

*Simulation in Produktion und Logistik 2023*  
*Bergmann, Feldkamp, Souren und Straßburger (Hrsg.)*  
*Universitätsverlag Ilmenau, Ilmenau 2023*  
*DOI (Tagungsband): 10.22032/dbt.57476*

# **DISPO 4.0 – Simulationsbasierte Optimierung von Bestelllosgrößen**

## ***DISPO 4.0 – Simulation-based Optimization of Purchase Order Lot Sizes***

Alexander Schmid, Alexander Granig, Thomas Sobottka, Martin Riestler, Wilfried Sihl, Fraunhofer Austria Research GmbH & TU Wien, Wien (Austria),  
alexander.schmid@fraunhofer.at, thomas.sobottka@fraunhofer.at,  
martin.riester@fraunhofer.at, wilfried.sihl@fraunhofer.at

**Abstract:** This paper presents the development and evaluation of a digital planning method for the operational purchasing that enables an automated and product-specific optimized material requirements planning. With materials planning today facing a volatile and complex market environment, the trend towards automated processes in procurement is the key to competitiveness. Although simulation-based optimization for one of the key tasks in material requirements planning, purchase order lot size planning, offers great potential, these digital tools are not yet readily available and thus not widely used in the industry. Thus, this paper develops a simulation-based optimization of purchase orders and evaluates the method in two case-studies in the capital good industry, using 15 purchase order lot sizing algorithms. The results point to a significant cost savings potential and provide insights into the comparative benefits of the algorithms.

## **1 Einführung und Motivation**

Dieser Anwendungsbeitrag stellt die Weiterentwicklung eines digitalen Planungswerkzeugs (Schmid et al., 2021) für den operativen Einkauf vor, welches eine automatisierte produktspezifisch optimierte Materialdisposition ermöglicht. Dafür wird eine Optimierung auf Basis einer statischen Simulation als Bewertungsfunktion adaptiert und evaluiert. Bei der Weiterentwicklung fließen rollierende Prognosedaten in das Modell ein, die durch eine von den Autoren entwickelte digitale Planungsmethode (Schmid et al., 2022) generiert werden.

Im operativen Einkauf, bzw. in der Materialdisposition, existieren eine Vielzahl an Bestelllosgrößen-Algorithmen (siehe *Abbildung 1*), deren Anwendung mathematisches Know-how benötigt, welches in den Unternehmen jedoch zumeist fehlt (Lohmann, 2010). Zudem herrscht Intransparenz, welche Bestelllosgrößenverfahren es gibt und welche vielversprechend in der Anwendung

sind (Lohmann, 2010; Kemmner, 2021). Durch fehlendes Know-how in den Unternehmen werden Entscheidungen aus subjektiver Einschätzung getroffen, ohne eine datengestützte Basis bzw. ein Vorgehensmodell. Durch fehlendes Know-how in den Unternehmen werden Entscheidungen intuitiv getroffen, ohne eine datengestützte Basis bzw. ein Vorgehensmodell. Dadurch kommt es zu Intransparenz in der Entscheidungsfindung zur Bestellmengenrechnung in der verbrauchsgesteuerten Materialdisposition (Schmid et al., 2021; Meitinger, 2021). Durch die Anwendung von digitalen Planungstools in der Materialdisposition kann die Planung (teil)automatisiert werden (Kämpf et al., 2022). Zudem besteht großes Nutzungspotential bei der Verringerung von Fehlern, bei der Effizienzsteigerung im Prozess und bei Kosteneinsparungen (Kämpf et al., 2022). Eine Studie sieht das Einsparungspotential bei einem digitalisierten Einkauf bei bis zu 40% (Deutsche Verkehrs-Zeitung (DVZ), 2021).

Die von den Autoren hierfür in vorhergehenden Publikationen entwickelte Planungsmethode für den operativen Einkauf, ermöglicht eine produktspezifisch optimierte Materialdisposition (Schmid et al., 2021). Dafür wurde eine Optimierung auf Basis einer statischen Simulation als Bewertungsfunktion entwickelt. Im vorliegenden Beitrag sind diese Erweiterungen enthalten:

- Methodenanwendung auf Basis von vergangenen Absatzprognosen, statt zum Planungszeitpunkt unbekanntem tatsächlichen Absatzmengen, für ein realitätsnäheres Ergebnis und Ausweis des Optimierungspotentials
- Berücksichtigung von Prognosen und Prognosefehlern auf die Wahl des Bestelllosgrößen-Verfahrens und auf die erzielten Wirkungsvorteile für Unternehmen; zusätzlich erfolgt die Auswertung eines weiteren Use-Cases
- Integration neuer Forschungserkenntnisse und damit Integration neuer weitsichtiger Bestelllosgrößenverfahren in die Methode

Der Rest des Papers ist wie folgt strukturiert: Im Abschnitt 2 wird relevante Literatur betrachtet, in Abschnitt 3 wird die Planungsmethode beleuchtet, in Abschnitt 4 die Fallstudienevaluierung präsentiert und im abschließenden Abschnitt 5 werden die Ergebnisse diskutiert und ein Forschungsausblick gegeben.

