

Lang, Johanna; Dörner, Andreas; Abels-Schlosser, Stephanie

Working Paper

Nachhaltige Optimierung der Produktionsplanung in der Automobilzulieferkette durch digitalen Kanban

Weidener Diskussionspapiere, No. 96

Provided in Cooperation with:

University of Applied Sciences Amberg-Weiden (OTH)

Suggested Citation: Lang, Johanna; Dörner, Andreas; Abels-Schlosser, Stephanie (2025) : Nachhaltige Optimierung der Produktionsplanung in der Automobilzulieferkette durch digitalen Kanban, Weidener Diskussionspapiere, No. 96, ISBN 978-3-98638-010-6, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (OTH), Weiden i.d.OPf.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/315755>

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.

Die Hochschule im Dialog:

Nachhaltige Optimierung der Produktionsplanung in der Automobilzulieferkette durch digitalen Kanban

Johanna Lang
Andreas Dörner
Stephanie Abels-Schlosser

Nachhaltige Optimierung der Produktionsplanung in der Automobilzulieferkette durch digitalen Kanban

Johanna Lang, Andreas Dörner, Stephanie Abels-Schlosser

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Hetzenrichter Weg 15
D-92637 Weiden

i.lang@oth.aw.de, a.doerner@oth-aw.de, s.abels-schlosser@oth-aw.de

Abstract:

Der Prozess der Produktionsplanung und -steuerung in modernen Produktionsnetzwerken wird immer komplexer. Zwei signifikante Megatrends, Globalisierung und Mass Customisation, beeinflussen diese Entwicklung in der Automobilzulieferindustrie in besonderer Weise. Diese Entwicklung ist unter anderem auf die internationale Verteilung der Produktionsstätten und das heterogene Produktportfolio zurückzuführen. Dennoch existieren diverse Methoden und Grundsätze, die dazu beitragen, diese Herausforderungen zu meistern und die Produktionsplanung durch Agilität und Digitalisierung zu optimieren. Die Implementierung einer digitalen, automatisierten Kanban-Lösung veranschaulicht dies in einem spezifischen Prozess bei einem Automobilzulieferer. Zur Verdeutlichung der Auswirkungen wird in der Analysephase zunächst der bestehende Prozess und seine Grenzen anhand einer Wertstromanalyse dargestellt, welche die herkömmliche Kanban-Steuerung abbildet. Im Ergebnisteil wird schließlich der zukünftige, optimierte Wertstrom dargestellt, der durch die Integration einer digitalen, automatisierten Kanban-Lösung erreicht wurde. Es konnte festgestellt werden, dass diese Kanban-Implementierung die mit den Planungsprozessen verbundenen Kosten erheblich reduzieren kann. In dem in diesem Beitrag untersuchten Beispiel werden die Gesamtkosten für diesen Kanban-Prozess um über 50 % gesenkt. Darüber hinaus werden Ineffizienzen innerhalb des Prozesses detektiert und eliminiert. Die Ergebnisse werden hinsichtlich monetärer und prozesstechnischer Kriterien bewertet.

English Abstract:

In the contemporary context of production networks, the process of production planning and control is becoming increasingly intricate. Two significant megatrends, globalisation and mass customisation, are exerting a notable influence on this development within the automotive supply industry. This progression can be attributed, in part, to the international distribution of production sites and the heterogeneity of the product portfolio. However, various methodologies and principles have been devised to assist in overcoming these challenges, thereby optimising production planning through the principles of agility and digitalisation. The implementation of a digital, automated Kanban solution is demonstrated in a specific process at an automotive supplier. The existing process and its limits are presented in the analysis phase using a value stream analysis, which depicts conventional Kanban control. The results section presents the future, optimised value stream that was achieved by integrating a digital, automated Kanban solution. It was found that this Kanban implementation can significantly reduce the costs associated with the planning processes. The analysis of the Kanban process reveals a reduction in costs of over 50%. In addition, inefficiencies within the process are identified and eliminated. The results are evaluated in terms of monetary and process-related criteria.

JEL:

L23 Organization of Production,

M11 Production Management,

O33 - Technological Change: Choices and Consequences; Diffusion Processes,

C61 - Optimization Techniques; Programming Models; Dynamic Analysis

Schlüsselworte:

Automobilzulieferindustrie, Digitalisierung, Kanban, Logistik, Produktionsplanung, SCM (Supply Chain Management)

1 Einleitung

BANI – brittle – brüchig/fragil, anxious – unsicher, non linear – nicht linear, incomprehensible – unverständlich – beschreibt treffend den aktuellen Zustand der Welt. Dieser Begriff stellt eine Weiterentwicklung des VUCA-Konzepts dar, das in den 1990er Jahren von der US-Armee zur Beschreibung der modernen Umwelt entwickelt wurde (Abeysekera, 2023). Die Akronyme VUCA - Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität - wurden in Universitäten und Unternehmen adaptiert und häufig im Kontext von Digitalisierung und globalen Veränderungen verwendet (Zornek, 2024). Später wurde es um Dynamik und Diversität erweitert und zu VUCADD ausgebaut (Kaiser, 2023).

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Gesellschaft stark verändert, was zur Weiterentwicklung des VUCA-Modells in Richtung BANI führte. Insbesondere die vergangenen Jahre zeigen, dass es nicht ausreicht, nur aktuelle Ereignisse zu betrachten, sondern auch zukünftige Entwicklungen, um deren Auswirkungen sinnvoll zu reflektieren. Das BANI-Modell bietet eine Möglichkeit, ein umfassenderes Bild der Herausforderungen zu zeichnen – auch für unvorhersehbare Situationen wie die Corona-Pandemie oder die zunehmenden Rohstoff- und Energieengpässe. Aus diesen Betrachtungen lassen sich neue Lösungsansätze entwickeln. Der BANI-Ansatz schlägt Resilienz, Empathie, Flexibilität und Transparenz als Reaktionen vor, um auf diese Herausforderungen angemessen zu reagieren und weitere Schritte zu entwickeln. (Cascio, 2020)

Die Automobilindustrie kann von diesem Rahmen ebenfalls profitieren, da sie vor neuen Lösungen steht, um auf unsicheren Marktprognosen und wachsenden Kundenerwartungen zu begegnen. Es ist erforderlich, veraltete, starre Systeme zu aktualisieren, um zukünftig schnell auf neue Marktanforderungen zu reagieren, während gleichzeitig Bestände und Kostenfaktoren reduziert werden müssen.

Die Aussage, dass Fortschritt nicht entstehen kann, wenn man sich mit der bestehenden Situation zufrieden gibt, ist die Basis für die Prozessoptimierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, bei der Ineffizienzen aufgezeigt und in wertschöpfende Aktivitäten umgewandelt werden. Herausfordernde Situationen sind Treiber für Optimierungen und fördern nachhaltige Wettbewerbsvorteile. (Ohno, 2013)

2 Zielsetzung

Für einen Automobilzulieferers wird ein Konzept zur Einführung eines digitalen Kanban-Systems für die Produktion eines ausgewählten Werks entwickelt (Lang, Dörner & Abels-Schlosser, 2024). Kanban (jap. für Karte, Behälter) bezeichnet eine Methode zur agilen, dezentralen Produktionsplanung und -steuerung (Geiger, Hering & Kummer, 2020; Werner, 2020). Das Kanban-System verbindet zwei benachbarte Produktionsebenen in einem mittels Kanban-Karten gesteuertem Regelkreis (Geiger et al., 2020). Die Grundidee einer Kanban-Steuerung ist, dass nur diejenigen Teile produziert werden, die benötigt werden (Lödding, 2016).

Die Kanban-Karten fungieren sowohl als Bestellkarte des Verbrauchers als auch als Identifikationskarte für die Quelle zur Einleitung neuer Produktionen (Geiger et al., 2020). Der Materialfluss erfolgt vom Lieferanten über die Produktion zum Kunden. Der Informationsfluss erfolgt in selbststeuernden Regelkreisen beginnend beim Kunden und kann sich über die Produktion bis hin zum Lieferanten ziehen. Im Gegensatz zum Materialfluss ist der Informationsfluss retrograd, das heißt, dass der Verbraucher die Produktion durch eine Nachricht an die Quelle auslöst, gemäß dem Pull-Prinzip (Geiger et al., 2020; Werner, 2020).

Bei einem Automobilzulieferer werden bereits implementierte und veraltete Kanban-Regelkreise neu dimensioniert und optimiert. Darüber hinaus werden die Arbeitsbelastung in der Beschaffungs- und Produktionsplanung angepasst und Schwächen des aktuellen Kanban-Systems behoben. Die Entwicklung eines allgemeinen Ansatzes soll anderen Unternehmen der Automobilzulieferindustrie je nach spezifischer Organisationsstruktur einen Leitfaden für den Umgang mit veralteten Kanban-Regelkreisen bieten. (Lang et al., 2024)

3 Kanban-Systeme und deren Realisierung

Ursprünglich als Planungssystem für die schlanke Produktion entwickelt, ist Kanban (看板) ein Bestandteil des Toyota Production Systems (TPS). Kanban bezeichnet ein visuelles System zur Steuerung von Arbeitsabläufen, welches den Fortschritt von

Aufgaben durch einen Prozess verfolgt. Es steht in engem Zusammenhang mit den Prinzipien der Lean- und Just-in-Time-Produktion (JIT). Zusätzlich dient es als Planungssystem, welches die Festlegung dessen ermöglicht, was produziert werden soll, wann es produziert werden soll und in welcher Menge. (Helmold, 2023)

3.1 Grundprinzip eines Kanban-Systems

Das Grundprinzip des Kanban-Systems basiert auf dem Prinzip der Endmontage als Impulsgeber für die vorgelagerten Produktionsstufen (Werner, 2020). Dies erfolgt durch die Entnahme eines vollständigen Kanban-Behälters aus dem Pufferlager. Die Kanban-Karte beinhaltet eine Vielzahl an Steuerungsinformationen, wie beispielsweise Materialkennzeichnung, Verbraucherdaten, Menge, Transportart oder Behältertyp. Sie dient als Rückmeldung für die Quelle, um den Nachschub auszulösen (Klevers, 2009; Werner, 2020). Der aufgefüllte Kanban-Behälter fließt sodann zurück ins Pufferlager, um ein etwaiges Defizit auszugleichen (Abbildung 1) (Klevers, 2009).

