG

Kennzahlen als „[...] bewusste Verdichtung der komplexen Realität“ (Weber/Schäffer 2008, S. 173) helfen bei der Rüstzeitoptimierung nicht nur, den aktuellen Zustand zu erfassen. Über Soll-Ist-Vergleiche können mit ihrer Hilfe Probleme lokalisiert sowie Ziele mess- und erreichbar gemacht werden (vgl. Lachnit, 1976, S. 219). Ergriffene Optimierungsmaßnahmen können schnell auf ihre Wirksamkeit überprüft, subjektive Einschätzungen durch objektive Größen verifiziert werden (vgl. Kletti/Schumacher, 2014, S. 126; Peters, 2009, S. 92).

In den Abschnitten 1.2 und 1.3 wurde dargestellt, welche Wirkungen eine Rüstzeitoptimierung auf die Formalziele Erlöse und Kosten hat. Für eine Steuerung der mit den Gerüstvorgängen befassten Mitarbeiter bedarf es jedoch sachzielorientierter Größen. Aus diesem Grund zielt das in Abbildung 4 dargestellte Kennzahlensystem auf konkret beeinflussbare Größen. Hierbei stehen die tatsächlich nutzbare Anlagenkapazität sowie die Flexibilität der Fertigung im Vordergrund. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Kennzahlen detailliert beschrieben.

Abb. 4: Kennzahlen zur Rüstzeitoptimierung



Quelle: Eigene Darstellung.

4.2 PRODUKTIVITÄTSMESSUNG DURCH OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Rüstzeiten wirken auf die tatsächlich nutzbare Anlagenkapazität. Zu deren Messung hat sich der von NAKAJIMA entwickelte Overall Equipment Effectiveness (OEE) in vielen Branchen etabliert (vgl. Freibichler/Stiehl, 2013, S. 155). Er ist das Produkt aus den Faktoren Verfügbarkeits-, Leistungs- und Qualitätsgrad (vgl. May/Schimek, 2008, S. 27). Nachfolgend wird dargestellt, wie optimierte Rüstzeiten auf die einzelnen Faktoren einwirken.

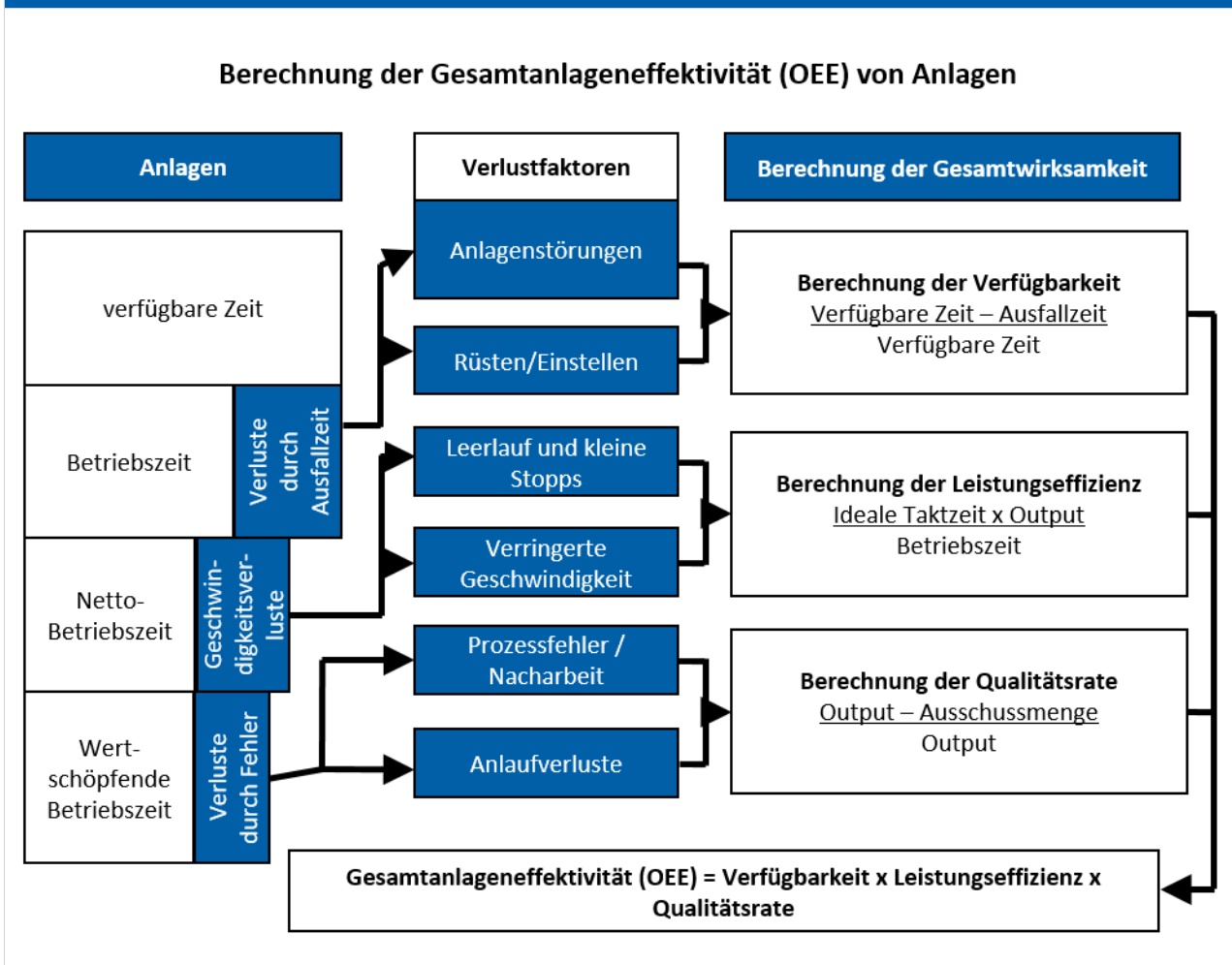
Rüstzeitoptimierungen helfen zunächst, den Verfügbarkeitsgrad zu erhöhen. Er erfasst langfristig planbare Ausfälle. Werden Werkzeugwechsel zuverlässig in kürzerer Zeit durchgeführt und sind alle benötigten Materialien und Hilfsmittel sicher an allen Arbeitsplätzen vorhanden, spiegelt sich das in einem höheren wider.

Auf den Leistungsgrad wirken optimierte Rüstzeiten nur indirekt ein. Er erfasst kurzfristig auftretende Störungen, wie etwa verkantete Werkstücke oder verlangsamte Taktzeiten. Diese können vermieden werden, wenn die Anlagen nach dem Rüsten optimal eingestellt ihren Betrieb wieder aufnehmen können.

Ähnliches gilt für den Qualitätsgrad. Nur wenn die Rüstvorgänge fehlerfrei durchgeführt werden, können Nacharbeiten an den Produkten aufgrund rüstbedingter Fehler entfallen.

Die genannten Verlustquellen stellen unmittelbare Anknüpfungspunkte für gezielte Optimierungsmaßnahmen dar (vgl. Rasch, 2000, S. 229).