## 2 Erkenntnisse aus Literaturanalyse

In einer Literaturanalyse wurden bislang nicht berücksichtigte Bestelllosgrößenverfahren identifiziert und in die Übersicht (*Abbildung 1*) aufgenommen. Die blau markierten Verfahren werden in der hier vorgestellten Planungsmethode berücksichtigt und angewendet. Bei der Erweiterung des digitalen Planungswerkzeugs wurden zwei Bestelllosgrößenverfahren ergänzt, die gleichzeitig dynamisch und weitsichtig agieren können. Bei den Bestelllosgrößenverfahren können unsichere Planzahlen die Überlegenheit der theoretisch optimalen Lösungsverfahren (Bspw. *Wagner-Whitin* (Leinz et al., 1997)) in Frage stellen. Weitsichtige Verfahren versuchen Wechselhaftigkeit in der Bestellrechnung zu reduzieren, indem zukünftiger Bedarf und durchschnittlicher Bedarf über längere Zeiträume antizipiert bzw. mit berücksichtigt wird (Robrade, 1990). Aus diesem Grund wurden die zwei weitsichtig agierenden Verfahren in die Betrachtung und Bewertung in das digitale Planungswerkzeug ergänzend aufgenommen:

- Verfahren von *Leinz-Bossert-Habenicht* (Leinz et al., 1997)

- Algorithmus von *Silver/Miltenburg* (Silver und Miltenburg, 1984)

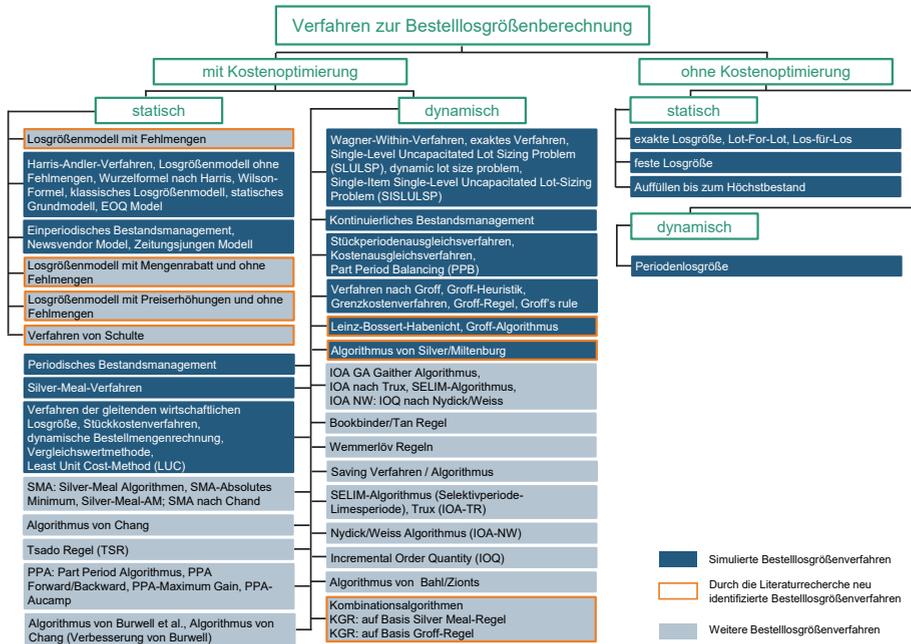


Abbildung 1: Übersicht Verfahren zur Bestelllosgrößenberechnung – eigene Darstellung als Ergebnis der Literaturanalyse (Schmid et al., 2021) ergänzt um: (Lasch, 2021; Schulte, 2001; Robrade, 1990; Leinz et al., 1997)