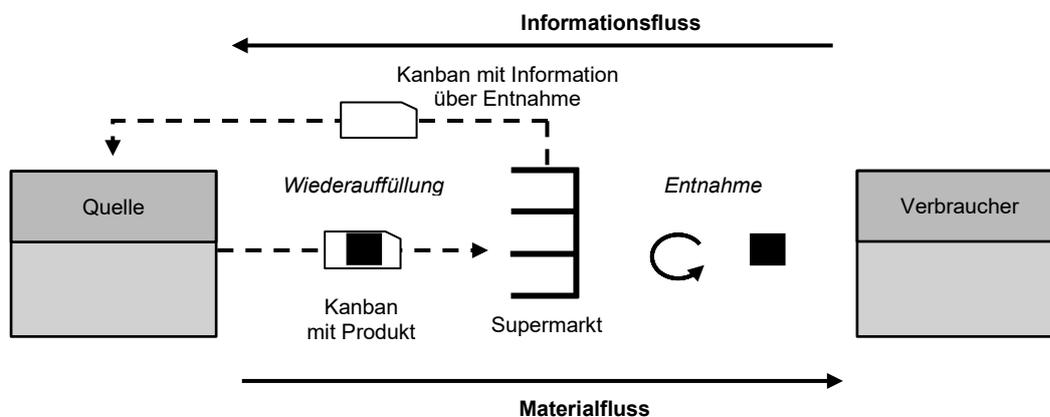


Abbildung 1 Prinzip eines Kanban-Regelkreises (in Anlehnung an (Klevers, 2009))

3.2 Digitaler Kanban

Der Einsatz eines digitalen Kanban-Systems in der Produktion verfolgt das Ziel, die Produktionsplanung und -steuerung zu optimieren, um eine effizientere Materialflussteuerung zu gewährleisten. Dieses digitale Kanban-System funktioniert dabei als automatisiertes und visuelles Werkzeug, das die Prinzipien der Just-in-Time- und Just-in-Sequence-Produktion unterstützt. Durch die Implementierung wird eine

verbesserte Agilität in den Produktionsprozessen angestrebt, Durchlaufzeiten werden verkürzt und Bestände reduziert.

Wichtige Einsatzbereiche des digitalen Kanban-Systems sind in der Automobilzulieferindustrie, wo es die Verknüpfung von Wertschöpfungsketten erleichtert. Das System wird dabei in bestehende Enterprise-Resource-Planning- (ERP) und Manufacturing Execution- (MES) Systeme integriert. Es ermöglicht eine reibungslose Interaktion mit den bestehenden IT-Strukturen der Produktionsplanung. In Bezug auf die Systemanforderungen erfordert das digitale Kanban eine nahtlose ERP-Integration, beispielsweise mit SAP, um den Materialstatus und Produktionsaufträge automatisch zu verwalten und nachzuverfolgen (Abbildung 2).

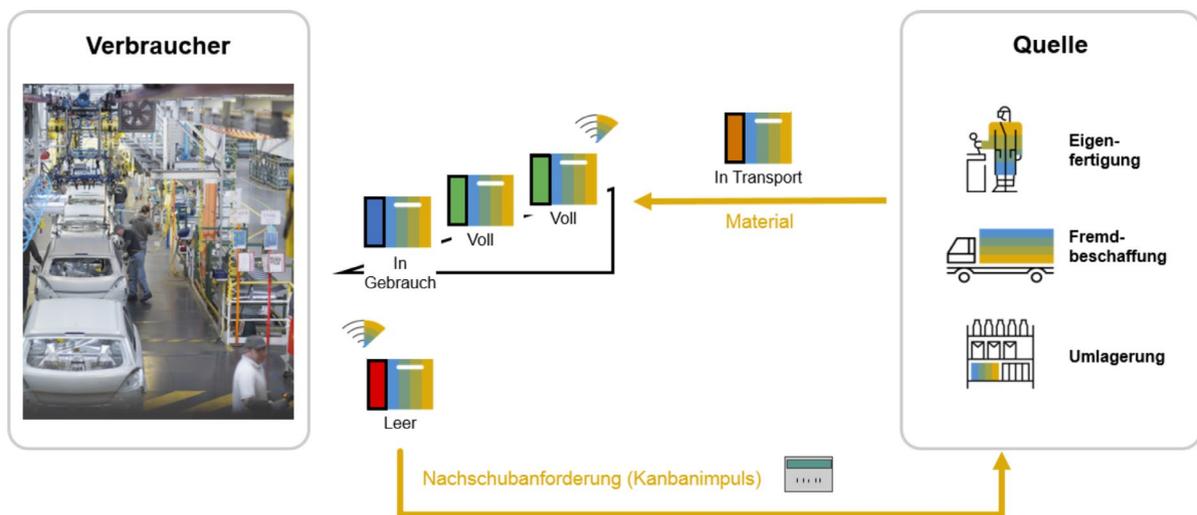


Abbildung 2 SAP-Kanban-Prinzip (Kanban | SAP Help Portal, 2025b)

Die Visualisierung der Kanban-Prozesse erfolgt durch digitale Kanban-Boards, die in Echtzeit den Materialstatus anzeigen und damit eine transparente Kommunikation ermöglichen. Die dynamische Berechnung der erforderlichen Kanban-Mengen erfolgt durch die kontinuierliche Anpassung der Materialflüsse, die auf Echtzeit-Daten aus IoT-Sensoren und RFID-Systemen basieren. Diese ermöglichen eine präzise Bestandsüberwachung und die automatische Auslösung von Materialanforderungen entsprechend dem aktuellen Produktionsbedarf. Eine umfassende Rückverfolgbarkeit der Prozesse durch die Speicherung relevanter Daten erlaubt eine langfristige Analyse und Optimierung des Materialnachschiebsystems.

Eine zusätzliche Analyse der Daten unterstützt die Identifikation optimaler Kanban-Mengen und gewährleistet eine effiziente Gestaltung des Materialeinsatzes. Push-Benachrichtigungen bei drohenden Engpässen oder Abweichungen von den festgelegten Parametern ermöglichen eine schnelle Reaktion auf Produktionsschwankungen und tragen zur stabilen Steuerung des gesamten Fertigungsprozesses bei (Abbildung 3).

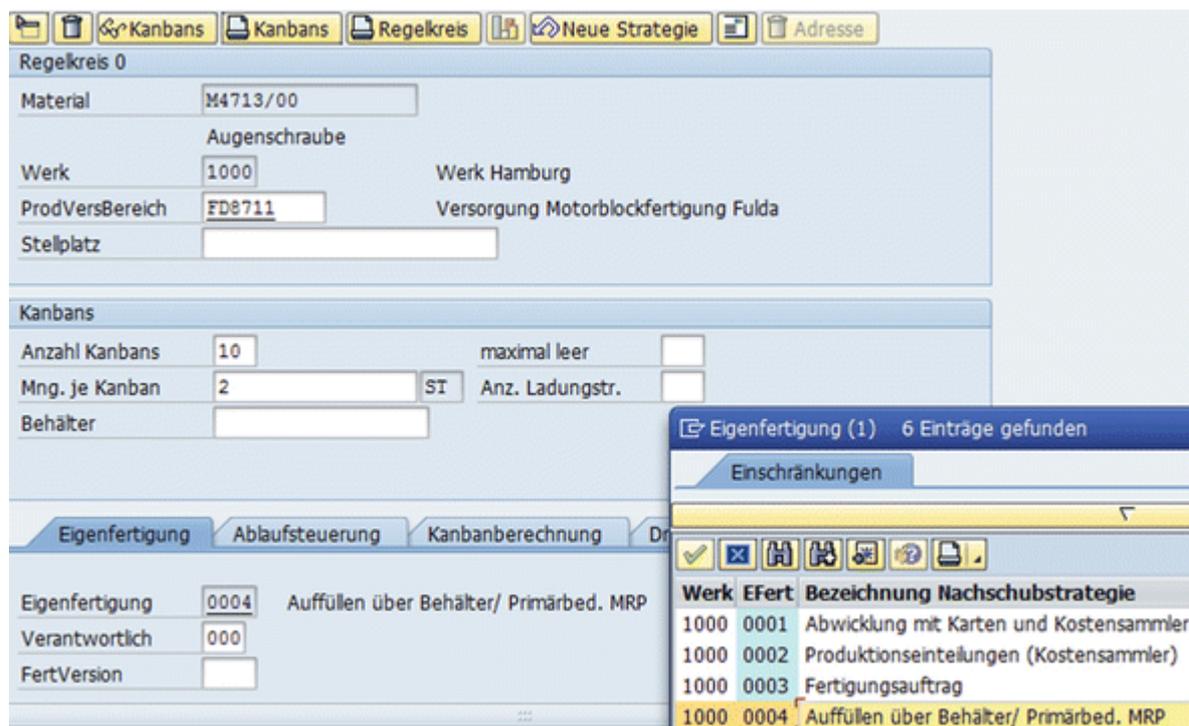


Abbildung 3 Regelkreis zum Anlegen eines digitalen Kanbans zur Nachschubsteuerung (Bauer, 2017)

Die Vorteile eines digitalen Kanban-Systems in der Produktion sind vielfältig. Es ermöglicht eine signifikante Reduktion der Bestandskosten und eine Verkürzung der Durchlaufzeiten. Dies verbessert die gesamte Prozesskontrolle und Transparenz. Die erhöhte Flexibilität bei der Anpassung an variierende Produktionsanforderungen sowie die Verringerung des Ressourcenverbrauchs fördern darüber hinaus die Nachhaltigkeit in der Produktion.

Digitale Kanban-Systeme haben im Vergleich zu konventionellen Kanban-Systemen Vor- und Nachteil (Tabelle 1):

Tabelle 1 Gegenüberstellung Konventioneller und digitaler Kanban

Kriterium	Digitales Kanbansystem	Konventionelles Kanbansystem
Transparenz und Nachverfolgbarkeit	Echtzeit-Überblick über Bestand, Status und Bedarf; ermöglicht eine sofortige Anpassung an Veränderungen durch digitale Anzeigen und Dashboards	Informationen müssen manuell erfasst und aktualisiert werden, was zeitintensiver ist und oft zu Verzögerungen führt
Flexibilität und Anpassungsfähigkeit	Hohe Flexibilität durch direkte Anpassungsmöglichkeiten im ERP-System oder durch Algorithmen zur bedarfs-gesteuerten Anpassung de Kanban-Kreisläufe	Weniger flexibel; Anpassungen müssen manuell vorgenommen und Kanban-Karten vor Ort aktualisiert werden
Kosten und Effizienz	Reduziert Arbeitsaufwand für Verwaltung und Fehler; minimiert Lagerkosten durch bessere Vorhersagen und präzisere Steuerung	Erhöhte Betriebskosten durch manuelle Bestandskontrollen; Gefahr von Materialüberbeständen oder -engpässen
Anfälligkeit für Fehler	Weniger anfällig für manuelle Fehler, da Daten direkt digitalisiert und synchronisiert werden	Hohe Anfälligkeit für Fehler durch manuelle Aktualisierung von Karten und Lagerbewegungen
Initiale Implementierungskosten	Höhere Anfangskosten aufgrund von Software und Hardware-Investitionen (z. B. ERP-Systeme, Sensorik)	Geringere Anfangsinvestitionen, da keine digitale Infrastruktur benötigt wird
Nutzerakzeptanz und Schulung	Erfordert Schulung für Software und Systeme; evtl. Hemmnisse bei Mitarbeitern, die keine digitale Systeme gewohnt sind	Einfache Implementierung und intuitive Nutzung durch physische Kanban-Karten; Schulung nicht erforderlich
Wartung und technische Unterstützung	Regelmäßige Updates und technischer Support für Software erforderlich; anfällig bei IT-Ausfällen	Geringer technischer Support nötig; System läuft unabhängig von IT, zusätzliches Personal für manuelle Aufgaben erforderlich
Datenintegration und Analyse	Unterstützt umfassende Datenanalyse und KPI-Tracking für kontinuierliche Verbesserungen und Nachhaltigkeitsüberwachungen	Eingeschränkte Datenverfügbarkeit für Analyse und Optimierung; Daten müssen manuell erfasst und aggregiert werden
Ökologische Nachhaltigkeit	Reduzierter Papierverbrauch und niedrigere Ressourcenbindung durch optimierte Prozesse und geringeren Bestand	Höherer Papierverbrauch durch physische Kanban-Karten; Gefahr von Ressourcenüberbeständen

Diese Übersicht zeigt, dass digitale Kanban-Systeme in der Automobilzulieferindustrie insbesondere hinsichtlich Effizienz, Transparenz und Flexibilität Vorteile bieten, jedoch eine höhere Anfangsinvestition und technologische Voraussetzungen benötigen. Ein konventionelles System ist einfacher einzuführen und stabil, aber weniger effizient und weniger anpassungsfähig in dynamischen Produktionsumgebungen.

3.3 Implementierung eines Kanban-Systems

Die Implementierung eines Kanban-Systems zielt darauf ab, den Wertschöpfungsprozess in verschiedenen Bereichen zu optimieren (Klug, 2018). Einerseits zielt die Implementierung eines Kanban-Systems darauf ab, die Lieferleistung und Prozesssicherheit zu steigern, andererseits den internen Planungs- und Steuerungsaufwand zu senken. Aus monetärer Perspektive soll das Kanban-System die Kapitalbindungskosten und internen Transportkosten reduzieren. Darüber hinaus werden durch die Implementierung eines Kanban-Systems eine Nivellierung, Flexibilisierung und Transparenz des Produktionsprozesses erreicht, während gleichzeitig die Durchlaufzeiten verringert werden.

Bei Produktionsprozessen, die durch starke Schwankungen der Produktionsanforderungen oder eine hohe Variantenvielfalt gekennzeichnet sind, sind die Einsatzmöglichkeiten von Kanban-Systemen beschränkt. Ein weiterer Aspekt, der in die Überlegungen mit einbezogen werden sollte, ist das potenzielle Risiko für die nachgelagerten Produktionsstufen im Falle einer Störung, welches durch ein verringertes Lager erhöht werden kann (Klug, 2018). Vor der Einführung von Kanban sollte daher eine Prüfung erfolgen, ob die Voraussetzungen für eine Produktionssteuerung nach Kanban gegeben sind (Wannenwetsch, 2021). Zu den Voraussetzungen zählt zudem die Verfügbarkeit ausreichender Verbrauchsprognosen sowie die Harmonisierung und Standardisierung des Produktionsprogramms (Wannenwetsch, 2021). Auch die Mitarbeiter müssen über ein hohes Maß an Fachwissen und Motivation verfügen. Ein gut geplanter Kanban-Prozess folgt bestimmten Regeln (Tabelle 2) (Dickmann, 2015).

Tabelle 2 Grundlegende Regeln für Kanban Systeme (Dickmann, 2015)

Grundlegende Regeln	Weitere Regeln
Übergabe und Weitergabe von Teilen immer mit dem Kanban	Mitarbeiter müssen Regeln als Standards behandeln
Kunden ziehen nur bei Bedarf	Unstimmigkeiten sind dem Vorgesetzten zu melden
Keine Weitergabe von Ausschussteilen	Ersatz nur bei Bedarf
Anzahl der im Umlauf befindlichen Kanbans muss kontrolliert werden	First-in-first-out (FIFO) Prinzip

3.4 Unterschiedliche Kanban-Systeme

In untersuchten Unternehmen können unterschiedliche Kanban-Systeme realisiert werden. Es werden drei Haupttypen von Kanban unterschieden: Produktions-Kanban, Transport-Kanban und Lieferanten-Kanban. Das Produktions-Kanban dient der Steuerung von Produktionsaufträgen und -prozessen, während das Transport-Kanban den reinen Transport von Teilen zum Gegenstand hat. Der Einsatz des Lieferanten-Kanban erfolgt bei Einbezug externer Lieferanten in den Prozess. Die Durchführung eines Kanban-Systems kann dabei in Ein-Kreis- und Zwei-Kreis-Systeme unterteilt werden. (Schulte, 2001)

Das Ein-Kreis-System stellt den klassischen Steuerkreislauf dar, bei dem der Verbraucher die benötigten Teile direkt am Arbeitsplatz oder im sogenannten Supermarkt, einem produktionsnahen Lager, zur Verfügung hat (Klevers, 2009; Klug, 2018; Werner, 2020). Es eignet sich insbesondere für Prozesse mit geringer Variantenvielfalt und geringem Platzbedarf. In Bezug auf die Ausführungsvarianten ist zwischen Karten-, Behälter- und Signal-Kanban zu differenzieren, wobei sich diese Varianten durch die Art der Impulsauslösung unterscheiden. (Klevers, 2009; Klug, 2018)

Die ursprüngliche Ausprägung des Kanban-Systems ist das Karten-Kanban. In diesem Fall wird die Karte gemeinsam mit dem jeweiligen Teil zum Verbrauchsort transportiert. Nach erfolgtem Verbrauch wird die Karte zurück zur Quelle geschickt, wo daraufhin der Nachschub ausgelöst wird. Als alternative Ausführungsformen sind das Behälter-

Kanban, bei dem der Impuls durch den Transport eines leeren Behälters erfolgt, sowie das Signal-Kanban, bei dem der Impuls durch visuelle Signale wie leere Regale ausgelöst wird, zu nennen. Diese Varianten erweisen sich insbesondere für häufig verwendete C-Teile und Hilfsstoffe als geeignet. (Klevers, 2009; Klug, 2018)

Im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung erfolgt eine Erweiterung des traditionellen Kanban-Systems um elektronische Kanban-Steuerungen (E-Kanban), wodurch eine Reduzierung von Fehlern sowie eine Senkung der Personalkosten durch eine hohe Automatisierung erzielt wird (Kreutz, Ait Alla, Lütjen & Freitag, 2021). Das E-Kanban integriert IT-gestützte, logistische Prozesse wie die Beschaffung und das Bestandsmanagement in das Kanban-System und ermöglicht durch den Einsatz eines ERP-Systems eine präzisere Steuerung des Materialflusses. Obgleich die Vorteile, wie die Reduzierung manueller Eingriffe und Bestandsdifferenzen, evident sind, können Fehler im ERP-System den Materialfluss beeinträchtigen, weshalb vor der Implementierung eine sorgfältige Analyse der internen Prozesse erforderlich ist (Dickmann, 2015).

Zukünftige Entwicklungen wie KI-gestützte, autonome Sensoren können kleinen und mittleren Unternehmen eine kostengünstigere Implementierung ermöglichen (Kreutz et al., 2021).

4 Methoden

Es existieren diverse Methoden, um einen bestehenden Prozess oder ein System zu analysieren. In Verbindung mit dem Kanban-Prozess findet die Wertstromanalyse als Methode zur Untersuchung von Produktionsprozessen im Sinne des Lean Managements eine breite Anwendung. (Klevers, 2009)

Die Wertstromanalyse zielt darauf ab, den Ist-Zustand eines Produktionsprozesses in einer vollständigen und nachvollziehbaren Weise zu analysieren. Diese Vorgehensweise basiert auf dem Grundprinzip der kundenorientierten Produktion ohne Verschwendung. Das Untersuchungsgebiet umfasst sowohl die Produktionsprozesse und ihren Materialfluss als auch den dazugehörigen Steuerungs- und Informationsfluss. Im Vorfeld

der eigentlichen Wertstromaufnahme wurde zunächst ein Benchmark zur Bewertung der einzelnen Prozessabschnitte definiert. Es erfolgt eine Betrachtung aller relevanten Prozesse zwischen der Materialbereitstellung im Wareneingang und der Endmontage. Die Zielsetzung der Wertstromanalyse besteht in der Schaffung eines umfassenden Rahmenwerks für das Kanban-System, der Entwicklung eines verbesserten Prozessverständnisses sowie der Identifikation von Schwachstellen. Die Analyse umfasst dabei folgende Aspekte (Erlach, 2020; Klevers, 2009):

Die Analyse umfasst folgende Aspekte:

- Gegebene Rahmenbedingungen
- Beteiligte Prozesse
- Materialfluss zwischen den Prozessen
- Datenfluss zwischen den Prozessen
- Entstehende Verschwendung/Muda

In der Regel wird die Wertstromanalyse auf der Kundenseite initiiert. Im Rahmen dieses Beispiels zur Intralogistik eines Automobilzulieferers stellt die Montage den internen Kunden dar. Ausgehend von dieser Stelle wurde der Wertstrom bis hin zum Wareneingang aufgenommen. Des Weiteren wurden übergeordnete operative Prozesse der Produktionsplanung einer Untersuchung unterzogen. Im Rahmen der Analyse wurden verschiedene Mitarbeiter befragt, Prozesse im ERP-System beobachtet und bestehende Prozessdokumentationen ausgewertet. Des Weiteren wurde das Transport-Kanban-System eines Produktionsbereichs für den Transfer von Rohmaterial in ein anderes Werk exemplarisch untersucht. Im Folgenden erfolgt eine detaillierte Ausarbeitung der einzelnen Prozessabschnitte des Material- und Informationsflusses. Der gesamte Wertstroms des aktuellen Kanban-Systems sowie des optimierten Prozesses nach der Optimierung wird nachfolgend detailliert erläutert. Die identifizierten Schwachstellen im Wertstrom wurden in Form von Blitzen im Wertstrom visualisiert.

5 Datenerhebung

Die Ergebnisse der Untersuchung basieren auf einem praktischen Beispiel, das in Zusammenarbeit mit einem Automobilzulieferer der Tier-1-Stufe durchgeführt wurde. Der

Hauptsitz des Unternehmens befindet sich in Deutschland, wobei weltweit mehrere Werke betrieben werden. Diese Struktur ist für Automobilzulieferer typisch, da die Prinzipien der Just-in-Time (JIT) und Just-in-Sequence (JIS) in dieser Branche davon profitieren, in unmittelbarer Nähe zu den Werken der Original Equipment Manufacturers (OEM) zu sein.

Die angewandte Methodik ermöglichte die Identifikation diverser Optimierungspotenziale (Tabelle 3). Diese lassen sich grundsätzlich in systembezogene und personenbezogene Aspekte unterteilen.

Tabelle 3 Zusammenfassung der potentiellen Bereiche für die Optimierung (Lang et al., 2024)

System	<ul style="list-style-type: none"> • Veraltete Produktionsversorgungsbereiche und Regelkreise • Veraltete Fertigungsaufträge und Lieferabrufe • Kein vollständiges Mapping im System • Inkonsistente Eigenfertigungszeiten im Materialstamm
Person	<ul style="list-style-type: none"> • Keine klar definierte verantwortliche Person • Individuelles menschliches Versagen bei der Anwendung • Hoher Planungsaufwand hinsichtlich Zeit und Komplexität • Unzureichende Berechnung der Regelkreise führt zu einer unverhältnismäßigen Anzahl von Kanbans • Kein FIFO-Prinzip aufgrund der großen Menge an Produktionsaufträgen

Im Rahmen der Systemoptimierung wurden im verwendeten Enterprise-Resource-Planning-(ERP)-System Inkonsistenzen bei den Zeitstempeln im Materialstamm, veraltete Aufträge, unvollständige Abbildungen sowie veraltete Produktionsversorgungsbereiche und Regelkreise als Verschwendung identifiziert. Auf personeller Ebene manifestierten sich Defizite hinsichtlich einer klar definierten Verantwortlichkeit, individueller Fehler bei der Anwendung, eines hohen Planungsaufwands, einer unzureichenden Berechnung der Regelkreise sowie das Fehlen

des First-In-First-Out-(FIFO)-Prinzips, welches ebenfalls als Optimierungsbedarf erfasst wurde. (Lang et al., 2024)

Zusätzlich existieren weitere Rahmenbedingungen, die in der aktuellen Situation Optimierungspotenzial aufweisen, jedoch im Rahmen dieses Kanban-Projekts keiner Modifikation unterzogen werden. Am Standort des Automobilzulieferers wird SAP als ERP-System verwendet wird. Zudem sind weder ein Lagerverwaltungssystem noch ein Manufacturing Execution System (MES) implementiert. Aufgrund von Personalkapazitäten und strukturellen Gegebenheiten sind interne Transporte und deren Zyklen nicht veränderbar. Chargen und Losgrößen sind aufgrund der Produktgrößen und der von den Kunden vorgegebenen Verpackungsspezifikationen als fixiert anzusehen. (Lang et al., 2024)

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung wird ein exemplarischer Prozess analysiert. Der Produktionsprozess in einem bestimmten Werk eines Automobilzulieferers lässt sich wie folgt skizzieren: Der Produktionsprozess umfasst drei Prozessschritte, die täglich mit Halbfertigprodukten beliefert werden. Die zu fertigenden Teile können aus fünf Bereichen individuell an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden. Vor dem ersten Prozessschritt befindet sich ein Lager für Wareneingänge. Die Prozessschritte sind durch Supermärkte miteinander verbunden, welche der Kanban-Steuerung unterliegen. Die Steuerung der Kanban-Nachrichten erfolgt über ein physisches Board, wobei die aktuelle Kanban-Planung in einem Turnus von drei Monaten aktualisiert wird. (Lang et al., 2024)

Dazu werden die Kanban-Tafeln aus Verbrauchersicht und Quellsicht bereitgestellt (Abbildung 4, Abbildung 5).

Kanbantafel Verbrauchersicht von 10:43 Uhr			
Material	Bezeichnung	RegelkrNummer	
A11	Material AB	251	012 013 016 017 019 006 008 014
B12	Material BC	275	005 006 007
C14	Material CD	296	013 014 018 019 020 021 015 002

Abbildung 4 Verbrauchersicht der Kanbantafel

Kanbantafel Quellsicht von 10:45 Uhr			
Material	Bezeichnung		
d1105	Material LMR		012 016 011 001 005 013 019 004 017 006 014
h1207	Material PTA		002 001
p1409	Material OVE		007 006 005 004 003 002 001
l1705	Material FWX		001 002 003
z1802	Material JNQ		020 001 010 021 014 003 019 013 011 018 015

Abbildung 5 Quellsicht der Kanban-Tafel

Die Berechnung der Kanban-Karten erfolgt auf Basis der Verbrauchsdaten. Die dargestellten Zusammenhänge werden unter Zuhilfenahme standardisierter Wertstromsymbole veranschaulicht. Zusätzlich wurden Kaizen-Markierungen integriert, um potenzielle Optimierungspotenziale zu illustrieren, die dem Automobilzulieferer bereits bekannt sind (Abbildung 6) (Lang et al., 2024).

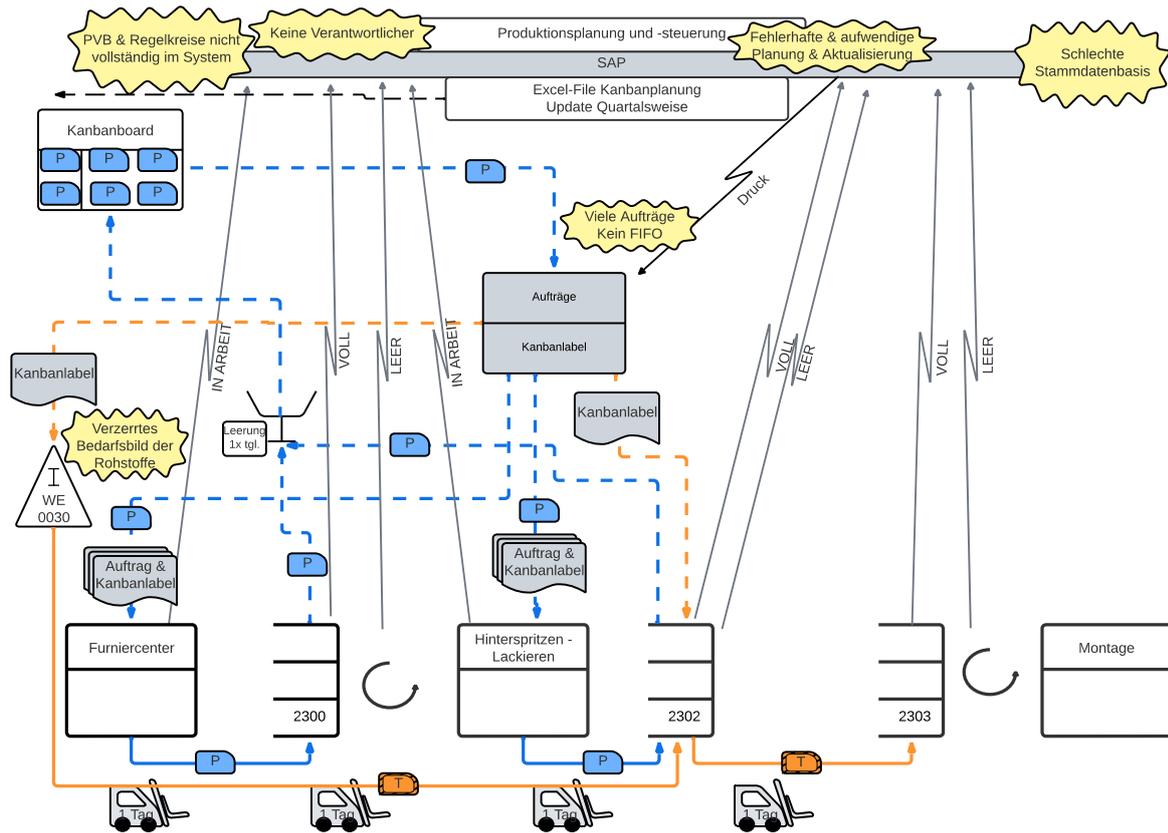


Abbildung 6 Wertstrom des digitalen Kanban-Systems im Ist-Zustand (Lang et al., 2024)

Dabei zeigen sich Parallelen zu den in Tabelle 3 aufgeführten Schwachstellen.

6 Ergebnisse

Zur Festlegung der Kanban-Karten wird die automatische Kanban-Berechnung durchgeführt, die von SAP standardmäßig bereitgestellt wird. Die angewendete Formel wurde ausgewählt, da sie feste Losgrößen berücksichtigt (Formel 1, Tabelle 4).

Formel 1 In SAP vordefinierte Formel zur Berechnung der Anzahl der Kanban-Behälter (Formeln zur Kanbanberechnung / SAP Help Portal, 2025a)

$$AK = \frac{RT * AC}{CONT} * SF * SB + C$$

Tabelle 4 Parameter der Kanban-Behälter Rechnung (Formeln zur Kanbanberechnung | SAP Help Portal, 2025a)

Parameter der Berechnung der Kanban-Behälter	Abkürzung
Anzahl der Kanban-Behälter	AK
Menge pro Kanban-Behälter	CONT
Wiederbeschaffungszeit für Kanban-Behälter	RT
Durchschnittlicher Verbrauch pro Zeiteinheit	AC
Sicherheitsfaktor	SF
Quellenpuffer	SB
Konstante zur Abbildung des Abrufimpulses	C

Diese Berechnung wird für Produktions- sowie Transport-Kanbans durchgeführt. Hierzu sind spezifische Berechnungsprofile erforderlich, die zuvor im SAP-System angelegt werden (Abbildung 7).

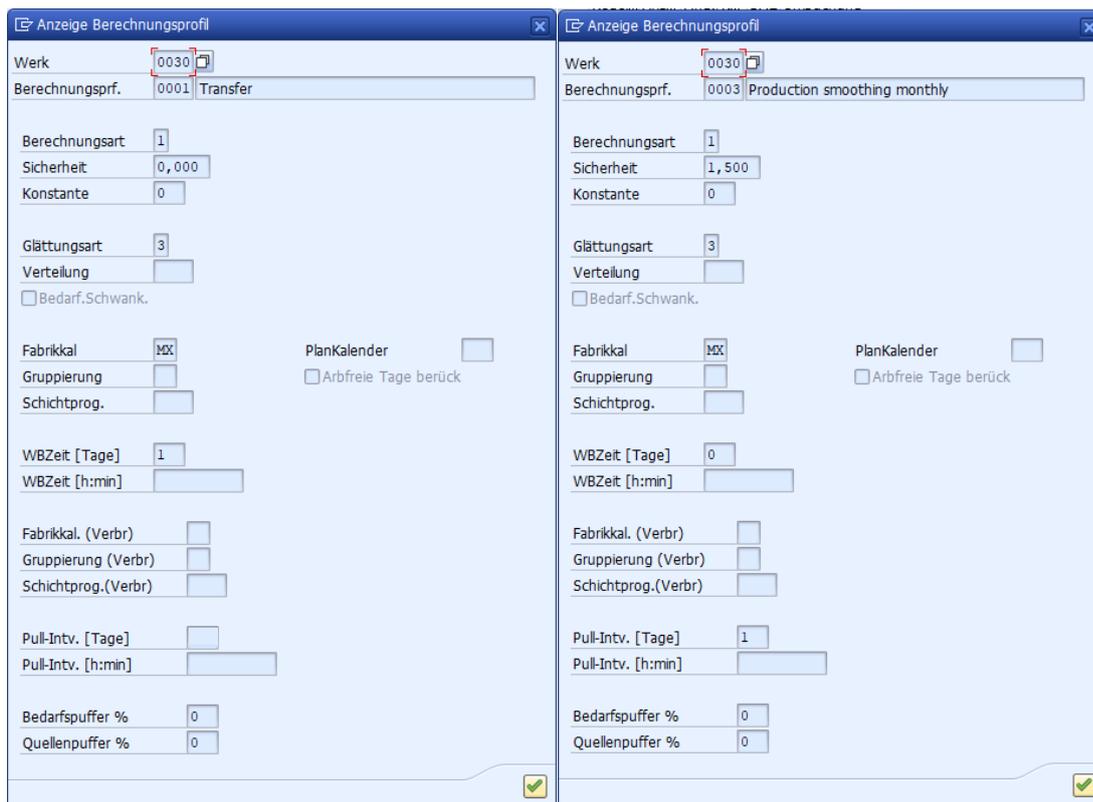


Abbildung 7 Berechnungsprofile für den Transport-Kanban und den Produktions-Kanban (SAP)

Dabei sind Parameter wie Sicherheit, Glättungsart, Wiederbeschaffungszeit und Pull-Intervall entscheidend. Ein allgemeiner Sicherheitsbestand wird nicht geführt, stattdessen erfolgt eine individuelle Anpassung je Regelkreis. Bedarfsschwankungen

werden durch einen Sicherheitsfaktor von zunächst 1,5 %, später reduziert auf 1 %, abgefangen, was einem hohen Servicegrad von 93 % entspricht.

Zur Glättung der Bedarfe stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, wobei für die ersten sechs Monate eine monatliche Glättung gewählt wurde, um veraltete Aufträge besser abzuarbeiten und das System feinjustieren zu können. Eine Rückkehr zur quartalsweisen Aktualisierung bleibt möglich.

Die Wiederbeschaffungszeit, ein zentraler Faktor zur Berechnung der Kanban-Anzahl, wird direkt aus dem Materialstamm übernommen. Dadurch wird der Pflegeaufwand reduziert und die Datenaktualität gesichert.

Das Pull-Intervall, welches die Materialübergaben zwischen Quelle und Verbraucher definiert, ist als zusätzlicher Puffer in die Berechnung integriert. Für die Fertigung in Ausland sowie das Pull-Intervall wurde jeweils ein Tag veranschlagt, um eine präzise Bedarfssteuerung sicherzustellen.

Sollen individuelle Parameter beispielsweise weitere Quellenpuffer benötigt werden, können die Parameter im Berechnungsprofil durch Eingabe im jeweiligen Regelkreis überschrieben werden

6.1 Graphische Ergebnisse

Auf Basis der identifizierten Schwachstellen und Rahmenbedingungen erfolgt eine Ableitung eines Zielkonzepts zur Optimierung des digitalen Kanban-Systems. Das Ergebnis des Konzeptes ist ein optimierter Wertstrom. Da alle Ineffizienzen aus dem System und dessen Anwendung resultieren, liegt der Fokus der Verbesserungspotenziale hauptsächlich auf der digitalen Ebene.

Da alle Verschwendung aus dem System und seiner Anwendung stammt, findet das folgende Verbesserungspotenzial des Soll-Konzepts hauptsächlich auf der digitalen Ebene statt. Die automatische Kanban-Kalkulation dient dabei als Vergleichslösung. Die Verwendung der SAP-Standardanwendung ist vorteilhaft, da sie die Schwächen der bisherigen zweiteiligen Planung beseitigt. Ein signifikanter Vorteil liegt in der automatischen Nachdimensionierung und Aktualisierung der Regelkreise, wodurch

manuelle Prozesse überflüssig werden. Die in der ERP-Software integrierte Grafikfunktion ermöglicht eine einfache Auswertung. Sie ermöglicht zum einen die Visualisierung der Glättung gegenüber dem Regelbedarf und zum anderen die visuelle Darstellung der Zusammensetzung der Kanban-Kalkulation. Abbildung 8 veranschaulicht die monatliche Glättung für einen Zeitraum von knapp vier Wochen im März 2023 sowie die entsprechenden Berechnungsparameter. Es ist darauf hinzuweisen, dass alle Sonntage sowie ein zusätzlicher Montag als arbeitsfrei definiert waren (Abbildung 8).

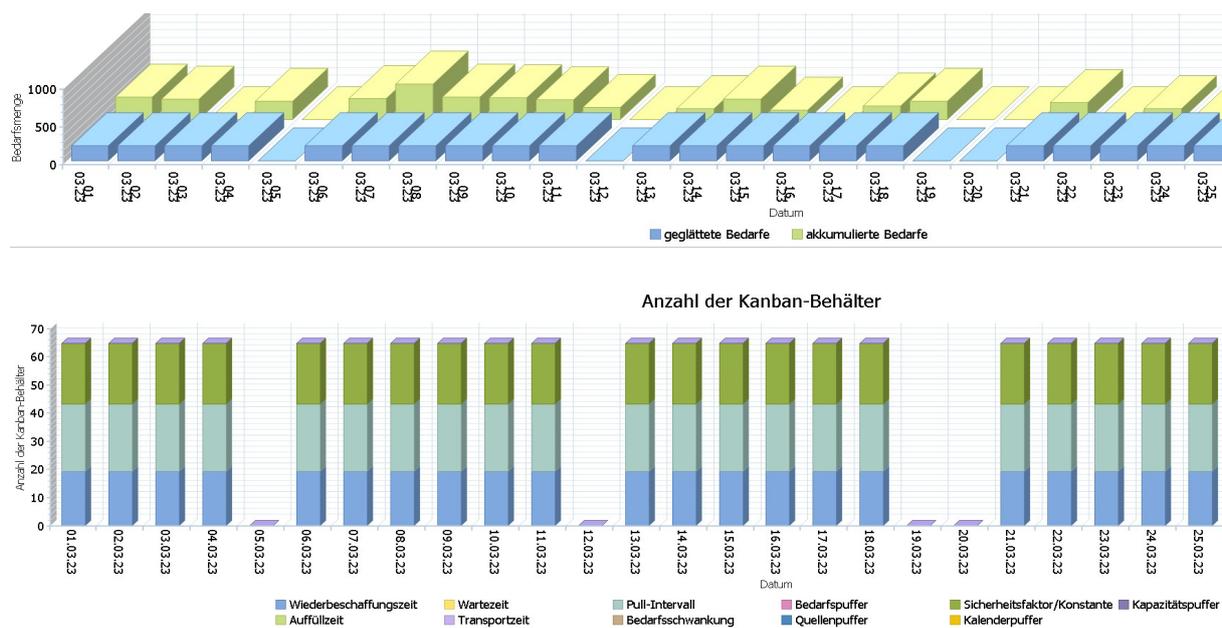


Abbildung 8 Darstellung der automatisierten Kanban-Berechnung (Lang et al., 2024)

Aus der Kanban-Berechnung ergeben sich zwei Szenarien. Errechnet das System einen höheren Bedarf und damit eine höhere Kanban-Anzahl, erhöht SAP bei der Übernahme des Ergebnisses die Anzahl im Regelkreis und fügt die benötigten Karten ein. Die neuen Karten werden fortlaufend nummeriert und stehen mit dem Status „WARTET“ auf der Kanban-Tafel. Errechnet das System einen geringeren Bedarf und empfiehlt daher, die Anzahl der Kanban-Karten im Regelkreis zu reduzieren, so reduziert SAP bei der Übernahme des Ergebnisses die Anzahl im Regelkreis und sperrt die überflüssigen Karten. Dabei werden die zuletzt hinzugefügten Kanban-Karten gesperrt. Wird ein gesperrter Kanban manuell korrigiert und hat danach den Status aktiv, wird ein anderer Kanban dafür gesperrt, um die festgelegte Kanban-Anzahl im Regelkreis konstant zu halten.

6.2 Praktische Ergebnisse und Verbesserungen:

Die automatisierten Kanban-Berechnung ermittelt eine Reduzierung der Anzahl Kanban-Karten um bis zu 50 %. Wird der Abrufimpuls bei Berechnung der Kanban-Karten berücksichtigt, führt dies zu Ergebnisunterschieden von einigen, wenigen Tagesbedarfen. Die Abweichung zwischen beiden Berechnungen resultiert primär aus veralteten Fertigungs- und Planaufträgen im System. Die Umsetzung der Ergebnisse erfolgt sukzessive, um eventuelle Schwachstellen oder Versorgungsengpässe frühzeitig zu identifizieren, Bedarfsdaten zu glätten und den Fertigungsablauf nicht zu gefährden.

Die Systembereinigung verbessert alle Werkbereiche und ermöglicht eine monatliche statt quartalsweiser Bewertung des Zielkonzepts. Der geringere Zeitaufwand im Vergleich zur parallelen Nutzung von Excel und SAP steigert die Effizienz. Zudem reduziert die automatische Berechnung Fehler bei der manuellen Neudimensionierung der Regelkreise. Durch die intensivere anfängliche Einbindung und häufigere Wiederholung gewinnt die zuständige, verantwortliche Person ein besseres Systemverständnis. (Lang et al., 2024)

Die Implementierung der automatischen Kanban-Berechnung führt auf praktischer Ebene zu einer langfristigen Entlastung der Planungslogistik im Beispielwerk. Die Verwendung digitaler Kanban-Boards sowie die korrekte Priorisierung resultiert in kürzeren Prozessen und einer Reduktion manueller Handhabung im entwickelten Zielwertstrom (Abbildung 9).

entspricht, da einige Kanbans üblicherweise leer sind und auf Nachschub warten (Dickmann, 2015).

Zur Ermöglichung eines Vergleichs wurde eine entsprechende Simulation durchgeführt. Für den monetären Vergleich wurden die fünf Bereiche, die im jeweiligen Beispielprozess produziert werden, herangezogen. Die Regelkreise sind prozentual auf diese Bereiche verteilt (Tabelle 5). Der Vergleich der Menge (bzw. der Kosten) der Kanbans vor der Optimierung mit 100 % ergibt einen Wert von etwa 43,2 % nach der Implementierung des digitalen und automatisierten Kanban. (Lang et al., 2024)

Die Anwendung der automatischen Berechnung stellt somit eine Möglichkeit dar, die Kapitalbindungskosten zu reduzieren. Dies schlägt sich auch monetär durch Einsparungen nieder.

Tabelle 5 Zusammenfassung der potenziellen Optimierungsbereiche (Lang et al., 2024)

Produktion Versorgungsbereich	Regelkreise	Kanban Menge vorher	Neue Menge
Bereich 1	33%	100%	54,7%
Bereich 2	7%	100%	79,0%
Bereich 3	23%	100%	28,0%
Bereich 4	17%	100%	28,7%
Bereich 5	20%	100%	37,0%
Gesamt	100% insgesamt	100%	43,2% im Durchschnitt

7 Resümee

Im Zuge dieser Untersuchung wurde die Produktionssteuerung eines Automobilzulieferers analysiert, optimiert und durch eine digitale Lösung weiterentwickelt. Die gewonnenen Erkenntnisse zeigen sowohl die Potenziale als auch die Herausforderungen der Implementierung auf und verdeutlichen dessen wirtschaftlichen und prozessualen Nutzen.

7.1 Fazit

Die aktuellen Herausforderungen der Automobilzulieferindustrie spiegeln die Entwicklung von VUCA zu BANI und schließlich zu VUCADD wider. Die Produktionsumgebung ist zunehmend fragil (brittle), da Lieferketten durch geopolitische Krisen und Rohstoffengpässe instabil geworden sind. Gleichzeitig herrscht eine starke Unsicherheit (anxious) über Marktentwicklungen, da Nachfragezyklen volatiler werden und Unternehmen kurzfristig auf Schwankungen reagieren müssen. Die Prozesse verlaufen nicht-linear. Herkömmliche Prognosemodelle stoßen oft an ihre Grenzen. Die große Datenkomplexität erschwert die Verständlichkeit vieler Zusammenhänge. In dieser Umgebung sind klassische, manuell verwaltete Kanban-Systeme unzureichend, da sie starre Parameter nutzen und nur begrenzte Anpassungsmöglichkeiten bieten.

Ein digitales Kanban-System hingegen ermöglicht durch automatisierte Berechnungen, ERP-Integration und Echtzeit-Datenanalyse eine flexible Steuerung, die Unternehmen widerstandsfähiger und anpassungsfähiger macht. Diese Transformation ist essenziell, um den Prinzipien des VUCA-Modells gerecht zu werden. Die zunehmende Volatilität der Märkte erfordert eine agile Produktionsplanung, die sich durch automatisierte Materialnachschubprozesse an unsichere Nachfragebedingungen anpasst. Unsicherheit lässt sich durch präzisere Bedarfsprognosen und datengetriebene Entscheidungen reduzieren. Die Komplexität moderner Produktionsnetzwerke kann durch digitale Kanban-Boards und eine dynamische Berechnung von Regelkreisen transparenter und steuerbarer gemacht werden. Schließlich trägt eine intelligente Digitalisierung zur Reduktion von Mehrdeutigkeiten (Ambiguitäten) bei, indem sie eine klare Datenbasis für die Steuerung von Produktionsprozessen schafft. In der Automobilbranche, wo geringe Bestände und Just-in-Time-Konzepte dominieren, ermöglicht ein digitales Kanban-System eine effizientere und flexiblere Wertschöpfungskette.

Die Weiterentwicklung zu VUCADD betont zudem die Relevanz von Dynamik und Diversität. Moderne Produktionsprozesse erfordern flexible Steuerungsmechanismen, die sowohl auf kurzfristige Veränderungen als auch auf eine steigende Variantenvielfalt reagieren können. Klassische Kanban-Systeme wurden ursprünglich für standardisierte Prozesse mit stabilen Produktlinien entwickelt, während heutige Produktionslinien in

der Automobilzulieferindustrie eine breite Produktvielfalt mit individuellen Kundenanforderungen abdecken müssen. Ein digitales Kanban-System integriert moderne Technologien wie IoT-Sensoren, KI-gestützte Bedarfsanalysen und automatisierte Materialnachschiebesysteme, um auf diese zunehmende Diversität zu reagieren und die Grundlage für eine effiziente und nachhaltige Produktionssteuerung zu schaffen, die sich an sich wandelnde Marktbedingungen anpassen kann. Die Integration eines automatisierten Kanban-Berechnungsmodells ermöglicht eine Reduzierung von Materialkosten, eine schnellere Reaktion auf Produktionsschwankungen und eine genauere Bedarfsplanung. Die Nutzung digitaler Kanban-Boards und Echtzeit-Überwachung trägt zur Erhöhung der Transparenz entlang der gesamten Lieferkette bei. Zudem werden durch die Einführung eines automatisierten Kanban-Systems Fehlerquellen reduziert und der Planungsaufwand verringert, was eine direkte Verbesserung der operativen Effizienz und strategischen Resilienz bedeutet. Die angestrebte Umstellung auf ein vollständig digitales Kanban-System ist daher eine notwendige Weiterentwicklung, um den Herausforderungen einer zunehmend komplexen, dynamischen und diversifizierten Produktionsumgebung zu begegnen.

7.2 Zusammenfassung

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein digitales Kanban-System für einen Automobilzulieferer entwickelt. Hierzu wurden die Material- und Informationsflüsse erfasst sowie eine Datenanalyse der Kennzahlen des Kanban-Systems durchgeführt.

Durch die Anwendung der Wertstromanalyse konnten Schwachstellen identifiziert und Anforderungen für eine optimierte Steuerung abgeleitet werden. Der Schwerpunkt lag auf der Automatisierung der Kanban-Berechnung, um Planungsprozesse zu entlasten, Bestände zu reduzieren und eine genauere Steuerung zu ermöglichen. Die Umsetzung umfasste die Redimensionierung der Regelkreise, die Parametrisierung der Berechnungsprofile sowie die Integration in das bestehende ERP-System.

Die digitale Kanban-Berechnung erwies sich als effektive Lösung zur Verbesserung der Produktionssteuerung. Eine Simulation zeigte, dass die Anzahl der Kanban-Karten um bis zu 50% reduziert werden konnte, was zu einer deutlichen Senkung der

Kapitalbindungskosten führte. Darüber hinaus führt die automatische Berechnung zu einer präziseren Materialversorgung und reduziert manuelle Planungsfehler. Die Überlegenheit der digitalen Lösung konnte sowohl in praktischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht nachgewiesen werden.

Der Vergleich mit den Prinzipien des Lean Management bestätigt die Vorteile des digitalen Kanban-Systems. Die Integration in bestehende IT-Strukturen ermöglicht eine kontinuierliche Optimierung und verbessert die Transparenz entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Durch den Wegfall manueller Kanban-Karten werden Prozesse effizienter gestaltet und Fehlerquellen minimiert. Die Implementierung fördert eine flexiblere und agilere Produktionssteuerung. Die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens wird nachhaltig gestärkt.

Zusammenfassend zeigt das Projekt, dass die Digitalisierung von Kanban-Prozessen nicht nur Effizienzgewinne, sondern auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt. Die Erkenntnisse bieten einen praxisnahen Ansatz für Automobilzulieferer, die ihre Produktionssteuerung modernisieren und ihre Ressourcen nachhaltiger einsetzen wollen. Eine optimierte Kanban-Steuerung bildet die Grundlage für eine zukunftsfähige, datengetriebene Produktion und trägt zur kontinuierlichen Verbesserung im Sinne des Lean Management-Prinzips bei.

Literaturverzeichnis

Abeysekera, N. (2023). *Institutional and Action Research for VUCA and BANI world*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34878.66888>

Bauer, J. (2017). *Produktionscontrolling und -management mit SAP® ERP*. Wiesbaden:
Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-18366-0>

Cascio, J. (2020). *Facing the age of chaos*, Institute for the Future. Verfügbar unter:
<https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-boo687b1f51d>

Dickmann, P. (2015). *Schlanker Materialfluss*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin
Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44869-4>

Erlach, K. (2020). *Wertstromdesign*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58907-6>

Formeln zur Kanbanberechnung / SAP Help Portal. (2025, 12. Februara). Verfügbar unter:
[https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-
PREMISE/49d0972a760b4646918ce9fddb034d64/e75fbd534f22b44ce10000000a174c
b4.html?locale=de-DE](https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-PREMISE/49d0972a760b4646918ce9fddb034d64/e75fbd534f22b44ce10000000a174cb4.html?locale=de-DE)

Geiger, G., Hering, E. & Kummer, R. (2020). *Kanban*. München: Carl Hanser Verlag GmbH
& Co. KG. <https://doi.org/10.3139/9783446464407>

Helmold, M. (2023). *Wettbewerbsvorteile entlang der Supply Chain sichern*. Wiesbaden:
Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-40609-7>

Kaiser, D. (2023). *Generationsdivers führen*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
<https://doi.org/10.34156/978-3-7910-5915-0>

Kanban / SAP Help Portal. (2025, 12. Februarb). Verfügbar unter:
[https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_CLOUD/2bba750d1e124e1ea2a039bb1cd9b6
c5/7d5fbd534f22b44ce10000000a174cb4.html?locale=de-DE&version=2502.500](https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_CLOUD/2bba750d1e124e1ea2a039bb1cd9b6c5/7d5fbd534f22b44ce10000000a174cb4.html?locale=de-DE&version=2502.500)

Klevers, T. (2009). *Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design. Verschwendung
erkennen □ Wertschöpfung steigern* (1. Auflage). München: mi-Wirtschaftsbuch.
Verfügbar unter: https://www.wiso-net.de/document/MIWI__9783868800609204

Klug, F. (2018). *Logistikmanagement in der Automobilindustrie*. Berlin, Heidelberg:
Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-55873-7>

- Kreutz, M., Ait Alla, A., Lütjen, M. & Freitag, M. (2021). *Energieeffizientes eKanban-System mit autonomen Sensormodulen zur Füllstandsmessung und Reinforcement Learning zur Messintervallanpassung*.
https://doi.org/10.2195/LJ_PROC_KREUTZ_DE_202112_01
- Lang, J., Dörner, A. & Abels-Schlosser, S. (2024). Digital Kanban for Agile Production Planning and Scheduling in Automotive Supplier Industry. In.
<https://doi.org/10.46254/AN14.20240025>
- Lödding, H. (2016). *Verfahren der Fertigungssteuerung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48459-3>
- Ohno, T. (2013). *Das Toyota-Produktionssystem* (3. erweitert und aktualisiert Auflage, erw. Ausg). Frankfurt am Main: Campus Verlag. Verfügbar unter:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=831372>
- Schulte, G. (2001). *Material- und Logistikmanagement*. R. Oldenbourg Verlag.
<https://doi.org/10.1524/9783486700817>
- Wannenwetsch, H. (2021). *Integrierte Materialwirtschaft, Logistik, Beschaffung und Produktion*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61095-4>
- Werner, H. (2020). *Supply Chain Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32429-2>
- Zornek, W. (2024). *Strategisches Management Reloaded*. München: Haufe.
<https://doi.org/10.34157/978-3-648-17700-6>

Bisher erschienene Weidener Diskussionspapiere

- 1 „Warum gehen die Leute in die Fußballstadien? Eine empirische Analyse der Fußball-Bundesliga“
von Horst Rottmann und Franz Seitz
- 2 „Explaining the US Bond Yield Conundrum“
von Harm Bandholz, Jörg Clostermann und Franz Seitz
- 3 „Employment Effects of Innovation at the Firm Level“
von Horst Rottmann und Stefan Lachenmaier
- 4 „Financial Benefits of Business Process Management“
von Helmut Pirzer, Christian Forstner, Wolfgang Kotschenreuther und Wolfgang Renninger
- 5 „Die Performance Deutscher Aktienfonds“
von Horst Rottmann und Thomas Franz
- 6 „Bilanzzweck der öffentlichen Verwaltung im Kontext zu HGB, ISAS und IPSAS“
von Bärbel Stein
- 7 Fallstudie: „Pathologie der Organisation“ – Fehlentwicklungen in Organisationen, ihre Bedeutung und Ansätze zur Vermeidung
von Helmut Klein
- 8 „Kürzung der Vorsorgeaufwendungen nach dem Jahressteuergesetz 2008 bei betrieblicher Altersversorgung für den GGF.“
von Thomas Dommermuth
- 9 „Zur Entwicklung von E-Learning an bayerischen Fachhochschulen-
Auf dem Weg zum nachhaltigen Einsatz?“
von Heribert Popp und Wolfgang Renninger
- 10 „Wie viele ausländische Euro-Münzen fließen nach Deutschland?“
von Dietrich Stoyan und Franz Seitz
- 11 Modell zur Losgrößenoptimierung am Beispiel der Blechteilindustrie für
Automobilzulieferer
von Bärbel Stein und Christian Voith
- 12 Performancemessung
Theoretische Maße und empirische Umsetzung mit VBA
von Franz Seitz und Benjamin R. Auer
- 13 Sovereign Wealth Funds – Size, Economic Effects and Policy Reactions
von Thomas Jost

- 14 The Polish Investor Compensation System Versus EU – 15 Systems and Model Solutions
von Bogna Janik
- 15 Controlling in virtuellen Unternehmen -eine Studie-
Teil 1: State of the art
von Bärbel Stein, Alexander Herzner, Matthias Riedl
- 16 Modell zur Ermittlung des Erhaltungsaufwandes von Kunst- und Kulturgütern in
kommunalen Bilanzen
von Bärbel Held
- 17 Arbeitsmarktinstitutionen und die langfristige Entwicklung der Arbeitslosigkeit –
Empirische Ergebnisse für 19 OECD-Länder
von Horst Rottmann und Gebhard Flaig
- 18 Controlling in virtuellen Unternehmen -eine Studie-
Teil 2: Auswertung
von Bärbel Held, Alexander Herzner, Matthias Riedl
- 19 DIAKONIE und DRG's –antagonistisch oder vereinbar?
von Bärbel Held und Claus-Peter Held
- 20 Traditionelle Budgetierung versus Beyond Budgeting-
Darstellung und Wertung anhand eines Praxisbeispiels
von Bärbel Held
- 21 Ein Factor Augmented Stepwise Probit Prognosemodell
für den ifo-Geschäftserwartungsindex
von Jörg Clostermann, Alexander Koch, Andreas Rees und Franz Seitz
- 22 Bewertungsmodell der musealen Kunstgegenstände von Kommunen
von Bärbel Held
- 23 An Empirical Study on Paths of Creating Harmonious Corporate Culture
von Lianke Song und Bernt Mayer
- 24 A Micro Data Approach to the Identification of Credit Crunches
von Timo Wollmershäuser und Horst Rottmann
- 25 Strategies and possible directions to improve Technology
Scouting in China
von Wolfgang Renninger und Mirjam Riesemann
- 26 Wohn-Riester-Konstruktion, Effizienz und Reformbedarf
von Thomas Dommermuth
- 27 Sorting on the Labour Market: A Literature Overview and Theoretical Framework
von Stephan O. Hornig, Horst Rottmann und Rüdiger Wapler
- 28 Der Beitrag der Kirche zur Demokratisierungsgestaltung der Wirtschaft
von Bärbel Held

- 29 Lebenslanges Lernen auf Basis Neurowissenschaftlicher Erkenntnisse
-Schlussfolgerungen für Didaktik und Personalentwicklung-
von Sarah Brückner und Bernt Mayer
- 30 Currency Movements Within and Outside a Currency Union: The case of Germany
and the euro area
von Franz Seitz, Gerhard Rösl und Nikolaus Bartsch
- 31 Labour Market Institutions and Unemployment. An International Comparison
von Horst Rottmann und Gebhard Flaig
- 32 The Rule of the IMF in the European Debt Crisis
von Franz Seitz und Thomas Jost
- 33 Die Rolle monetärer Variablen für die Geldpolitik vor, während und nach der Krise:
Nicht nur für die EWU geltende Überlegungen
von Franz Seitz
- 34 Managementansätze sozialer, ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit:
State of the Art
von Alexander Herzner
- 35 Is there a Friday the 13th effect in emerging Asian stock markets?
von Benjamin R. Auer und Horst Rottmann
- 36 Fiscal Policy During Business Cycles in Developing Countries: The Case of Africa
von Willi Leibfritz und Horst Rottmann
- 37 MONEY IN MODERN MACRO MODELS: A review of the arguments
von Markus A. Schmidt und Franz Seitz
- 38 Wie erzielen Unternehmen herausragende Serviceleistungen mit höheren Gewinnen?
von Johann Strassl und Günter Schicker
- 39 Let's Blame Germany for its Current Account Surplus!?
von Thomas Jost
- 40 Geldpolitik und Behavioural Finance
von Franz Seitz
- 41 Rechtliche Überlegungen zu den Euro-Rettungsschirmprogrammen und den
jüngsten geldpolitischen Maßnahmen der EZB
von Ralph Hirdina
- 42 DO UNEMPLOYMENT BENEFITS AND EMPLOYMENT PROTECTION INFLUENCE
SUICIDE MORTALITY? AN INTERNATIONAL PANEL DATA ANALYSIS
von Horst Rottmann

- 43 Die neuen europäischen Regeln zur Sanierung und Abwicklung von Kreditinstituten: Ordnungspolitisch und rechtlich angreifbar?
von Ralph Hirdina
- 44 Vermögensumverteilung in der Eurozone durch die EZB ohne rechtliche Legitimation?
von Ralph Hirdina
- 45 Die Haftung des Steuerzahlers für etwaige Verluste der EZB auf dem rechtlichen Prüfstand
von Ralph Hirdina
- 46 Die Frage nach dem Verhältnis von Nachhaltigkeit und Ökonomie
von Alexander Herzner
- 47 Giving ideas a chance - systematic development of services in manufacturing industry
von Johann Strassl, Günter Schicker und Christian Grasser
- 48 Risikoorientierte Kundenbewertung: Eine Fallstudie
von Thorsten Hock
- 49 Rechtliche Überlegungen zur Position der Sparer und institutionellen Anleger mit Blick auf die Niedrigzins- bzw. Negativzinspolitik der Europäischen Zentralbank
von Ralph Hirdina
- 50 Determinanten des Studienerfolgs: Eine empirische Untersuchung für die Studiengänge Maschinenbau, Medienproduktion und -technik sowie Umwelttechnik
von Bernd Rager und Horst Rottmann
- 51 Cash Holdings in Germany and the Demand for "German" Banknotes: What role for cashless payments
von Nikolaus Bartsch und Franz Seitz
- 52 Europäische Union und Euro – Wie geht es weiter? – Rechtliche Überlegungen
von Ralph Hirdina
- 53 A Call for Action – Warum sich das professionelle Management des Service Portfolios in der Industrie auszahlt
von Günter Schicker und Johann Strassl
- 54 Der Studienerfolg an der OTH Amberg-Weiden – Eine empirische Analyse der Studiengänge Maschinenbau, Medienproduktion und Medientechnik sowie Umwelttechnik
von Bernd Rager und Horst Rottmann
- 55 Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere – Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe der Deutschen Bank
von Maurice Hofmann und Horst Rottmann
- 56 Studie: Die Generation Y und deren organisatorische Implikationen
von Helmut Klein

- 57 Die gesetzliche Einschränkung von Bargeldzahlungen und die Abschaffung von Bargeld auf dem rechtlichen Prüfstand
von Ralph Hirdina
- 58 Besser ohne Bargeld? Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsverluste der Bargeldabschaffung
von Gerhard Rösl, Franz Seitz, Karl-Heinz Tödter
- 59 Nowcasting des deutschen BIP
von Jens Doll, Beatrice Rosenthal, Jonas Volkenand, Sandra Hamella
- 60 Herausforderungen und Erfolgsfaktoren bei der Einführung Cloud-basierter Unternehmenssoftware – Erfahrungen aus der Praxis
von Thomas Dobat, Stefanie Hertel, Wolfgang Renninger
- 61 Global Recessions and Booms: What do Probit models tell us?
von Ursel Baumann, Ramón Gómez Salvador, Franz Seitz
- 62 Feste Zinsbindung versus kurzfristig variable Zinskonditionen in Deutschland
von Jörg Clostermann und Franz Seitz
- 63 Deferred-Compensation-Modelle: Ersatz für eine konventionelle betriebliche Altersversorgung nach dem Betriebsrentengesetz?
von Thomas Dommermuth und Thomas Schiller
- 64 Have capital market anomalies worldwide attenuated in the recent era of high liquidity and trading activity?
von Benjamin R. Auer und Horst Rottmann
- 65 Vorschläge des französischen Staatspräsidenten Emmanuel Macron zur Reform der Europäischen Union
von Ralph Hirdina
- 66 Von der Troika zu einem Europäischen Währungsfonds – Welche Aufgaben und Grenzen sollte ein Europäischer Währungsfonds nach den Erfahrungen mit der Troika haben?
von Thomas Jost
- 67 Does Microfinance have an impact on borrower's consumption patterns and women's empowerment?
von Charlotte H. Feldhoff, Yi Liu und Patricia R. Feldhoff
- 68 Uncertainty in the Black-Litterman Model - A Practical Note
von Adrian Fuhrer und Thorsten Hock
- 69 Produktportfolio-Management im Zeitalter der Digitalisierung
von Günter Schicker und Johann Strassl
- 70 Evaluation eines Inverted Classroom Konzepts in der makroökonomischen Lehre
von Horst Rottmann und Christoph Voit
- 71 Immobilienkredite in Deutschland und der Schweiz: Die Rolle von Zinsen und Zinsbindung
von Jörg Clostermann und Franz Seitz

- 72 Intelligente Verpackungen
von Stephanie Abels-Schlosser
- 73 Digitale Strategien entwickeln – von der Idee zur Roadmap
von Johann Strassl und Günter Schicker
- 74 Derivate im Zinsmanagement: Eine Analyse der Hedging-Qualität von Bund Future
Kontrakten und deren Einsatzmöglichkeiten in Theorie und Praxis
von Christoph Wontke und Franz Seitz
- 75 Steigerung der Kundenzufriedenheit durch Gestaltung von Artikeldetailseiten
am Beispiel von WITT WEIDEN
von Laura Graser und Marco Nirschl
- 76 Werkvertragsarbeitnehmerinnen und -arbeitnehmer in der Fleischindustrie
von André Schulte und Ágnes Wörster
- 77 How to avoid fracture of the locking screw in modular revision arthroplasty of the hip using
the MRP Titan Revision System
von Theresa Semmelmann, Alexander Schuh, Horst Rottmann, Reinhard Schröder,
Christopher Fleischmann
- 78 SARS-Cov-2 und Bargeld: Wie ein Virus die weltweite Bargeldnachfrage fördert
von Gerhard Rösl und Franz Seitz
- 79 Monte-Carlo-Evaluation von Instrumentenvariablenschätzern
von Benjamin R. Auer und Horst Rottmann
- 80 Euro area house price fluctuations and unconventional monetary policy surprises
von Oliver Hülsewig und Horst Rottmann
- 81 Euro Area Periphery Countries' Fiscal Policy and Monetary Policy Surprises
von Oliver Hülsewig und Horst Rottmann
- 82 Überschätzen sich jüngere Personen mehr als ältere? Der Dunning-Kruger-Effekt im
Altersvergleich
von V. Benesch, M. Godde, B. Hammami, U. Laufkötter, M. Seidel und B. Mayer
- 83 Cash demand in times of crises
von Gerhard Rösl und Franz Seitz
- 84 The relevance of banks to the European stock market
von Andreas Kick und Horst Rottmann
- 85 CBDC and Cash in the Euro Area: Crowding out or co-circulation?
von Gerhard Rösl und Franz Seitz
- 86 Nutztierwirtschaft zwischen Tierwohl, Unternehmensstrategie und Verbraucherinteresse –
Spannungsfeld oder Zukunftschance im Agrarsektor?
von André Schulte und Ágnes Wörster

- 87 Zentralbankverluste und „ungerechte (?)“ Bankengewinne infolge der Wertpapieraufkaufprogramme und der Verzinsung der Überschussreserven von Thomas Jost
- 88 On the protective effects of European sustainable stocks during the Russian invasion of Ukraine von Andreas Kick und Horst Rottmann
- 89 Agrarökonomische Diskurse im Kontext demokratischer Legitimation, politischer Notwendigkeit und bürgerlicher Partizipation: Über Einkommensverhältnisse und ausgewählte Herausforderungen in der Landwirtschaft von André Schulte und Ágnes Wörster
- 90 Inflation-induced Liquidity Constraints in Real Estate Financing von Andrea Gubitz, Karl-Heinz Toedter und Gerhard Ziebarth
- 91 Monetary and Macroprudential Policies with Direct and Indirect Financing: Implications for Macroeconomic Stability von Jan Bruch, Franz Seitz und Uwe Vollmer
- 92 Cash is more than a Public Good von Héctor Labat, Franz Seitz und Guillaume Lepecq
- 93 Resilience and the Cash Infrastructure: The Role of Access, Acceptance, Availability, and Affordability von Gerhard Rösl und Franz Seitz
- 94 Wie relevant sind die makroökonomischen Standardlehrbuchmodelle: Ein Plädoyer für eine Erweiterung der traditionellen klassischen und keynesianischen Basismodelle von Jörg Flemmig und Franz Seitz
- 95 Preisstabilität in Deutschland in Zeiten von D-Mark und Euro von Thomas Jost
- 96 Nachhaltige Optimierung der Produktionsplanung in der Automobilzulieferkette durch digitalen Kanban von Johanna Lang, Andreas Dörner, Stephanie Abels-Schlosser

Die Weidener Diskussionspapiere erscheinen in unregelmäßigen Abständen und sollen Erkenntnisse aus Forschung und Wissenschaft an der Hochschule in Weiden insbesondere zu volks- und betriebswirtschaftlichen Themen an Wirtschaft und Gesellschaft vermitteln und den fachlichen Dialog fördern.

Herausgeber:

Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Amberg-Weiden

Prof. Dr. Horst Rottmann und Prof. Dr. Franz Seitz

Weiden Business School

Presserechtliche Verantwortung:

Sonja Wiesel, Hochschulkommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Telefon +49 (9621) 482-3135

Fax +49 (9621) 482-4135

s.wiesel@oth-aw.de

Bestellungen schriftlich erbeten an:

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Abt. Weiden, Bibliothek

Hetzenrichter Weg 15,

D – 92637 Weiden i.d.Opf.

Die Diskussionsbeiträge können elektronisch abgerufen werden unter

www.oth-aw.de/weidener_diskussionspapiere/

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung vorbehalten.
Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet.

ISBN 978-3-98638-010-6

Abteilung Amberg:
Kaiser-Wilhelm-Ring 23, 92224 Amberg
Tel.: (09621) 482-0

Abteilung Weiden:
Hetzenrichter Weg 15, 92637 Weiden
Tel.: (09621) 482-0

E-Mail: info@oth-aw.de
Internet: www.oth-aw.de