Abb. 5: Verlustfaktoren des OEE



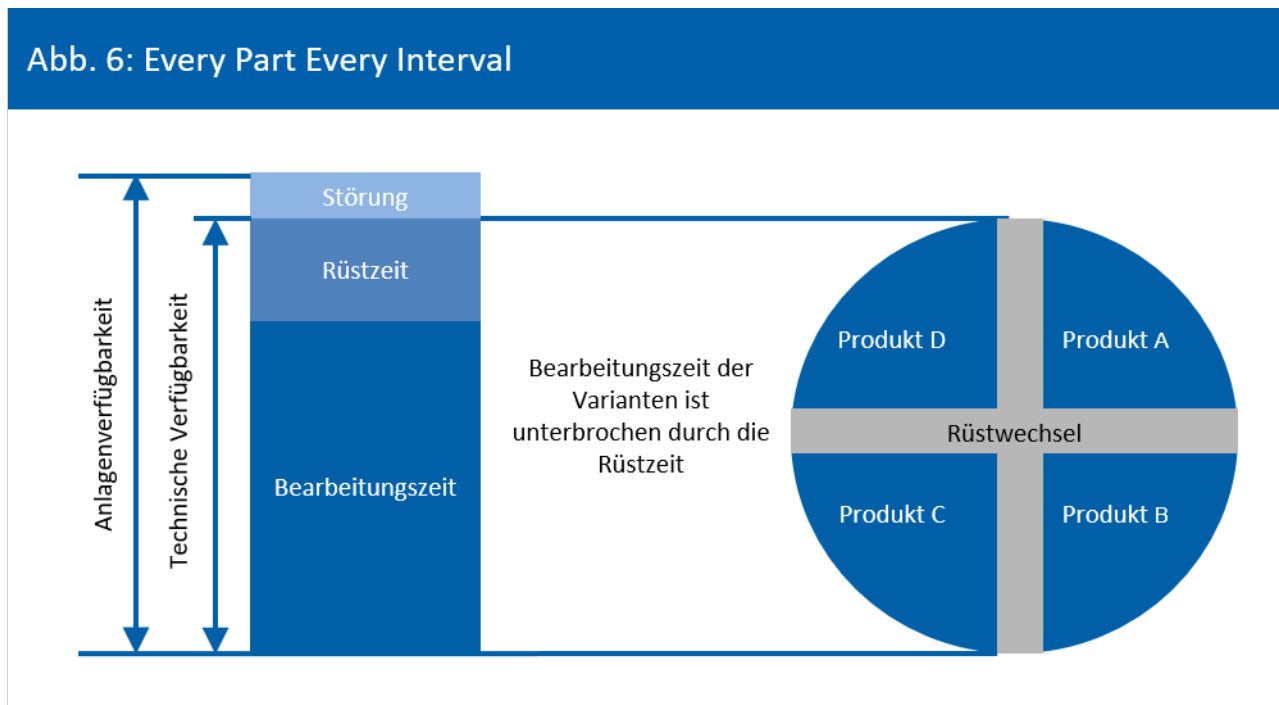
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Konecny, 2011, S. 42.

Die Overall Equipment Effectiveness wird als Prozentwert angegeben und kann maximal 100 Prozent betragen. Erstrebenswert ist ein OEE über 73 Prozent, bei denen Verfügbarkeits-, Leistungs- und Qualitätsgrad im Bereich von 90 Prozent bis 99 Prozent liegen (vgl. Nakajima, 1995, S. 43 (zit. nach: Konecny, 2011, S. 41)). Maßgeblich für die Bewertung der Gesamtanlageneffektivität ist jedoch die betrachtete Branche. So weisen in der Regel Anlagen der Serienproduktion eine höhere nutzbare Kapazität als Maschinen für Einzelproduktionen auf (vgl. Höhne, 2013, S. 92).

4.3 FLEXIBILITÄTSBEURTEILUNG DURCH EVERY PART EVERY INTERVALL

Je kürzer die Rüstzeiten, desto unkomplizierter die Umstellung auf neue Produkte und desto kleiner die optimalen Losgrößen. Diese Flexibilitätssteigerung kann durch die Kennzahl Every Part Every Interval (EPEI) gemessen werden. Sie gibt an, wie lange es unter den gegebenen Bedingungen dauert, bis alle Varianten einmal produziert worden sind. (vgl. Kamiske, 2015, S. 333). Je kleiner der EPEI, desto geringer die Bestände des Unternehmens und umso größer

dessen Flexibilität. Das nachfolgende Beispiel verdeutlicht diesen Zusammenhang (s. Abb. 6).



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Erlach, 2010, S. 73.

Stehen für die Produktion in einem Drei-Schichtbetrieb am Tag 24 Stunden zur Verfügung und die Dauer aller Rüstvorgänge beträgt 4 Stunden, so verbleiben theoretisch 20 Stunden für die Herstellung von Produkten. Wie jedoch bereits in Punkt 3.2 beschrieben, ist die tatsächlich verfügbare Kapazität stets geringer. Wird in diesem Beispiel von einer Gesamtanlageneffektivität von 90 Prozent ausgegangen, verringert sich die zur Verfügung stehende Betriebszeit um 2,4 Stunden. Für das Rüsten verbleiben 1,6 Stunden (= 96 Minuten) pro Tag. Wenn das Unternehmen vier verschiedene Produktvarianten herstellt, darf die Rüstzeit demnach nicht mehr als 24 Minuten betragen, um den täglichen Bedarf abdecken zu können.

„Es wird deutlich, dass es nur durch optimierte Rüstzeiten möglich ist, die Forderung nach flexiblen Produktionsprogrammen zu erfüllen.“

4.4 BESTANDSOPTIMIERUNG DURCH WIRTSCHAFTLICH OPTIMALE LOSGRÖßE

Die Modelle zur Ermittlung der optimalen Losgröße definieren die Produktionsmenge des Loses kostenoptimal (vgl. Jung, 2010, S. 494). Sie streben einen bestmöglichen Ausgleich zwischen den Kapitalbindungs- und den Rüstkosten an. Eine Reduzierung der Rüstzeiten respektive der damit verbundenen Rüstkosten führt zur Verringerung der optimalen Losgröße und damit zu geringeren Lagerbeständen. „Kleinere Lose schaffen mehr Flexibilität, und das bedeutet eine Annäherung an den Leitgedanken, genau das zu produzieren, was der Kunde

wirklich will.“ (Klevers, 2013, S. 159). Nach KLEVERS kann durch eine 50-prozentige Einsparung der Rüstzeit, ohne Effizienzverluste in der Prozesskette, doppelt so häufig gerüstet werden.

Das bekannte Modell von HARRIS bzw. ANDLER berechnet die optimale Losgröße statisch für eine Planperiode. Unterschiedliche Bedarfe im Zeitablauf werden nicht berücksichtigt. Diese Schwankungen in den einzelnen Perioden berücksichtigen WAGNER und WHITIN in ihrer dynamischen Planungsrechnung (vgl. Klein/Schnell, 2012, S. 102). Dieses Modell ist deshalb für die Bedingungen der Automobilzuliefererindustrie gut geeignet. Obwohl dort langfristige Abnahmemengen über Rahmenverträge vereinbart werden, können die tatsächlich abgerufenen Mengen kurzfristig stark schwanken. Das Modell von WAGNER und WHITIN weist lediglich die Extremformen der Periodenproduktion als optimal aus: entweder wird in einer Periode der Gesamtbedarf dieser und gegebenenfalls weiterer Perioden hergestellt oder es wird in dieser Periode nichts produziert.

5 AUSGEWÄHLTE UMSETZUNGSBEISPIELE DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

5.1 DARSTELLUNG DES AUSGANGSZUSTANDS

Die nachfolgend beschriebenen Optimierungsansätze beziehen sich auf ein Unternehmen der Automobilzulieferindustrie. Aufgrund eines dynamischen Wachstums in den zurückliegenden Jahren kam es zu Unstimmigkeiten bei den Rüstprozessen. So beruhte die Planung der Rüstzeiten weitgehend auf dem Erfahrungswissen der Mitarbeiter. Hier galt es, belastbare Planungsgrößen zu finden. Weiterhin kam es zu langen Maschinenstillständen, weil weitgehend klärende Rüstvorgänge angewendet wurden. Hinzu kamen Such- und Wartezeiten aufgrund nicht definierter Materialflüsse. Um diese Effizienzverluste bei den Rüstvorgängen zu vermeiden, mussten die organisatorischen und prozessualen Rahmenbedingungen dem aktuellen Stand der Produktion angepasst werden.

5.2 KORRELATIONSANALYSE ZUR IDENTIFIKATION DER EINFLUSSGRÖßEN

„Optimierungsvorgänge brauchen eine saubere Planungsbasis.“

Für die Planung der Rüstzeiten müssen deshalb ihre Einflussgrößen bekannt sein. Beispielhaft wird hier der Rüstvorgang „Einbau eines neuen Werkzeugs“ dargestellt. Konkret gefragt heißt das: wovon hängt es ab, wie lange der Ausbau des alten und der Einbau des neuen Werkzeugs dauert? Zur Beantwortung dieser Frage bietet sich die Regressionsanalyse als Instrument an.

Als Basis dienten durch mehrwöchige Beobachtungen und Befragungen gesammelte Daten. Dabei musste auch dem Dreischichtbetrieb Rechnung getragen werden. Die Ergebnisse wurden in zwei achsensymmetrische Hälften um den Mittelwert geteilt und die Standardabweichung ermittelt. Sie zeigt die Güte des berechneten arithmetischen Mittels (vgl. Embacher, 2011, S. 94 f). Anschließend wurde untersucht, wie die die Zufallsvariable Y - hier der Werkzeugeinbau - von einer oder mehreren erklärenden Variablen abhängt. Es wurde vermutet, dass die Anzahl der zu montierenden Muttern und Schrauben einen entscheidenden Einfluss hat. Konkret ergab sich die in Formel 1 angeführte Regressionsgleichung.

$$\text{Einbauzeit (in Min.)} = \frac{-571,09 + 51,47 * \text{An. Muttern und Schrauben}}{60}$$

Formel 1: Regressionsgleichung Einbauzeit

Quelle: Eigene Darstellung.

Das Güte- oder Bestimmtheitsmaß (vgl. Eckstein, 2014, S. 110) beträgt hier circa 80 Prozent. Für die verbleibenden 20 Prozent der Streuung sind Such- und Wartezeiten verantwortlich. Es konnte also bestätigt werden, dass die Anzahl der Schrauben und Muttern tatsächlich ein guter Indikator für die Einbauzeit ist.

Mittels des konzipierten Regressionsmodells können Rüstzeiten besser geplant werden. Gleichzeitig werden Ansätze zur Prozessverbesserung deutlich. Die Anzahl der für einen Werkzeugwechsel benötigten Schraubverbindungen musste reduziert werden. Außerdem waren die Such- und Wartezeiten zu minimieren. Dabei kamen die nachfolgend beschriebenen Optimierungswerkzeuge zum Einsatz.

5.3 EINSATZ VON OPTIMIERUNGSWERKZEUGEN DES TOTAL PRODUCTIVE MANAGEMENT

5.3.1 EINSATZ DES SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE

Phase null – Prozessaufnahme.

Der untersuchte Automobilzulieferer beschäftigt spezialisierte Rüstteams, die ebenfalls im Dreischichtbetrieb arbeiten. Neben der Erfassung aller Prozesse und Aktivitäten erfolgte eine Bestandsaufnahme der Werkzeuge und Maschinen. Die Informationen wurden durch Befragung sowie Selbstaufschreibung der Mitarbeiter erhoben. Weitere Angaben wurden dem Betriebsdatenerfassungssystem entnommen.

Phase 1 - Trennung von internen und externen Rüstvorgängen:

Im Fokus der Phase 1 stand die verbesserte Bereitstellung des für einen Rüstvorgang notwendigen Materials. Bisher verlängerten sich die tatsächlichen Produktionsunterbrechungen oftmals dadurch, dass für das Rüsten benötigte Teile nicht oder nicht fehlerfrei zur Verfügung standen. Diese Tätigkeit wird zukünftig von den Mitarbeitern der vorhergehenden Schicht ausgeführt. DV-gestützte Datenliste geben alle benötigten Materialien für einen Serienwechsel vor, die vor Ort in geordneten Behältnissen verfügbar gehalten werden. Durch diese rein organisatorischen Maßnahmen werden Such-, Warte- und Transportzeiten erheblich verringert, ohne dass Veränderungen an den Maschinen vorgenommen werden müssen.

Phase 2 - Umwandlung der internen in externe Rüstvorgänge:

Bisher wurden alle Rüstvorgänge als interne Rüstvorgänge an den stillstehenden Maschinen ausgeführt. Dadurch kam es zu langen Produktionsunterbrechungen. Als Ergebnis der durchgeführten Optimierungsmaßnahmen werden jetzt viele zeitintensive Rüstvorgänge - als externe Rüstvorgänge - losgelöst vom aktuellen Fertigungsgeschehen an einem separaten Ort durchgeführt. Dort werden die Werkzeuge auf neu konstruierte Stahlrahmen montiert und bereits mit allen benötigten Füllvorrichtungen versehen. So können Sie bei einem Serienwechsel direkt in die Maschinen eingeschoben werden. Das neue Vorgehen hat ein hohes Optimierungspotenzial. Die komplizierten Handgriffe beim Rüsten müssen nicht mehr an den oft heißen Maschinen unter ungünstigen ergonomischen Bedingungen durchgeführt werden, sondern finden an dafür spezialisierten Arbeitsplätzen statt. Die benötigten Rüstmaterialien werden nicht mehr dezentral an den Fertigungsorten gelagert, was oft zu langen Suchzeiten führte, sondern an einem Ort zentralisiert. Durch die Entkoppelung der externen Rüstvorgänge vom Fertigungsgeschehen entfallen Belastungsspitzen der Mitarbeiter des

Rüstteams mit ihren unerwünschten Folgen wie Qualitätsmängeln und Überstundenzuschlägen. Gleichzeitig sinkenden die Opportunitätskosten durch Maschinenstillstand.

Phase 3 - Verkürzung interner und externer Rüstvorgänge:

In der abschließenden SMED-Phase wurden sowohl interne als auch externe Arbeitsschritte auf ihr zeitliches Optimierungspotential untersucht. Beispielhaft sei hier der Transport der tonnenschweren Pressewerkzeuge zu den Maschinen dargestellt. Sie wurden bisher mit einem Gabelstapler auf ein speziell dafür angefertigtes Gestell gehoben, um von da aus mit einem Hubwagen zu ihrem endgültigen Bestimmungsort zu gelangen. Daran waren mehrere Aspekte kritikwürdig. So ist jeder Wechsel des Transportmittels mit Zeitverlust und Unfallgefahren verbunden. Weiterhin blockierte das Werkzeuggestell wichtige Durchfahrtswege oft für längere Zeit. Dies auch aus dem Grund, dass nur wenige Mitarbeiter Berechtigung zum Führen eines Gabelstaplers besitzen. Nach der Optimierung der Rüstvorgänge erfolgt der Werkzeugtransport durch einen Kran. So kann Zwischenlagerung auf den Gestell sowie der Einsatz der Hubwagen entfallen. Außerdem dürfen die Kräne von jedem Mitarbeiter bedient werden, so dass Wartezeiten entfallen.

Ein weiteres Beispiel ist die Standardisierung der Anschlussmaße an den Fülleinrichtungen. Da die Fertigungsanlagen im Verlauf des stürmischen Wachstumsprozesses von unterschiedlichen Herstellern geliefert wurden, war die Übersicht über die unterschiedlichen Versionen der Fülleinrichtungen im Tagesgeschäft nur schwer zu halten. Lange Suchzeiten führten zu langen Maschinenstillständen. Dieser Missstand konnte durch einheitliche Anschlussmaße sowie definierte Lagerplätze behoben werden.

Ein letzter zur Rüstzeitverringerung beitragende Faktor war die Nutzung von Bajonettverschlüssen zur Befestigung der Fülleinrichtungen an den Maschinen. Es ersetzt das zeitaufwendige Einschrauben.

Zusammenfassung der Phasen:

Abbildung 7 zeigt die Veränderung der Aktivitäten und der Rüstzeiten über die drei SMED-Phasen.

Abb. 7: Optimierung in den einzelnen Phasen

Anwendung SMED		0. Phase	nach 1. Phase	nach 2. Phase	nach 3. Phase
Aktivitäten	Intern	60	49	33	31
	Extern	0	11	27	19
Rüstzeit	Intern	04:10:07 Std.	03:35:34 Std.	02:47:55 Std.	02:33:28 Std.
	Extern	00:00:00 Std.	00:34:33 Std.	01:22:12 Std.	00:41:50 Std.

Quelle: Eigene Darstellung.

Es wird deutlich, dass die in Phase 1 vorgenommene Umverteilung der Materialbereitstellung noch keine absolute Rüstzeit Verkürzung bewirkt, sich aber der Maschinenstillstand bereits verringert. Diese Verringerung der Maschinenstillstände kann in Phase zwei fortgeführt werden. In Phase drei konnten vor allem externe Rüstvorgänge abgebaut werden. Dadurch verringert sich zwar die Durchlaufzeit nicht weiter, aber die Rüstkosten sinken.

5.3.2 EINSATZ DES 5S-SYSTEMS UND DES CHANGE MANagements

Die Umsetzung erfolgte in Anlehnung an den Punkt 2.3 beschriebenen 5S-Prozess sowie den in Punkt 2.4 dargestellten Regeln des Change Managements.

1. Seiri (Aussortieren): In diesem ersten Schritt wurden alle dezentralen Lagerflächen, wie zum Beispiel provisorisch eingerichtete Paletten ausrangiert. Die verbliebenen Arbeitsflächen wurden von unnötigen Materialien befreit. So wurden freie Arbeitsbereiche für die Ausführung der Rüstprozess gewonnen. Außerdem wurde dadurch der Gefahr entgegengewirkt, dass die Mitarbeiter an ihren Arbeitsplätzen Materialdepots anlegen, die nicht in der offiziellen Bestandsführung erfasst sind.

2. Seiton (Aufräumen): Wie in Abschnitt 4.3.1 beschrieben, wurde die Ausführung externer Rüstvorgänge in einen separaten Arbeitsbereich ausgelagert. In diesem Zusammenhang konnten auch die benötigten Rüstmaterialien zentralisiert werden. Für diese zentralen Lagerregale wurden materialspezifische Aufnahmen angefertigt. Ähnlich wie bei einem Weinregal sorgen sie dafür, dass jedes Werkzeug seinen definierten Platz erhält und dort speziellen Formschalen sicher gehalten wird. Dadurch werden Beschädigungen verringert und die Arbeitssicherheit erhöht.

Ebenfalls im Schritt zwei des 5S Prozesses wurden die Werkzeugwagen des Rüstteams einheitlich bestückt und organisiert. So finden sich auch andere Teammitglieder sofort zurecht. Die Anordnung erfolgt nach Zugriffshäufigkeit und Größe. Zur Trennung mangelfreier und defekter Materialien, wie beispielsweise Muttern, wurden zwei verschiedenfarbige Behälter

installiert. Die oberste Schublade des Werkzeugwagens ist tragbar, so dass die benötigte Ausrüstung direkt an den Einsatzort mitgenommen werden kann.

3. Seiso (Säubern): Um das erreichte Niveau langfristig zu halten, wurden Checklisten für Reinigungsabläufe erstellt. Unterstützend wurden Arbeitsanweisungen erstellt und Zuständigkeiten definiert. Die Reinigung des zentralen Lagers durch das Lagerpersonal erfolgt nun wöchentlich. Auch die Produktionsmitarbeiter säubern wöchentlich den gesamten Produktionsbereich.

4. Seiketsu (Standisieren): Zur Stärkung der Selbstdisziplin der Mitarbeiter und Entwicklung weiterer Verbesserungsmaßnahmen werden jetzt regelmäßige 5S-Audits von den Produktionsführungskräften durchgeführt.

5. Shitsuke (Zur Regel machen): Zur Sicherstellung des Erreichten wurde in Abwandlung des bekannten PDCA-Zyklus ein SDCA-Zyklus (Standardize, Do, Check, Act) implementiert. Danach kann erst dann ein neuer Veränderungszyklus angestoßen werden, wenn die bisherigen Maßnahmen zur Rüstzeitoptimierung als Standard etabliert wurden (vgl. Dombrowski/Mielke, 2015, S. 55).

5.4 ERGEBNISBEWERTUNG DURCH KENNZAHLEN

5.4.1 ENTWICKLUNG DER KENNZAHL OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

Einen Eckpfeiler zur Bewertung der Lösungsansätze stellt der Overall Equipment Effectiveness (OEE) dar, welcher im Rahmen der Prozessaufnahme erhoben wurde. Als Grundlage hierfür diente das Betriebsdatenerfassungssystem des Unternehmens, in welchem die Mitarbeiter alle Verlustarten protokollieren. Die Entwicklung des OEE im Optimierungsbereich geht aus Tabelle 1 hervor.

Tabelle 1: Entwicklung der Overall Equipment Effectiveness

OEE-Entwicklung	Vor der Optimierung	Nach der Optimierung
Verfügbarkeitsgrad	68,68 %	80,90 %
Leistungsgrad	87,30 %	93,20 %
Qualitätsgrad	97,00 %	97,00 %
OEE	58,05 %	73,10%

Quelle: Eigene Darstellung.

Bei dem untersuchten Automobilzulieferer wurde bisher der Qualitätsgrad mit 100 Prozent angenommen. Im Rahmen des Optimierungsprojektes zeigte sich jedoch, dass von einem durchschnittlichen Ausschuss von 3 Prozent auszugehen ist. Dieser Wert fließt in den hier vorgestellten korrigierten OEE ein.

Wie aus Tab. 1 hervorgeht, konnte der Verfügbarkeitsgrad von 68,68 Prozent vor der Optimierung auf 80,90 Prozent nach der Optimierung gesteigert werden. Dies ist vor allem auf die oben beschriebene strukturelle Trennung von internen und externen Rüstvorgänge zurückzuführen. Auch der Leistungsgrad konnte durch die Rüstzeitoptimierungen signifikant gesteigert werden. So konnten durch die Umorganisation der Materialbereitstellung und die beschriebenen 5S Maßnahmen kurzfristige Produktionsunterbrechungen aufgrund fehlenden Materials deutlich reduziert werden. Bei einem als gleichbleibend angenommenen Qualitätsgrad kann eine Steigerung der Kennzahl OEE von 58,05 Prozent auf 73,10 Prozent erreicht werden.

5.4.2 ENTWICKLUNG DER KENNZAHL EVERY PART EVERY INTERVALL

Die Flexibilitätssteigerung der Produktion durch Optimierung der Rüstzeiten wird mit der Kennzahl EPEI (Every Part Every Interval) abgebildet. Sie gibt den Zeitraum an, in welchem es möglich ist, sämtliche Produktausführungen des Unternehmens bei gleichzeitiger Kundenbedarfsdeckung auf einmal zu fertigen. Vor Durchführung der Optimierungsmaßnahmen lag der EPEI des Unternehmens bei 1,47. Es wurden also 1,47 Tage benötigt, um den durchschnittlichen Kundenbedarf herzustellen. Unter Berücksichtigung der optimierten Gesamtanlageneffektivität von 73,1 Prozent (s. Tabelle 1) konnte der EPEI auf 1,25 gesenkt werden. Das Unternehmen ist flexibler geworden.

5.4.3 ENTWICKLUNG DER WIRTSCHAFTLICH OPTIMALEN LOSGRÖßE

Derzeit fertigt der Automobilzulieferer seine Produkte aufgrund der langen Rüstzeiten vier Wochen im Voraus. Tabelle 2 zeigt die Entwicklung der optimalen Losgröße vor und nach der Rüstzeitoptimierung auf Basis des WAGNER/WHITIN-Algorithmus.

Tabelle 2: Entwicklung der wirtschaftlich optimalen Losgröße

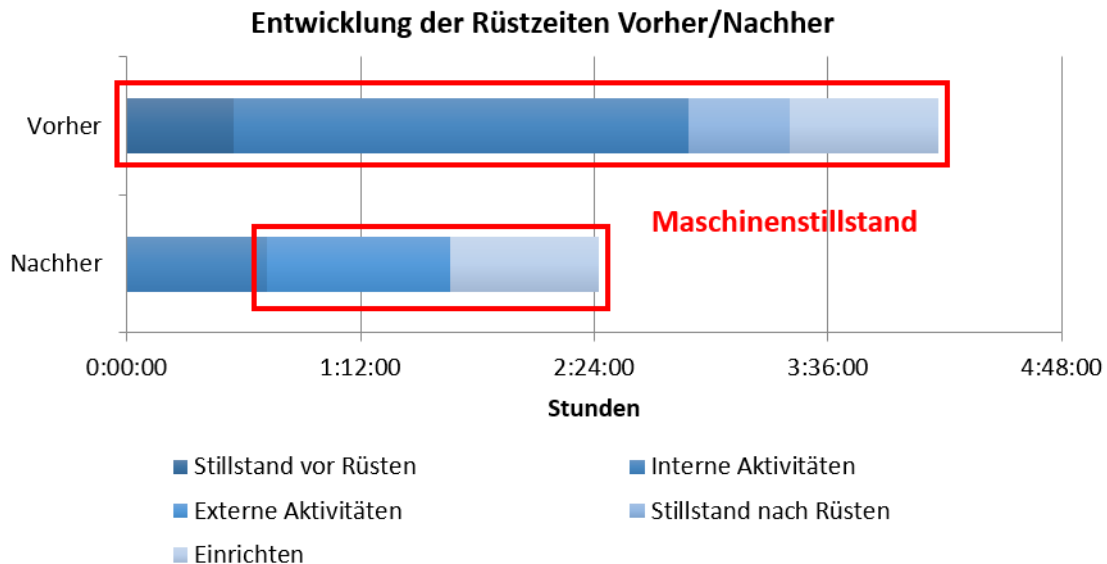
Woche	1	2	3	4	Ø Lagerbestand
Ist	10.712 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	0 Stk.	4.017 Stk.
Soll vor Opt.	5.356 Stk.	0 Stk.	5.356 Stk.	0 Stk.	1.339 Stk.
Soll nach Opt.	2.678 Stk.	2.678 Stk.	2.678 Stk.	2.678 Stk.	0 Stk.

Quelle: Eigene Darstellung.

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, rechnet das Unternehmen mit einem wöchentlichen Primärbedarf von 2.678 Teilen. Der bisherige vierwöchige Produktionsrhythmus führte zu hohen Lagerbeständen und damit zu hohen Kapitalbindungskosten. Darüber hinaus behinderten die herumstehenden Fertigprodukte die laufende Produktion. Durch die Rüstzeitoptimierung konnte der Produktionsrhythmus durch Einhaltung des Algorithmus auf zwei Wochen verkürzt werden. Kapitalbindungsdauer und Platzbedarf sind gesunken.

6 ERFOLGSWIRKUNGEN DER RÜSTZEITOPTIMIERUNG

Abb. 8: Rüstzeitvergleich vor und nach der Optimierung



Quelle: Eigene Darstellung.

Abb. 8 zeigt eine deutliche Verringerung der gesamten Rüstzeiten von 04:10:07 Stunden auf 02:25:34 Stunden. Das entspricht einer Verringerung um ca. 41,80 Prozent. Zu dieser Verringerung tragen sowohl die weiter oben beschriebenen Maßnahmen des SMED bei. Aber auch die nach der 5S-Methode durchgeführten Maßnahmen fließen hier ein. Die neu implementierte Ordnung und Sauberkeit führt zu einer Reduzierung von Laufwegen. Die durchschnittlichen Laufwege pro Rüstwechsel konnten in der Folge von durchschnittlich 1.500 Meter um circa 603 Meter dezimiert werden. Folglich konnte die Wegezeit während des Produktwechsels um etwa 07:14 Minuten (bei 5km/h) gemindert werden.

Weiterhin bedeutsam ist die Verringerung des Maschinenstillstands um 2:40:53 Stunden oder 64,32 Prozent. Hierfür ist insbesondere die verstärkte Umwandlung interner Rüstvorgänge in externe Rüstvorgänge verantwortlich. Maßnahmen des 5S-Ansatzes wirken ergänzend.

Im Ergebnis konnten die Kosten je Rüstvorgang von 1.130 Euro auf 652 Euro fast halbiert werden. Dazu hat die Reduzierung der Opportunitätskosten aufgrund von Maschinenstillständen von 678 Euro auf 242 Euro maßgeblich beigetragen. Hieraus wird auch der potenzielle Umsatzzuwachs deutlich.

7 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Optimierung von Rüstvorgängen ein erhebliches Erfolgspotenzial birgt.

„Kürzere Rüstzeiten verringern die Maschinenstillstandszeiten und damit die Durchlaufzeit.“

Frei werdende Kapazitäten können für zusätzliche Aufträge genutzt werden. Kürzere Rüstzeiten ermöglichen aber auch kleinere Losgrößen, die Kapitalbindung sinkt und die Flexibilität des Unternehmens steigt. Kundenwünsche können schneller und individueller erfüllt werden. Dies verbessert die Kundenbindung und eröffnet die Möglichkeit, zusätzliche Umsatzerlöse zu generieren.

Potenziale lassen sich durch gezielte Überlegungen heben. Dabei werden sowohl die Instrumentarien des minutenschnellen Werkzeugwechsels SMED (Single Minute Exchange of Die) als auch des 5S-Ansatz des Lean-Managements genutzt. Ein übergeordnetes Kennzahlensystem zeigt die Erfolgswirkungen der eingeleiteten Maßnahmen auf.

LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

Abendzeitung München (2014)

Fernbus: Den besten und günstigsten finden. Abgerufen am 20.Mai 2014 von: <http://www.abendzeitung-muenchen.de/inhalt.fernbusse-im-test-anbieter-im-vergleich-fernbus-den-besten-und-guenstigsten-finden.e65260b5-a929-4824-a24f-5e5543bf4a4f.html>.

Alicke, Knut (2003)

Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken – Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Allweyer, Thomas (2005)

Geschäftsprozessmanagement – Strategie, Entwurf, Implementierung, Controlling, Herdecke: W3L Verlag.

Becker, Thorsten (2008)

Prozesse in Produktion und Supply Chain optimieren, 2. Auflage: Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.

Behnke, Joachim (2007)

Kausalprozesse und Identität. Über den Sinn von Signifikanztests und Konfidenzintervalle bei Vollerhebungen, in Arbeitskreis Wahlen und Politische Einstellungen, 2, 3/2007.

Behnke, Joachim/Behnke, Nathalie (2006)

Grundlage der statistischen Datenanalyse – Eine Einführung für Politikwissenschaftler, Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Brenner, Jörg (2015)

Lean Production – Praktische Umsetzung zur Erhöhung der Wertschöpfung, München: Carl Hanser Verlag.

Bullinger, Hans-Jörg et al. (Hrsg.) (2009)

Handbuch Unternehmensorganisation – Strategien, Planung, Umsetzung, 3. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.

Buscher, Udo (2003)

Kostenorientiertes Logistikmanagement in Metalogistiksystemen, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Collins, Jim (2001)

Good to Great – Why some companies make the leap...and others don't, New York: HarperCollins Publisher.

Corsten, Hans (1994)

Produktionswirtschaft – Einführung in das industrielle Produktionsmanagement, 4. Auflage, München/Wien: Oldenbourg Verlag.

Dahm, Markus H./Brückner, Aaaron D. (2014)

Operational Excellence mittels Transformation Management – Nachhaltige Veränderung im Unternehmen sicherstellen – Ein Praxisratgeber, Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.

Denner, Timo/Stengel, Daniel (2014)

Produktionsplanung und Prozessoptimierung – Optimierung von Fertigungssystemen und Rüstoptimierung, Seminar SPA 095, Stuttgart: Fraunhofer IPA.

Dickmann, Philipp (2009)

Schlanker Materialfluss – mit Lean Production, Kanban und Innovationen, 2. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Dickmann, Philipp (2015)

Schlanker Materialfluss – mit Lean Production, Kanban und Innovationen, 3. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Dietz, Franziska (2006)

Psychologie 1 – Methodische Grundlagen und biopsychologische Modelle, Marburg: Media Learn.

Dombrowski, Uwe/Mielke, Tim (Hrsg.) (2015)

Ganzheitliche Produktionssysteme – Aktueller Stand und zukünftige Entwicklung, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Domschke, Wolfgang/Scholl, Armin/ Voss, Stefan (1997)

Produktionsplanung – Ablauforganisatorische Aspekte, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Eckstein, Peter P. (2014) Repetitorium Statistik – Deskriptive Statistik – Stochastik – Induktive Statistik, 8. Auflage, Wiesbaden: Springer Gabler.

Erlach, Klaus (2010)

Wertstromdesign – Der Weg zur schlanken Fabrik, 2. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Fandel, Günther/Fistek, Allegra/Stütz, Sebastian (2009)

Produktionsmanagement, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Fisch, Rudolf/Müller, Andreas/Beck, Dieter (Hrsg.) (2008)

Veränderungen in Organisationen – Stand und Perspektiven, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Freibichler, Wolfgang/Stiehl, Anselm (2013)

Praxishandbuch Operative Wertsteigerung – Wie Top-Entscheider Potenziale zur Optimierung erkennen und nutzen, Berlin/Heidelberg: Springer Gabler.

Gorecki, Pawel/Pautsch, Peter (2011)

Variantenvielfalt erfolgreich beherrschen, in: Productivity Management, 03/2011, S. 14 – 17.

Gorecki, Pawel/Pautsch, Peter (2014)

Praxisbuch Lean Management – Der Weg zur operativen Excellence, 2. Auflage, München: Carl Hanser Verlag.

Hansmann, Karl-Werner (2006)

Industrielles Management, 8. Auflage, München/Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Höhne, Frank (2013)

Praxishandbuch Operational Due Diligence - Bewertung der operativen Leistungsfähigkeit produzierender Unternehmen, Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.

Hurtz, Albert/Stolz, Martina (2013)

Shop-Floor-Management - Wirksam führen vor Ort, Göttingen: BusinessVillage.

Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (2016)

5S als Basis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.

Jung, Hans (2014)

Controlling, 4. Auflage, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Kamiske, Gerd F. (2013)

Handbuch QM-Methoden – Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen, 2. Auflage, München: Carl Hanser Verlag.

Kamiske, Gerd F. (2015)

Handbuch QM-Methoden – Die richtige Methode auswählen und erfolgreich umsetzen, 3. Auflage, München: Carl Hanser Verlag.

Kistner, Klaus-Peter/Steven, Marion (2001)

Produktionsplanung, 3. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Klein, Andreas/Schnell Harald (Hrsg.) (2012)

Controlling in der Produktion – Grundlagen, Instrumente und Kennzahlen, München: Haufe-Lexware.

Kletti, Jürgen/Schumacher, Jochen (2014)

Die perfekte Produktion – Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT), 2. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Klevers, Thomas (2007)

Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design – Verschwendung erkennen – Wertschöpfung steigern, München: Mi-Fachverlag.

Klevers, Thomas (2013)

Wertstrom-Management – Mehr Leistung und Flexibilität für Unternehmen, Frankfurt: Campus Verlag.

Kohn, Wolfgang/Öztürk, Riza (2013)

Statistik für Ökonomen - Datenanalyse mit R und SPSS, 2. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.

Konecny, Philipp A. (2011)

Mitarbeiterorientierung in ganzheitlichen Qualitätsmanagementansätze – Eine kausalanalytische Untersuchung, Wiesbaden: Gabler Verlag.

Koschnitzke, Thomas (2008)

Kontinuierliche Verbesserung mit Total Productive Management – Ziele und Kennzahlen für Verbesserungsprogramme in der Produktion, Hamburg: Diplomica Verlag.

Kostka, Sebastian/Kostka Claudia (2013)

Der Kontinuierliche Verbesserungsprozess, 6. Auflage, München: Carl Hanser Verlag.

Lachnit, Laurenz (1979)

Systemorientierte Jahresabschlußanalyse, Wiesbaden: Gabler Verlag.

Leibniz Institut für Wirtschaftsforschung (2015)

Verarbeitendes Gewerbe - Kapazitätsauslastung, in: Ifo Konjunkturperspektiven vom 12/2015 (42. Jahrgang) S. 6.

Leischner, Eva (2015)

Toyota – Ursachen für Erfolg und Aufstieg eines Automobilunternehmens, Hamburg: Bachelor + Master Publishing.

Liker, Jeffrey K./Meier, David (2013)

Praxisbuch Der Toyota-Weg - Für jedes Unternehmen, 6. Auflage, München: FinanzBuch Verlag.

Liker, Jeffrey K. (2014)

Der Toyota Weg – 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns, 9. Auflage, München: FinanzBuch Verlag.

Luczak, Holger/Weber, Jürgen/Wiendahl, Hans-Peter (2001)

Logistik-Benchmarking – Praxisleitfaden mit LogiBEST, Berlin: Springer Verlag.

Lunau, Stephan (Hrsg.) et al. (2007)

Design for Six Sigma + Lean Toolset – Innovationen erfolgreich realisieren, Berlin/Heidelberg: Springer Gabler Verlag.

Lunau, Stephan (Hrsg.) et al. (2013)

Design for Six Sigma + Lean Toolset - Mindset für erfolgreiche Innovationen, 2. Auflage, Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.

May, Constantin/Schimek, Peter (2008)

Total Productive Management – Grundlagen und Einführung von TPM...oder wie Sie Operational Excellence erreichen, Ansbach: CETPM Publishing.

Menzel, Frank (2009)

Produktionsoptimierung mit KVP – Der kontinuierliche Verbesserungsprozess für gesteigerte Konkurrenzfähigkeit, München: FinanzBuch Verlag.

Moulding, Edward (2010)

5S – A Visual Control System for the Workplace, Central Milton Keynes: AuthorHouse.

Nebi, Theodor (2011)

Produktionswirtschaft, 7. Auflage, München/Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Niedschlag, Robert/Dichtl, Erwin/Hörschgen, Hans (1994)

Marketing, 17. Auflage, Berlin: Duncker Humblot.

Oess, Attila/Pieper, Hermann (2000)

Kürzere Rüstzeiten steigern die Effizienz – Mit vielen kleinen Verbesserungen lässt sich die Zahl der Rüstvorgänge vermindern. Die Just-in-time-Produktion wird dadurch noch erfolgreicher, in: Harvard Business Manager, 06/2000, S. 15 – 23.

Osada, Takashi (1991)

The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment, Tokio: Asian Productivity Organisation.

Osterhold, Gisela (2002)

Veränderungsmanagement – Wege zum langfristigen Unternehmenserfolg, 2. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag.

Pepels, Werner (2014)

Einführung in die allgemeine Betriebswirtschafts- und Managementlehre, 2. Auflage, Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag.

Peters, Remco (2009)

Shopfloor Management – Führen am Ort der Wertschöpfung, Ludwigshafen: LOG_X Verlag.

Pfaffmann, Eric et al. (Hrsg.) (2001)

Kompetenzbasiertes Management in der Produktentwicklung – Make-or-Buy-Entscheiden und Integration von Zulieferern, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Picot, Arnold/Freudenberg, Heino/Gassner, Winfried (1999)

Management von Reorganisationen – Maßschneidern als Konzept für den Wandel, Wiesbaden: Gabler Verlag.

Pindyck, Robert S./Rubinfeld, Daniel L. (2009)

Mikroökonomie, 7. Auflage, München: Pearson Education.

Pointer, Timo/Steinhoff, Falk (2016)

Lean Management – 100 Fragen – 100 Antworten, Düsseldorf: Symposion Publishing.

Poluschny, Peter (2007)

Die wichtigsten Kennzahlen, Heidelberg: Redline Verlag.

Rasch, Alejandro Alcalde (2000)

Erfolgspotential Instandhaltung - Theoretische Untersuchung und Entwurf eines ganzheitlichen Instandhaltungsmanagements, Berlin: Erich Schmidt Verlag.

Refa (1976)

Methodenlehre des Arbeitsstudiums – Teil 2: Datenermittlung, 5. Auflage, München: Carl Hanser Verlag.

Regber, Holger/Zimmermann Klaus (2013)

Change-Management in der Produktion – Prozesse effizient verbessern im Team, München: mi-Wirtschaftsbuch.

Reichel, Jens/Müller, Gerhard/Mandelartz, Johannes (HRSG.) (2009)

Betriebliche Instandhaltung, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Reitz, Andreas (2008)

Lean TPM – In 12 Schritten zum schlanken Managementsystem, München: FinanzBuch Verlag.

Rubin, Kenneth S. (2014)

Essential Scrum - Umfassendes Scrum-Wissen aus der Praxis, Heidelberg/München/Landsberg/Frechen/Hamburg : Verlaggruppe Hüthig Jehle Rehm.

Rücker, Thomas (2006)

Optimale Materialflusssteuerung in heterogenen Produktionssystemen, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Sarkar, Debashis (2005)

5S for Service Organizations and Office – A lean look at Improvements, Milwaukee: American Society for Quality.

Schendera Christian (2004)

Datenmanagement und Datenanalyse mit dem SAS-System – Vom Einsteiger zum Profi, München/Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Schiemenz, Bernd/Schönert, Olaf (2005)

Entscheidung und Produktion, 3. Auflage, München/Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Schlittgen, Rainer (2013)

Regressionsanalyse mit R, München: Oldenbourg Verlag.

Schnell, Rainer/Hill, Paul B./Essner, Elke (2013)

Methoden der empirischen Sozialforschung, 10. Auflage, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Schraft, Rolf Dieter/Kaun, Ralf (1998)

Automatisierung der Produktion - Erfolgsfaktoren und Vorgehen in der Praxis, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Schuh, Günther/Stich Volker (2013)

Logistikmanagement – Handbuch Produktion und Management 6, 2. Auflage, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Shingo, Shigeo (1985)

A Revolution in Manufacturing: The SMED System, Portland: Productivity.

Silberman, Mel/Hansburg, Freda (2004)

Working PeopleSmart – 6 Strategies for Success, San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.

Stammen-Hegener, Cathrin (2002)

Simultane Losgrößen- und Reihenfolgenplanung bei ein- und mehrstufiger Fertigung, Wiesbaden: Springer Verlag.

Staufen AG (o.J.)

Rüsten Sie noch oder arbeiten Sie schon? – Wie es möglich ist, Rüstzeiten um mehr als 40% zu reduzieren!, Seuzach: Staufen AG.

Syska, Andreas (2006)

Das A – Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute, Wiesbaden: Gabler Verlag.

Takeda, Hitoshi (2012)

Das synchrone Produktionssystem – Just-in-time für das ganze Unternehmen, 7. Auflage, München: Franz Vahlen Verlag.

Tautrim, Jörg (2014)

Lean Production Taschenbuch – Wesentliche Konzepte und Werkzeuge für mehr Effizienz in der Produktion, Berlin: epubli Verlag.

Teeuwen, Bert/Grombach Alexander/May, Constantin (2015)

SMED: Die Erfolgsmethode für schnelles Rüsten und Umstellen, 2. Auflage, Herrieden: CETPM.

Theil, Henri/Boot, John C. G./Kloek, Teun (1971)

Prognosen und Entscheidungen – Einführung in Unternehmensforschung und Ökonometrie, Opladen: Westdeutscher Verlag.

Thun, Jörg-Henrik (2002)

Die zeitbasierte Fertigungsstrategie – Methoden zur Leistungssteigerung in Industriebetrieben, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

Töpfer, Armin (2008)

Lean Six Sigma – Erfolgreiche Kombination von Lean Management, Six Sigma und Design for Six Sigma, Berlin/Heidelberg: Springer Verlag.

Treyer, Oscar A. G. (2003)

Business-Statistik – Anwendungsorientierte Theorie mit Beispielen, Aufgaben mit kommentierten Lösungen, Glossar, Formelsammlung und Fachwörter Deutsch-Englisch-Deutsch, Zürich: Compendio-Bildungsmedien.

Vahrenkamp, Richard (2008)

Produktionsmanagement, 6. Auflage, München/Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag Verlag.

Weber, Jürgen/Schäffer, Utz (2008)

Einführung in das Controlling, 12. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Weigert, Johann (2008)

Der Weg zum leistungsstarken Qualitätsmanagement – Ein praktischer Leitfaden für die ambulante, teil- und vollstationäre Pflege, 2. Auflage, Hannover: Schlütersche Verlagsgesellschaft.

Yagyu, Shunji (2011)

Das synchrone Managementsystem – Wegweiser zur Neugestaltung der Produktion auf Grundlage des synchronen Produktionssystems, 2. Auflage, München: Mi-Wirtschaftsbuch.

Zollondz, Hans-Dieter (2006)

Grundlagen Qualitätsmanagement – Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte, 2. Auflage, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag Verlag.

AUTORENPORTRAIT



Prof. Dr. Silke Griemert lehrt Controlling im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften an der Hochschule Koblenz. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind u.a. Diversity Management, Shareholder Value und Supply Chain Management. Vor der Tätigkeit als Professorin war sie Organisatorin und stellvertretende Leiterin des Training Centers bei der Siemens Nixdorf AG in Düsseldorf.

Die Verfasserin dankt Herrn Dennis Kröber, (M.Sc.) und Herrn Andreas Demmel, (M.Sc.). Sie haben durch ihre Untersuchungen maßgeblich zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen.

SCHRIFTENVERZEICHNIS

- Nr. 1 Verfahren der Kundenwertermittlung
Darstellung und Bewertung der Kundenwertmessung als Bestandteil des Marketing-Controlling
Prof. Dr. Andreas Mengen
Mai 2009
- Nr. 2 Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen RFID-Einsatz
Prof. Dr. Silke Griemert
Januar 2010
- Nr. 3 Kann politische Macht gegen die Gesetze der Globalisierung regieren? -
Eine kritische Analyse am Beispiel Deutschlands
Prof. Dr. Georg Schlichting, Isabelle Heinrichs, B.Sc.
Februar 2010
- Nr. 4 Steuerliche Auswirkungen des Wachstumsbeschleunigungsgesetzes für die Unternehmen
Prof. Dr. Arno Steudter
November 2010
- Nr. 5 Die internationale Finanzmarktkrise – Was sind die Ursachen und wirtschaftlichen Folgen der Krise und was bringen die Rettungsmaßnahmen?
Prof. Dr. Georg Schlichting; Julia Pohl M.Sc., Thomas Zahn M. Sc.
November 2010
- Nr. 6 Social media usage behavior of students in Finland and Germany and its marketing implications
Prof. Dr. Axel Schlich
September 2011
- Nr. 7 Personal Branding von Musikern. Wie man im Musikgeschäft zu einer starken Marke wird
Prof. Dr. H. J. Schmidt, Lisa Horländer B. Sc.
Dezember 2011
- Nr. 8 Kundenwertmanagement – Wie werden wertvolle Kunden identifiziert und welche Maßnahmen sind für ihre Bearbeitung bei Konsumgütern, Industriegütern und Dienstleistungen geeignet?
Prof. Dr. Andreas Mengen, Andreas Krings M. Sc.
März 2012
- Nr. 9 Experts for sale: Academic consulting as mechanism for knowledge and technology Transfer
Prof. Dr. Mark O. Sellenthin
September 2012

- Nr. 10 Steuern im Wandel der Zeit – Man soll die Henne nicht schlachten, die goldene Eier legt!
Prof. Dr. W. Edelfried Schneider, Dipl. Wirtschaftsjournalist Lukas Karrenbrock
Januar 2013
- Nr. 11 Wirtschaftskraft des Karnevals – Die regionalökonomischen Effekte des Karnevals in Koblenz
Prof. Dr. Mark O. Sellenthin
Juni 2013
- Nr. 12 Die Staatsschuldenkrise Griechenlands – Ursachen, durchgeführte Hilfsmaßnahmen und ein möglicher Schuldenerlass
Prof. Dr. Georg Schlichting; Nils Schiffer M. Sc.
Dezember 2013
- Nr. 13 Markenorientierung von „Social Businesses“ – Ergebnisse einer Expertenbefragung
Prof. Dr. Holger J. Schmidt, Florian Lückenbach M. Sc.
Februar 2014
- Nr. 14 The City of London and the Euro
Carine Berbéri, University of Tours, Frankreich
Mai 2014
- Nr. 15 20 Jahre TechnologieZentrum Koblenz: Wie haben sich die Unternehmen des TZK entwickelt?
Prof. Dr. Mark O. Sellenthin
Oktober 2014
- Nr. 16 Kundenwertmanagement in der Energiewirtschaft
Prof. Dr. Andreas Mengen; Maja Wanker M.Sc.
Januar 2015
- Nr. 17 Alles grün oder was? Nachhaltigkeitskommunikation heute oder morgen
Prof. Dr. Holger Schmidt, Katharina Gelbling, M.Sc.
April 2015
- Nr. 18 Nutzen öffentlicher Unternehmensdaten am Beispiel Borussia Dortmund
Prof. Dr. Holger Philipps, Numejr Owiesat B.Sc.
Oktober 2015
- Nr. 19 Cournot's Mengenwettbewerb – Von der oligopolistischen Modellwelt zur Anwendung in der Zementindustrie
Prof. Dr. Georg Schlichting, Till Samuelson
Februar 2016

- Nr. 20 Erfolgsfaktor Kundenwertmanagement: Empirische Ergebnisse – Herausforderungen für das Controlling – Umsetzung in der Praxis
Prof. Dr. Andreas Mengen
Mai 2016
- Nr. 21 Der Europäische Rat in der Europäischen Union. Kritische Betrachtung seiner Entstehung mittels der Theorie des Evolutionären Institutionalismus
Prof. Dr. Sibylle Hambloch
August 2016
- Nr. 22 Fernbuslinien im Fokus
Eine Conjoint Analyse zur Bestimmung der kaufrelevanten Produkteigenschaften
Jens Fitzner M. Sc., Prof. Dr. Holger J. Schmidt
Dezember 2016
- Nr. 23 Rüstzeiten – das ungehobene Potenzial
Prof. Dr. Silke Griemert
März 2017