### 3 Planungsmethode

#### 3.1 Bewertungsfunktion nach Total Landed Cost (TLC)

Zur Bewertung einer kostenoptimalen Bestellrechnung wurde eine TLC-Betrachtung herangezogen. Unter TLC wird die Summe der anfallenden Kosten während der Beschaffungsphase verstanden (Pumpe und Vallée, 2017). Um eine Bewertungsfunktion nach TLC durchführen zu können, war eine umfassende Erhebung an Kostendaten bei den Unternehmen erforderlich. Dazu wurden Daten zu Einkaufspreis, Transport-, Wareneingangs- und Buchhaltungskosten erfasst und berücksichtigt. Ebenfalls wurden die anschließenden Lager-, Kapitalbindungs- sowie Unterbestandskosten eines jeden Artikels bewertet und beachtet. Bei den Bestellkosten ist hierbei eine Unterscheidung zwischen bestellfixen und variablen Stückkosten vorzunehmen (Zapf et al., 2019). Folgende Bewertungsfunktion wurde in der entwickelten digitalen Planungsmethode angewendet.

$$\begin{aligned}
 \text{Kosten pro Periode} &= K * \text{Anzahl an Bestellungen} + h * \\
 &\text{Lagerbestand (bei Lagerbestand} > 0) + c_u + v * \text{Bestellmenge} \quad (1)
 \end{aligned}$$

Die pro Bestellung anfallenden fixen Bestellkosten (K) sind:

$$K = \text{Wareneingangskosten} + \text{Interne Kosten pro Bestellung} + \text{Buchhaltungskosten pro Bestellung} + \text{Nebenkosten pro Bestellung} \quad (2)$$

Die Lager- und Kapitalkosten (h) sind:

$$h = (\text{Lagerkosten} + \text{Kapitalkosten}) * \text{Standardpreis pro Einheit} \quad (3)$$

Die variablen Bestellkosten fallen pro bestelltem Stück an (v = variable Stückkosten über Nebenkosten). Zuletzt gibt es noch die Unterbestandskosten, die anfallen, wenn ein Unterbestand besteht ( $c_u$  = Unterbestandskosten) und eine benötigte Warenverfügbarkeit nicht gegeben ist.

### 3.2 Bestellpunktverfahren als Basis der Planungsmethode

Grundlage der entwickelten digitalen Planungsmethode für die verbrauchsgesteuerte Materialdisposition der Investitionsgüterindustrie bildet das Bestellpunktverfahren. Bei Erreichen des Bestellpunkts wird eine zu definierende Bestellmenge bestellt. Der Bestellpunkt, oder auch Meldebestand genannt, deckt den Materialbedarf innerhalb der Wiederbeschaffungszeit ab. Dabei muss der Restbestand ausreichen, um die während der Wiederbeschaffungszeit eintreffende Nachfrage zu decken und auch ein Sicherheitsbestand für mögliche Unsicherheiten im Wiederbeschaffungsprozess kann als Bestandteil des Restbestandes definiert werden (Claus et al., 2021). Die Ermittlung der kostenoptimalen Bestellmengen erfolgt durch das digitale Planungswerkzeug mit den Bestelllosgrößenalgorithmen (siehe Abbildung 1). Bei der Bemessung der Bestellmenge werden in beiden Fallstudien keine Mindestlosgrößen bzw. mögliche Verpackungseinheiten berücksichtigt, da diese systemseitig nicht hinterlegt waren. Daher kann jeder Artikel in beliebigen Stückzahlen bestellt werden.

### 3.3 Die simulationsbasierte Planungsmethode

Die digitale Planungsmethode bewertet anhand einer historischen Betrachtung von 12 Monaten unter 15 Bestelllosgrößenverfahren das kostengünstigste Verfahren je Artikel und berechnet anhand prognosebasierter Bedarfe die kostenoptimalen zukünftigen Bestellmengen und Bestellzeitpunkte. Die Bestellrechnung der verbrauchsgesteuerten Materialdisposition wird somit (teil-)automatisiert und digitalisiert. Die Abbildung 2 stellt die Vorgehensweise bei der simulationsbasierten Optimierung dar.

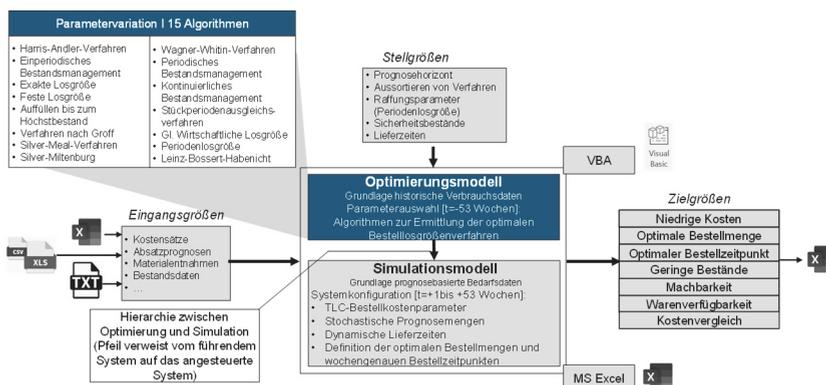


Abbildung 2: Methodenübersicht in Anlehnung an: (Schmid et al., 2021)

Die Eingangsgrößen für das Simulationsmodell sind Kostensätze, Absatzprognosen, Bedarfe und die Bestandsdaten. Die Stellgrößen sind Prognosehorizonte, Planlieferzeiten, Sicherheitsbestände und Raffungsparameter. Das digitale Planungswerkzeug wurde in MS-Excel mit der Programmiersprache VBA (*Visual Basic for Applications*) entwickelt. Die Zielvariablen, die in *Abbildung 2* zu sehen sind, sind niedrige Kosten, optimale Bestellmenge und -zeitpunkt, niedrige Bestände, Durchführbarkeit, Warenverfügbarkeit und der Vergleich der Kosten auf der Grundlage von Bedarfsprognosen. In der determinierten Simulation werden Materialzu- und -abgänge im Zeitverlauf erfasst. Für die zukünftigen Bedarfe wird mit Prognoseverfahren (Schmid et al., 2022) ein erwarteter Bedarf in der Zeitreihe erfasst. Die Planung wird rollierend monatlich ausgeführt.

## 4 Fallstudien-Evaluierung

### 4.1 Charakterisierung der Fallstudien

Die digitale Planungsmethode für eine kostenoptimierte Bestellrechnung wurde mit dispositionsrelevanten Daten der folgenden zwei Fallstudien von Unternehmen aus der Investitionsgüterindustrie evaluiert und validiert (siehe Tabelle 1).

*Tabelle 1: Charakterisierung der Fallstudien*

	Einheit	Unternehmen 1	Unternehmen 2
Branche	[-]	Herstellung von sonstigen Metallwaren a.n.g	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen
MitarbeiterInnen	[Anzahl]	115	250
Umsatz	[€/a]	22,3 mio.	98 mio.
aktive LieferantInnen	[Anzahl]	1.780 (61 Länder)	1.258 (28 Länder)
Einkaufsvolumen	[€/a]	11,5 mio.	60 mio.
KundInnen	[Anzahl]	346 (51 Länder)	38.800 (22 Länder)
IT-System	[Type]	SAP	Infor M3
Artikel	[Anzahl]	~4.300 Produktionsartikel	~17.600 Ersatzteilartikel

Die wesentlichen Unterschiede (Zusammenfassung in Tabelle 2) in den beiden Fallstudien haben Auswirkungen auf die Ergebnisse der entwickelten digitalen Planungsmethode. In Fallstudie 1 werden die Bestände mit Eigenkapital finanziert, weshalb die Eigenkapitalrendite für die Bewertung der Kapitalbindung herangezogen wurde. In Fallstudie 2 werden die Lagerbestände fremdfinanziert, wodurch die Kapitalbindung mit dem Kreditzinssatz bewertet wurde. Betrachtet man die Art der Disposition, so sind für die betrachtete Kleinserienfertigung in Fallstudie 1 weniger unterschiedliche Artikel zu disponieren, die dafür in größeren Stückzahlen vorliegen. Im Gegensatz zur betrachteten Ersatzteildisposition von Fallstudie 2, wo eine Vielzahl an unterschiedlichen Artikeln in zumeist Klein- bzw. Kleinstmengen disponiert werden. Variable Nebenkosten (Transport-, Verpackungs-, Verzollungskosten etc.) zur Bestellung wurden in der Fallstudie 1 ausgewertet und berücksichtigt. In Fallstudie 2 werden die variablen Nebenkosten zumeist von LieferantInnen getragen, was sich auf den Stückpreis niederschlägt. In Fallstudie 2 werden die anfallenden variablen Nebenkosten weder auf die einzelnen Bestellungen referenziert, noch

systematisch dokumentiert, weshalb diese in der Kostenbetrachtung nicht berücksichtigt werden konnten.

*Tabelle 2: Wesentliche Unterschiede der beiden Fallstudien*

Wesentlicher Unterschied	Fallstudie 1	Fallstudie 2
Kapitalbindung	Bewertet mit Eigenkapitalrendite 12%	Fremdfinanziert mit 3%
Art der Disposition	Kleinserienfertigungsdisposition	Ersatzteildisposition
Variable Nebenkosten	Nachbelege aus dem ERP-System wurden ausgewertet und berücksichtigt	Nebenkosten werden systemseitig nicht dokumentiert/erfasst und somit nicht berücksichtigt
Unterbestandskosten	Produktgruppenspezifisch	Artikelspezifisch
Wareneingangskosten	Wareneingangsprüfung wird im Unternehmen durchgeführt	Wareneingangsprüfung ausgelagert und wird nicht bewertet
Planlieferzeit	Wochentage (1Periode = 7 Tage)	Arbeitstage (1Periode = 5 Tage)

Unterbestandskosten werden in Fallstudie 1 aufgrund der Kleinserienfertigung auf das fertige Produkt bezogen. Fehlt eine Komponente, die für die Fertigung eines Produktes benötigt wird, kann das gesamte Produkt nicht termingerecht gefertigt und ausgeliefert/verkauft werden. In der Ersatzteildisposition in Fallstudie 2 wird jeder Artikel eigens betrachtet. Möchte ein Kunde/ eine Kundin ein Ersatzteil, welches aber aufgrund einer möglichen Bestandsunterdeckung nicht verfügbar ist, so wird das Produkt zumeist über eine/n konkurrierende/n Ersatzteilhändler/in bezogen und der Umsatz ist verloren. Daher ist speziell in der Ersatzteildisposition die Warenverfügbarkeit ein wesentliches Erfolgskriterium. In Fallstudie 1 wird zwischen prüfpflichtigen und nicht prüfpflichtigen Artikeln im Wareneingang unterschieden. Die prüfpflichtigen Artikel unterliegen mehr oder weniger aufwändigen Prüfverfahren, deren Aufwände in den Kosten abgebildet werden. In der Fallstudie 2 ist die Wareneingangsprüfung an den/ die LieferantIn ausgelagert, der/ die im Rahmen einer Wareenausgangsprüfung die notwendigen Prüfungen durchführt und dokumentiert. Diese Kosten werden zumeist auf den Teilepreis aufgerechnet, weshalb in Fallstudie 2 keine Wareneingangskosten berücksichtigt werden. Die Warenannahme verbirgt sich in den internen Prozesskosten des Lagers und wird in Fallstudie 2 in den Lagerkosten berücksichtigt.

## 4.2 Evaluierung der Methode in Fallstudien

Die Ergebnisse der zwei Fallstudien in der Investitionsgüterindustrie zeigen folgendes Bild: Mit einer Datenbasis von 4.329 | 17.608 Artikeln konnten für 818 | 1.501 optimierbare Artikel Kosteneinsparungen von 36% | 52 % erreicht werden. Für Artikel ohne ausreichende Datenbasis, bzw. ohne zukünftige Bestellbedarfe, konnte in der Fallstudie keine simulationsbasierte Optimierung durchgeführt werden. In den beiden Fallstudien lassen sich durch die Planungsmethode im Zeitraum Sept. 2021-Aug. 2022 (Fallstudie 1) von Ist-Bestellkosten von 754.876 € auf 482.868 € bzw. im Zeitraum Apr. 2021-Mrz. 2022 (Fallstudie 2) die Ist-Bestellkosten von 386.054 € auf 183.861 € reduzieren. In der Arbeit wird zusätzlich die Auswirkung des Prognosefehlers auf die Wahl des optimalen Verfahrens betrachtet, sowie die Wirkung der zwei neu in die Methode integrierten Verfahren ausgewertet.

Die Tabelle 3 zeigt die von der Planungsmethode als optimal gewählten Verfahren.

Tabelle 3: Prozentuelle Verteilung der Bestelllosgrößenverfahren je Fallstudie (F)

Bestelllosgrößenverfahren	F1	F2	Bestelllosgrößenverfahren	F1	F2
Wagner-Within-Verfahren	75,6%	67,3%	Periodenlosgröße	0,5%	0,1%
Harris-Andler Verfahren	5,4%	10,2%	Verfahren von Groff	0,0%	0,1%
Kontinuierl. Bestandsmanagement	0,0%	9,0%	Auffüllen bis zum Höchstbestand	1,2%	0,0%
Feste Losgröße	2,7%	5,9%	Silver-Meal-Regel	0,1%	0,0%
Periodisches Bestandsmanagement	5,6%	5,4%	Einperiod. Bestandsmanagement	0,0%	0,0%
Leinz-Bossert-Habe nicht	1,0%	1,4%	Gleitende wirtschaftliche Losgröße	0,0%	0,0%
Stückperiodenausgleichsverfahren	0,4%	0,6%	Algorithmus von Silver/Miltenburg	0,0%	0,0%
Exakte Losgröße	7,6%	0,1%			

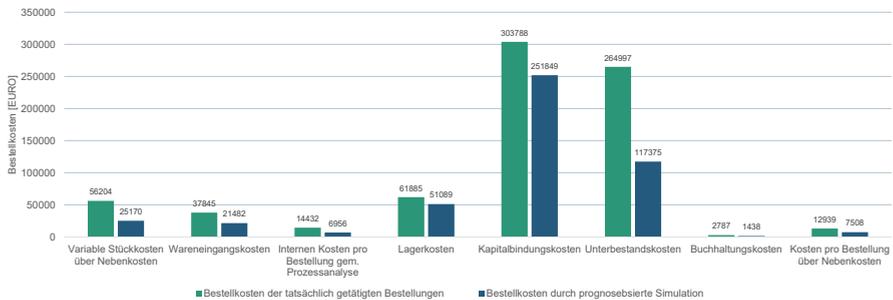


Abbildung 3: Kostenergebnisse der optimierbaren Artikel Fallstudie 1

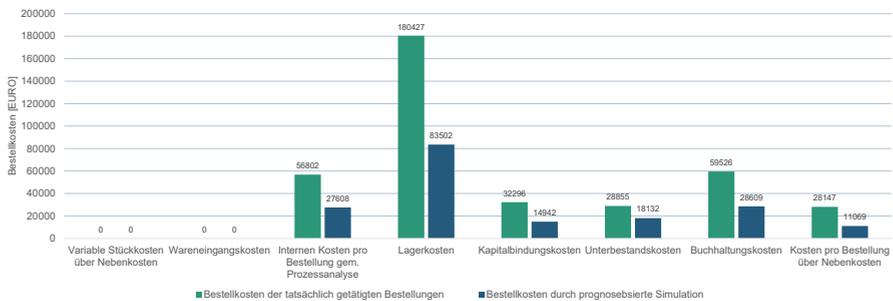


Abbildung 4: Kostenergebnisse der optimierbaren Artikel Fallstudie 2

Die angeführten Grafiken Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen einen direkten Vergleich der Kostenergebnisse beider Fallstudien. Dadurch werden die Unterschiede der in Kapitel 3.1 angeführten TLC sichtbar, sowie die Auswirkungen der in Tabelle 2 angeführten wesentlichen Unterschiede der beiden Fallstudien ersichtlich. Im Unternehmen der Fallstudie 1 werden die variablen Bestellkosten nicht auf eine Bestellung referenziert und auch nicht dokumentiert und erfasst. Diese werden zumeist von LieferantInnen getragen und in den Stückpreis mit einkalkuliert. Aus diesem Grund konnten diese Kosten in der TLC-Kostenbetrachtung der Fallstudie 2

nicht berücksichtigt werden. Die Wareneingangskosten werden in Fallstudie 2 ebenfalls nicht ausgewiesen, da die Wareneingangsprüfung an die LieferantInnen ausgelagert ist und die Kosten der Warenannahme nicht gesondert erfasst werden. Die Kosten der Warenannahme sind aufgrund der in Unternehmen 2 vorliegenden Kostenerfassung in den Lagerkosten integriert. Dies ist auch mit ein Grund für die großen Unterschiede in den Lagerkosten. In Fallstudie 2 konnten durch die Methodenanwendung die TLC aus der bisherigen Planung im Unternehmen von 386.054 € auf 183.861 € reduziert werden und wenn die Methode die zukünftigen Bedarfe nicht nur prognostizieren, sondern kennen würde, wäre eine weitere Reduktion auf 167.535 € möglich. Letzteres kann als weiteres Optimierungspotential durch eine Verbesserung der Prognosequalität angesehen werden.

Bei der Analyse der Auswirkung des Prognosefehlers auf die Wahl des bestgeeigneten Verfahrens für die Artikel konnte kein klarer Zusammenhang erkannt werden. Abbildung 5 stellt die Zuordnung der Prognosefehlerverteilung der dem jeweilig bestgeeigneten Verfahren gegenüber.

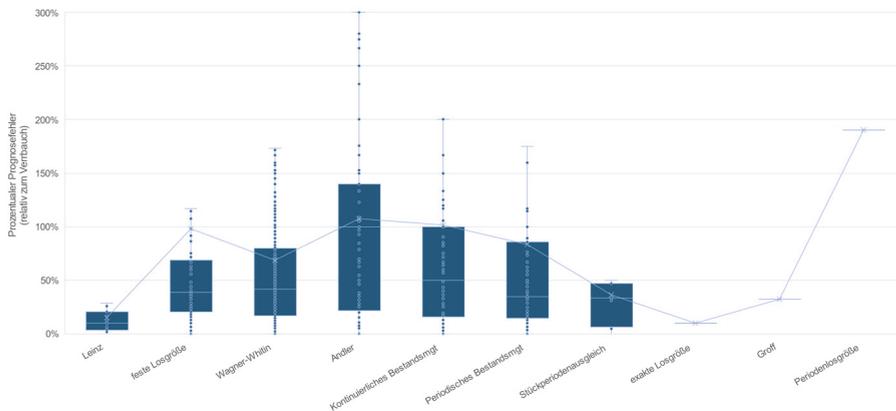


Abbildung 5: Box-Plot der Prognosefehlerverteilung (Ausreißer nicht dargestellt)

Zwar sind Unterschiede in den Verteilungen erkennbar, allerdings können die Autoren keinen, ursprünglich erwarteten, Zusammenhang zwischen eher groben Verfahren, wie der festen Losgröße, zu hohen Prognosefehlern und umgekehrt exakten Verfahren, wie *Wagner-Within*, zu kleinen Prognosefehlern erkennen.

## 5 Diskussion & Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die realitätsnahe Anpassung des Modells, sich die Komplexität und der Rechenaufwand, sowie auch die Anforderungen an die Qualität der Inputdaten, erhöht haben. Das Einsparungspotential in der Fallstudie 1 unter der Annahme exakter Prognosen bzw. Nicht-Betrachten des Prognosefehlers, aus der vorigen Publikation, wurde auf 36% Optimierung zur Ist-Planung reduziert, was aber immer noch ein hohes Nutzenpotential bei kostenoptimaler Anwendung von Bestelllosgrößenverfahren darstellt. Das erstmalig erfasste Einsparungspotential im Rahmen der Fallstudie 2 am Beispiel der Ersatzteildisposition ergibt eine Reduktion der Kosten um 52 %. Dies zeigt auch auf, dass die digitale Planungsmethode bei

unterschiedlichen Anwendungsfällen in der verbrauchsgesteuerten Materialdisposition in der Investitionsgüterindustrie anwendbar ist.

Das Erweitern der Planungslogik um die zwei weitsichtigen Bestelllosgrößenverfahren von *Leinz-Bossert-Habenicht* und von *Silver/Miltenburg* brachte keine relevante Verbesserung. Der Algorithmus von *Silver/Miltenburg* wurde in keinem der Fallbeispiele und das Verfahren von *Leinz-Bossert-Habenicht* in Fallstudie 1 in 1 % und in Fallstudie 2 in 1,4 % der Fälle als kostenoptimaler Bestelllosgrößenalgorithmus gewählt. Jedoch konnte die in der Literatur vorherrschende Position bestätigt werden, dass das exakte Bestelllosgrößenverfahren von *Wagner-Within* unter Berücksichtigung des Kostenoptimums das dominierende Verfahren (Fallstudie 1: 75,6 % | Fallstudie 2: 67,3 %) ist (siehe Tabelle 3). Da kein klarer Zusammenhang von Prognosefehler und Wahl des Losgrößenverfahrens in den Datensätzen ermittelt werden konnte, ist eine mögliche Interpretation, dass die Wahl des Verfahrens weniger relevant gegenüber einer konsequenten Anwendung eines systematischen Verfahrens sein könnte. Zusätzlich könnte es auf die größere Bedeutung der Wahl der Melde- und Sicherheitsbestands-Niveaus hindeuten. Der als Kostenbewertungsfunktion gewählte TLC-Ansatz macht zudem die Unterschiede in den Kostenstrukturen einer Bestellung in den Unternehmen deutlich, die wesentlichen Einfluss auf die Wahl des kostenoptimalen Bestelllosgrößenverfahrens haben.

Die entwickelte Planungsmethode berücksichtigt neben einer prozessorientierten Kostenbetrachtung auch den Bestellpunkt bzw. Meldebestand, den Sicherheitsbestand und die Lieferzeit als wesentliche Faktoren für eine kosteneffiziente Bestelllosgrößenplanung. In der Praxis liegen jedoch oft keine aktuellen und detaillierten TLC-Kosten vor, die Sicherheitsbestände werden nur bei Bedarf und nach Erfahrung festgelegt und die realen Lieferzeiten entsprechen nicht den in den ERP-Systemen hinterlegten Werten. Um ein Kostenoptimum bei den Bestelllosgrößen zu erreichen, sollten daher dynamische Prozesse implementiert werden, die eine kontinuierliche Anpassung der TLC-Kosten, der Sicherheitsbestände und der Lieferzeiten ermöglichen. Dies wurde in dieser Arbeit exemplarisch gezeigt.

Der hier vorgestellte Planungsansatz auf Grundlage einer simulationsbasierten Optimierung vermag es zwar nicht, den operativen Bestellprozess vollständig zu automatisieren, jedoch kann diese Planungsmethode, dort wo die Datengrundlage in ausreichender Qualität vorliegt, die Materialdisposition (teil-)automatisieren. Dadurch lässt sich Aufwand im Bestellprozess reduzieren, Entlastung bei Standardabläufen in der Materialdisposition erzielen, die Kosteneffizienz in der Bestellabwicklung steigern und ein Beitrag zum wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens beisteuern. In der weiteren Forschungsarbeit soll vor allem eine Zusammenführung der Methodenbestandteile der Materialdisposition zu einem integrierten optimierenden Verfahren entwickelt werden.

## Danksagung

Diese Forschung wurde von der *Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft* (FFG), Fördernummer 872887, finanziert. Die Autoren danken allen FallstudienpartnerInnen für ihren Beitrag.

## Literatur

- Claus, T.; Herrmann, F.; Manitz, M. (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung, 2. Auflage, Dresden, Regensburg, Duisburg: Springer Gabler 2021.
- Deutsche Verkehrs-Zeitung: Welche Effekte ein digitalisierter Einkauf bringen kann, 18.11.2021 verfügbar unter [www.dvz.de/rubriken/detail/news/welche-effekte-ein-digitalisierter-einkauf-bringen-kann.html](http://www.dvz.de/rubriken/detail/news/welche-effekte-ein-digitalisierter-einkauf-bringen-kann.html), geprüft: 10.11.2023.
- Kämpf, R.; Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik: Einkaufsbarometer Mittelstand 2022: Nachhaltige Beschaffung und Lieferketten. Hg. v. Onventis GmbH, Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik (BME) Stuttgart, 2022.
- Kemmner, G.-A.: Möglichkeiten und Grenzen der Losgrößenoptimierung: Mit Formeln aus der Theorie zum Kostenoptimum in der Praxis?, Herzogenrath: Abels & Kemmner, 2021: verfügbar unter [www.ak-online.de/de/2021/06/opti-male-los-groesse-und-wirtschaftliche-los-groessen-verfahren](http://www.ak-online.de/de/2021/06/opti-male-los-groesse-und-wirtschaftliche-los-groessen-verfahren), geprüft: 10.07.2023.
- Lasch, R.: Strategisches Strategisches und operatives Logistikmanagement: Beschaffung, 3. Auflage, Wiesbaden; Springer Gabler, 2021.
- Leinz, J.; Bossert B.; Habenicht, W.: Entwicklung eines Verfahrens zur dynamischen einstufigen Einprodukt-Bestellmengenplanung: Arbeitspapiere der Universität Stuttgart-Hohenheim, Lehrstuhl für Industriebetriebslehre - Prof. Dr. W. Habenicht. 2. Auflage, Stuttgart-Hohenheim: Universität Stuttgart-Hohenheim, 1997.
- Lohmann, R.: Erfolgsfaktor Integration, Die Produktionsplanung im Zusammenhang betrachtet, in: HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik, dpunkt Verlag, Heft 272, 2010, S. 60-70.
- Meitinger, T.: SCRM-Strategien: Störungen in der Lieferkette vermeiden. HUSS-VERLAG GmbH 2021. verfügbar unter [logistik-heute.de/news/scrm-strategien-stoerungen-der-lieferkette-vermeiden-34209.html](http://logistik-heute.de/news/scrm-strategien-stoerungen-der-lieferkette-vermeiden-34209.html), geprüft: 10.07.2023.
- Pumpe, A.; Vallée, F.: A typology for selecting an appropriate Total Landed Cost method in international supplier selection decisions, in: ScienceDirect, Transportation Research Procedia, 25, 2017, S. 853-869.
- Robrade, A.D.: Dynamische Einprodukt-Lagerhaltungsmodelle bei periodischer Bestandsüberwachung. Heidelberg: Physica-Verlag 1990.
- Schmid, A.; Kamhuber, F.; Sobottka, T.; Sihm, W.: Simulationsgestützte Absatzprognoseoptimierung in der Investitionsgüterindustrie. in: Breitenecker, F.; Deatcu, C.; Durak, U.; