

IT unterstützter Wandel zu einer ressourceneffizienten Produktion

Dipl.-Ing. Markus Gram, Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften,
Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben, Österreich, email:
markus.gram@unileoben.ac.at, Telefon: +43 3842 4026014

Zusammenfassung

Neben der zunehmenden Globalisierung und dem demografischen Wandel ist eine weitere Herausforderung für die europäische Wirtschaft der effiziente Umgang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen (Anlagen, Rohstoffe, Energie). Mithilfe eines 4-Phasen-Wandlungsprozesses zur Ressourceneffizienzsteigerung werden die innerhalb eines Produktionssystems auftretenden Verlustquellen mit speziell entwickelten Instrumenten identifiziert, messbar gemacht und systematisch reduziert. Basierend auf einer softwaregestützten Anwendung dieser Vorgehensweise wird die Verlustreduktion anhand eines komplexen Produktionssystems der Nichteisenmetallindustrie veranschaulicht.

1. Einleitung

Die Forderung nach Ressourceneffizienz in der produzierenden Industrie hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Unterschiedliche Gründe verursachen diese Entwicklung, wobei Umweltschutz- als auch Klimaschutzforderungen die am meisten propagierten sind. Weitere nicht so naheliegende Auslöser für diese Forderung sind betriebswirtschaftliche Gründe (Wettbewerbsvorteil durch Kosteneinsparung) als auch volkswirtschaftliche Ursachen (Versorgung mit natürlichen Ressourcen, Preissteigerung) [15]. Für die ganzheitliche Erhöhung der Ressourceneffizienz in Produktionssystemen wird in diesem Beitrag ein 4-Phasen-Vorgehensmodell vorgestellt, das den Wandel zu einer ressourceneffizienten Produktion systematisch ermöglicht. Die Methodik basiert auf der aus der Produktionswissenschaft stammenden Produktionsfaktorentheorie und ermöglicht es mit speziell konzipierten Instrumenten die Verluste innerhalb eines Produktionssystems zu identifizieren und durch entsprechende Maßnahmen zu reduzieren. Die Umsetzung als auch der Instrumenteneinsatz wird anhand eines entwickelten IT-Tools veranschaulicht.

2. Ressourcen und Verluste innerhalb eines Produktionssystems

Aus den unterschiedlichen Gründen um die Ressourceneffizienz von produzierenden Unternehmen zu steigern ist ersichtlich, dass der Ressourcenbegriff je nach Betrachtungsweise einer gewissen Sachlage unterschiedlich Verwendung findet. In den Wissenschaftszweigen setzt sich diese Differenzierung fort [13]. Als Ausgangspunkt der im Folgenden beschriebenen Vorgehensweise und Instrumente

ist eine Typisierung von Ressourcen innerhalb eines Unternehmens notwendig. In den Managementwissenschaften findet sich das Input-Transformations-Output System, der resource based view Ansatz als auch das Zweck-Mittel-Schema in denen der Ressourcenbegriff verwendet wird [14]. Die Beschreibung eines Produktionssystems als ein Input-Transformation-Output System ist in der Produktionstheorie allgegenwärtig und kann als eine generische Beschreibung des Wertschöpfungsprozesses angesehen werden. GUTENBERG stellte bereits fest, dass man ein Unternehmen als ein Netz von Input-Output Beziehungen darstellen kann [1, 6, 10]. Basierend auf diesen Überlegungen lässt sich die Produktion als ein System von Wertschöpfungsprozessen modellieren, wobei das kleinste Element ein Arbeitssystem ist (z.B. Anlage, Arbeitsplatz, Montagestation,...), in dem die Wertschöpfung stattfindet [9].

Die Inputfaktoren dieses Modells werden auch als Produktionsfaktoren bezeichnet, die zur Erzeugung von Gütern (Output) benötigt werden. Die nach GUTENBERG definierten elementaren Produktionsfaktoren sind Maschine (Anlage), Mensch (Personal), Material und Energie [5, 10]. Das Zusammenwirken dieser Faktoren innerhalb eines Arbeitssystems ermöglicht erst die Schaffung von Wertschöpfung. Ressourcen sind in der Produktionstheorie ein Sammelbegriff für den Input in einen Produktionsprozess, wobei deren rationaler Einsatz als Effizienz zu sehen ist [14]. Die Relation des Inputs zu dem erzeugten Output wird als Effizienz bezeichnet, wobei Wertschöpfung bei einer Relation größer eins erfolgt und ein gegenteiliges Verhältnis einen Verlust darstellt [16]. Effizienz kann entweder technisch oder ökonomisch sein und ist folgend definiert:

"Als technische Effizienz bezeichnet man den Zustand, bei dem keine Produktionsfaktoren verschwendet werden. Ökonomische Effizienz im Sinne der Mikroökonomie liegt vor, wenn die Minimalkostenkombination realisiert [...] wird. [...] Ökonomische Effizienz in diesem Sinne setzt technische Effizienz voraus, aber es gilt nicht das Umgekehrte." [17]

Um eine möglichst hohe technische Effizienz zu erzielen und dementsprechend Wirtschaftlich zu produzieren ist die Vermeidung jeglicher verursachter Verschwendung innerhalb des Produktionssystems notwendig.

Die Tätigkeiten um ein Produkt zu erzeugen können in unterschiedliche Gruppen unterteilt werden. Neben der Nutzleistung die eine Wertsteigerung für den Kunden darstellt sind Leistungen, die diese unterstützen als Stützleistung zu bezeichnen. Verschwendung, ist als Blind- und Fehlleistung deklariert und ist Leistung, die vom Kunden nicht wahrgenommen wird und keinen Wert generiert [3, 4]. Die Verluste können noch weiter unterteilt werden, wie es in den unterschiedlichen Optimierungsansätzen des Lean Managements als auch in der TPM Philosophie gezeigt wird [8].

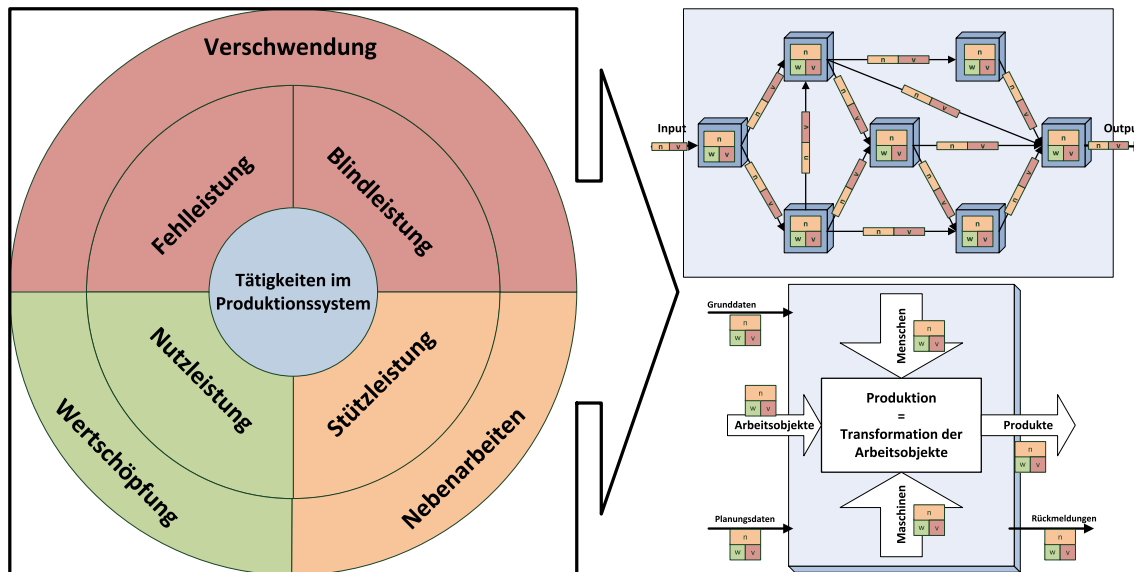


Abbildung 1 Auftretende Verluste innerhalb eines Produktionssystem

Die Gliederung der Tätigkeiten in Leistungsarten innerhalb eines Produktionssystems ist in Abbildung 1 dargestellt. Abgeleitet von dieser Strukturierung wird das Auftreten der Leistungsarten innerhalb eines Produktionssystems und in einem Arbeitssystem dargestellt. Verluste können demnach in jedem Arbeitssystem auftreten als auch zwischen den Elementen des Produktionssystems.

Innerhalb von komplexen Produktionssystemen (hohe Anzahl an Elementen und Verbindungen als auch Dynamik) ist eine Verlustidentifikation wie auch dessen Vermeidung äußerst schwierig. Zur Lösung dieser Problematik wird folgend ein 4-Phasen-Veränderungsprozess veranschaulicht, der eine Reduktion der Verluste ermöglicht und dadurch die Ressourceneffizienz des Produktionssystems steigert.

3. Wandlungsprozess zu einer ressourceneffizienten Produktion

Viele Vorgehensmodelle in der Literatur beschreiben und ermöglichen einen nachhaltigen Wandel innerhalb von Organisationen bzw. Unternehmen. Das Modell für den Wandel zu einer ressourceneffizienten Produktion basiert auf der Vorgehensweise des Generic Management (GM) Ansatzes, der einen nachhaltigen Wandel innerhalb der unternehmerischen Organisation als auch in der Führungsstruktur ermöglicht [2]. Der Wandlungsprozess gliedert sich in Anlehnung an GM in 4 Phasen in denen entsprechende Instrumente zum Einsatz kommen, die den Wandel unterstützen.

Zuerst wird in der Phase (Diagnose und Initialisierung) die Einsatzintensität der Produktionsfaktoren erhoben. Aus dieser Voruntersuchung kann das Produktionssystem typisiert und der Fokus der folgenden Untersuchungen auf die stärksten Einsatzfaktoren gelegt werden. Im Weiteren wird die Datenbasis aus den in den Unternehmen vorhandenen EDV Systemen (BDE, ERP) aufbereitet als auch eine Systembeschreibung wie auch dessen Abgrenzung durchgeführt. Hierbei kann entweder das gesamte Produktionssystem abgebildet werden oder nur ein Produktionsbereich. Der begleitende Instrumenteneinsatz basiert auf der Festlegung

der Verluststruktur des Produktionssystems. Hierzu werden mithilfe einer Strategy Map die Verluste, die in den Elementen (Anlagen) des Systems auftreten strukturiert und den Produktionsfaktorendimensionen zugeordnet (Verlust Scorecard). Dies ermöglicht eine einheitliche Analyse und Bewertung des Produktionssystems als auch ihrer Elemente. In der 2. Phase des Prozesses (Planung und Design) wird die zuvor festgelegte Struktur des Produktionssystems analysiert. Hierzu werden durch die Zuhilfenahme von unterschiedlichen Analyseansichten (Fabriklayout, Heatmapanalyse, Verlust-Portfolio,...) die Materialströme nach der Verlustausprägung in Bezug auf z.B. Lagerbestand, Wartezeiten untersucht und die kritischen Anlagen ermittelt. Für die 3. Phase (Mobilisierung + Implementierung) dient das Rahmenwerk der Verlust Scorecard als Input für die detaillierte Analyse der Verluststruktur der ermittelten kritischen Anlagen. Durch die Zuordnung der Verluste in die entsprechenden Produktionsfaktorenperspektiven als auch durch das Festlegen ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten ist es möglich die Verlusttreiber zu erkennen. Basierend auf diesen Erkenntnissen werden anlagenspezifische Maßnahmen (SMED, IH Strategien, Prioritätsregeln, ...) zur Verlustreduktion umgesetzt. In der Standardisierungsphase ist die Kontrolle der Verlustreduktion vorgesehen. Hierbei kommt es zu einer Erfolgskontrolle der Verlust mindernden Maßnahmen wie auch zu einer Erhebung der dadurch ausgelösten Kostenreduktion. Durch die in den zuvor durchgeführten Phasen entstandene Analysestruktur kann ein Verlustcontrolling für das Produktionssystem in das Unternehmen integriert werden, das eine kontinuierliche wie auch ganzheitliche Verlustreduktion ermöglicht. Durch die hervorgerufenen dynamischen Veränderungen ist eine Anpassung der Verluststruktur unter Umständen notwendig [13].

Wie bereits beschrieben, kommen zwei Instrumentarien, die für die ganzheitliche Verlustanalyse konzipiert wurden zum Einsatz. Diese werden im folgenden Kapitel näher erörtert.

4. Verlust-Scorecard und -Portfolio

Die Basis für die Verlustanalyse eines komplexen Produktionssystems ist die Festlegung einer Verluststruktur. Diese bezieht sich einerseits auf die innerhalb des Systems vorhandenen Elemente (Anlagen) als auch auf deren Verbindungen in Form des Materialflusses. Bei der Durchführung der Verlustanalyse werden zwei Instrumentarien eingesetzt, die im Folgenden beschrieben werden. Das Verlustportfolio wie auch die Verlust-Scorecard ermöglichen es, das Produktionssystem aus unterschiedlichen Perspektiven zu analysieren (siehe Abbildung 2).

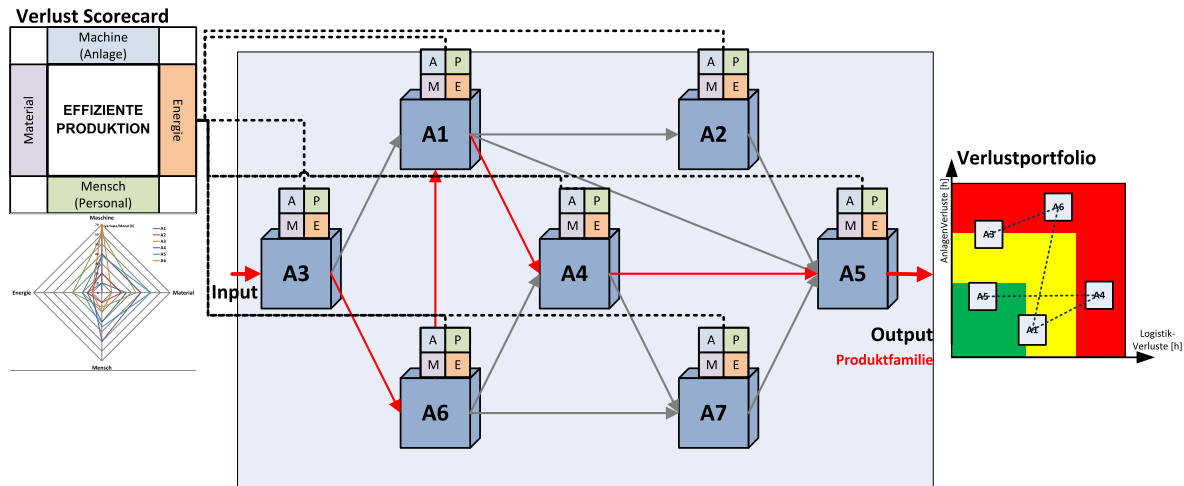


Abbildung 2 Verlustportfolio und Scorecard zur Analyse des Produktionssystems

Die Verlust-Scorecard basiert auf den Überlegungen zur Balanced Scorecard bei der Mithilfe von unterschiedlichen Betrachtungsdimensionen des Unternehmens ein ausgewogenes Kennzahlensystem definiert wird, mit dem eine ganzheitliche Steuerung des Unternehmens möglich ist [11, 12]. Die Dimensionen die in dem Verlust-Scorecard Ansatz verwendet werden, sind die zuvor erwähnten Produktionsfaktoren (Maschine, Material, Mensch, Energie) um den Wertschöpfungsprozess ganzheitlich abzubilden. Mithilfe einer Verlust strategy map wird den Dimensionen die innerhalb eines Arbeitssystems auftretenden Verluste zugeordnet und strukturiert und für jede Sichtweise Hauptverluste durch Kumulation gebildet, die mit entsprechenden Messgrößen hinterlegt werden können. Die Berechnung dieser Verlustintensität erfolgt für jedes Element des Systems und kann auch für einzelne Bereiche bzw. für das gesamte Produktionssystem ermittelt werden. Abbildung 2 zeigt diese Vorgehensweise, wie auch die Bildung der Verlustintensität des Produktionssystems wobei man hier einen Vergleich der Elemente durchführen kann. Durch die zeitliche Aufnahme der festgelegten Verluste ist es auch möglich das Verlustverhalten der einzelnen Elemente zu analysieren und entsprechende Maßnahmen bei wiederholenden negativ wirkenden Verlusten zu initialisieren [7].

Das Verlustportfolio verfolgt den Ansatz der Portfoliotechnik, die in den Managementwissenschaften weit verbreitet ist (BCG-, McKinsey-, Technologie-Portfolio) [16]. Der Hintergrund dieses Instrumentes ist es die Verlustperspektiven Maschine und Material gegenüberzustellen und die kritischen Anlagen in einem festgelegten Wertstrom zu identifizieren. Die Erstellung des Portfolios erfolgt in der 1. Phase des Wandlungsprozesses, in dem die Struktur des Produktionssystems festgelegt wird. Nachdem dies erfolgt ist, werden für die einzelnen Produktfamilien die entsprechenden Arbeitsschritte aufgenommen, wobei hier die für die Erzeugung der Produkte notwendigen Arbeitssysteme ermittelt werden. Mithilfe der festgelegten Verluststruktur ist es möglich die Anlagen eines Wertstroms nach den Anlagenverlusten als auch den Logistikverlusten einzuordnen. Bei Anlagen, die sich im roten Bereich des Portfolios (Abbildung 2) befinden, werden entsprechende

Maßnahmen für die Erhöhung der Anlageneffizienz bzw. der Logistikeffizienz initialisiert [13].

Der Wandlungsprozess wie auch die beiden Instrumentarien zur Verlustreduktion wurden in einem Unternehmen der Nichteisenmetallindustrie durch die Erstellung eines IT-Tools realisiert, das im folgenden Kapitel beschrieben wird.

5. Integriertes Tool zur Verlustanalyse

Die Verlustreduktion der zuvor beschriebenen Vorgehensweise kann in Form eines Projektes durch unterstützende Teamarbeit umgesetzt werden. Dies ist jedoch bei einer komplexen wie auch hierarchischen Organisationsform der Produktion mit einem erheblichen Personalaufwand verbunden. Um eine möglichst effiziente (aufwandsarme) Umsetzung zu bewerkstelligen, bietet sich der Einsatz eines Softwaretools an. Die einzelnen Elemente des Tools sind in Abbildung 3 für jede Phase des Wandlungsprozesses dargestellt.

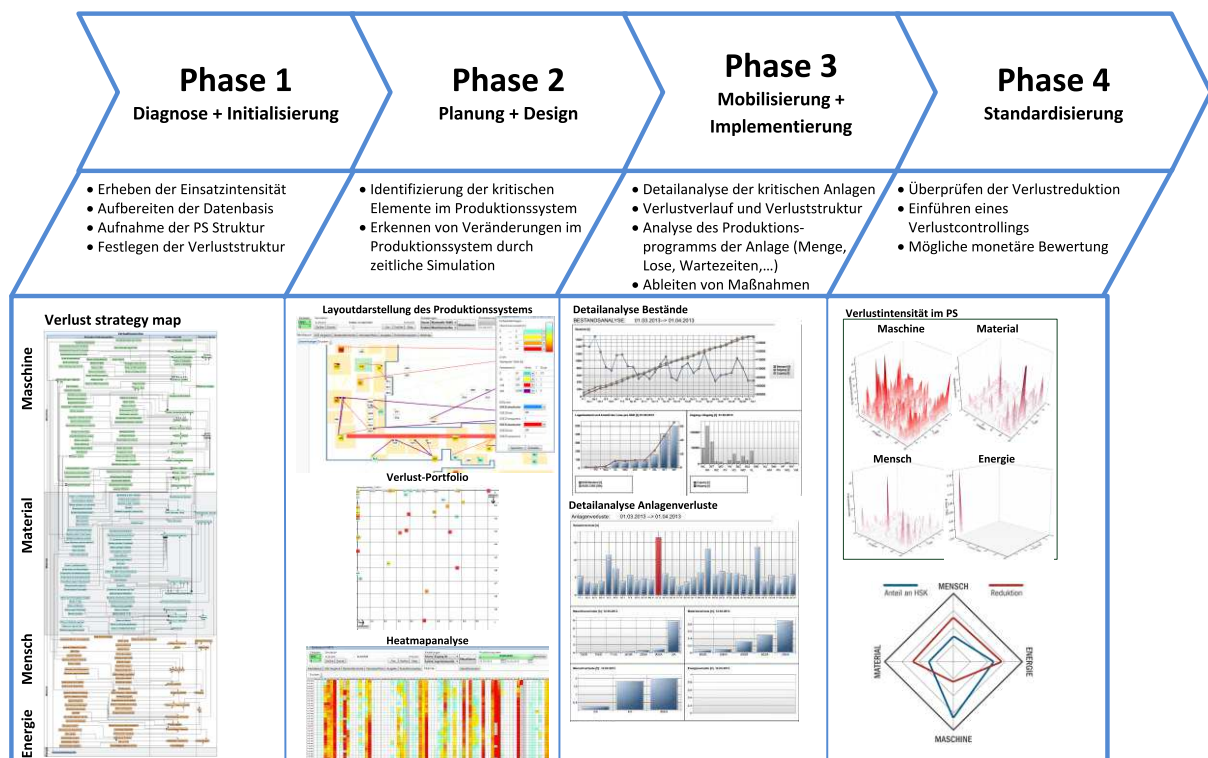


Abbildung 3 Wandlungsprozess zu einer ressourceneffizienten Produktion und dessen Umsetzung in einem EDV-Tool

Die Daten für das EDV-Tool werden auf einem SQL Server aufbereitet, wobei eine Tabelle für die Materialbewegung innerhalb des Produktionssystems erzeugt wird. Zusätzlich sind jeder Materialbewegung Zeitdaten hinterlegt, die die Basis für die Berechnung der Logistikverluste in dem System darstellen. Eine weitere Tabelle beinhaltet die Zeitstruktur der Elemente (Anlagen) des Produktionssystems. Weiters sind auch die Daten der Anlagen, der Produktgruppen wie auch Layoutdaten in dieser Datenbank als Tabellen gespeichert. Das EDV-Tool importiert je nach Einstellung des Benutzers entsprechende Betrachtungszeiträume für die Analyse. Für den gewählten Zeitraum sind ganzheitliche wie auch detaillierte Analysen

möglich. Ganzheitliche Analysen sind die zeitliche Simulation der Materialbewegungen nach Lagerbestandsveränderung, Wartezeiten und Anlagenverluste durch eine Layoutdarstellung der Produktion. Die Heatmapanalyse ermöglicht die Untersuchung der Dynamik innerhalb des Systems. Hierzu wird farblich die Höhe des Bestands bzw. der Wartezeit vor allen Anlagen des Produktionssystems oder nach Produktionsbereich für den Analysezeitraum dargestellt. Zusätzlich ist eine Darstellung der Anlagenverluste in dieser Form möglich. Mithilfe des Verlust-Portfolios wird eine Produktgruppe für den gewählten Zeitraum nach Anlagen- und Logistikverlusten analysiert. Hierzu werden die Anlagen entsprechend der Verlusthöhe in dem Portfolio angeordnet. Neben den ganzheitlichen Darstellungen des Produktionssystems kann auch eine detaillierte Betrachtung der Anlagen erfolgen. Hierzu wird die Struktur des Lagerbestands nach Losgröße, Menge und Wartezeit wie auch die Anlagenverluste in dem Betrachtungszeitraum dargestellt. Basierend auf der Heatmapanalyse ist es möglich auch ein Verlustprofil in Form eines Reliefs zu erstellen, in dem die verlustkritischen Anlagen und deren Verlustverhalten ersichtlich sind. In einer weiteren Darstellung werden die gesamten Verluste (Bestände, Anlagenverluste) des Produktionssystems summiert. Hieraus zeigt sich nach dem Verlust Scorecard Ansatz die Gesamteffizienz (Verlustintensität) des Produktionssystems in den 4 Dimensionen. Das EDV-Tool kann individuell an das zu analysierende Produktionssystem angepasst werden. Hierzu sind Änderungen (zusätzliche Anlagen, Produktgruppen, Layoutdaten) in der Datenbank möglich.

6. Zusammenfassung

Die Umsetzung des Wandlungsprozesses zu einer ressourceneffizienten Produktion in einem EDV-Tool bietet für unterschiedliche Organisationseinheiten des Unternehmens die Möglichkeit zur Verlustreduktion. Durch die Analyse der Logistikverluste in Kombination mit den Anlagenverlusten ist es der Disposition möglich Änderungen im Produktionsprogramm vorzunehmen, wodurch der Lagerbestand wie auch die Wartezeit vor den Anlagen reduziert wird. Dies kann auch mit Plandaten erfolgen, wodurch unterschiedliche Szenarien simuliert und dessen Auswirkung auf die Verluststruktur (Logistik) ersichtlich wird. Im Bereich der Anlagenwirtschaft können durch die ganzheitliche Analyse der Anlagenverluste entsprechende IH-Strategien festgelegt bzw. IH-Aktivität je nach Höhe, Häufigkeit und Art der Anlagenverluste geplant werden. Der generische Charakter der Vorgehensweise ermöglicht es, ein entsprechendes EDV gestütztes Verlustcontrolling in anderen Branchen, die anlagen- und materialintensiv sind umzusetzen.

7. Literaturverzeichnis

1. Albach, H.: Zur Theorie der Unternehmung: Schriften und Reden von Erich Gutenberg : aus dem Nachlass. Springer (1989).
2. Baumgartner, R. et al.: Generic Management. Deutscher Universitäts-Verlag (2006).
3. Bergmann, L., Lacker, M.: Denken in Wertschöpfung und Verschwendung. In: Dombrowski, U.-P.D.-I.U. et al. (eds.) Modernisierung kleiner und mittlerer Unternehmen. pp. 161–168 Springer Berlin Heidelberg (2009).
4. Brunner, F.J.: Japanische Erfolgskonzepte: KAIZEN, KVP, Lean Production Management, Total Productive Maintenance, Shopfloor Management, Toyota Production Management. Hanser Verlag (2011).
5. Colbe, W.B. von, Laßmann, G.: Betriebswirtschaftstheorie: Band 1: Grundlagen, Produktions- Und Kostentheorie. Springer Berlin Heidelberg (1983).
6. Dyckhoff, H.: Produktionstheorie: Grundzüge industrieller Produktionswirtschaft. Springer DE (2006).
7. Gram, M.: A Systematic Methodology to Reduce Losses in Production with the Balanced Scorecard Approach. Manufacturing Science and Technology. 1, 1, 12–20 (2013).
8. Gram, M., Künstle, S.: Effiziente Produktion durch Vermeidung der Verlustquellen im Anlagenbetrieb Identifizierte Verlustquellen in Produktion und Instandhaltung und deren Einfluß auf die eingesetzten Produktionsfaktoren. In: Biedermann, H. (ed.) Lean Maintenance. pp. 113 – 133 TÜV Media (2011).
9. Günther, H.-O., Tempelmeier, H.: Produktion und Logistik. Springer DE (2011).
10. Gutenberg, E.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. Springer DE (1958).
11. Horváth & Partners: Balanced Scorecard umsetzen. Schäffer-Poeschel Verlag (2007).
12. Kaplan, R.S., Norton, D.P.: Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen. Schäffer-Poeschel Verlag (1997).
13. Markus Gram: Vorgehensweise zur Unterstützung des systematischen Wandels zu einer ressourceneffizienten Produktion. In: Zsifkovits Helmut and Altendorfer Susanne (eds.) Logistics Systems Engineering. pp. 135 – 150 Rainer Hampp Verlag (2013).
14. Müller-Christ, G.: Sustainable Management: Coping with the Dilemmas of Resource-Oriented Management. Springer (2011).
15. Schmidt, P.D.M., Schneider, M.: Kosteneinsparungen durch Ressourceneffizienz in produzierenden Unternehmen. Uwf UmweltWirtschaftsForum. 18, 3-4, 153–164 (2010).
16. Töpfer, A.: Betriebswirtschaftslehre: Anwendungs - und Prozessorientierte Grundlagen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2007).
17. Vahlens großes Wirtschaftslexikon: A - E. Beck, Dt. Taschenbuch-Verl. (1994).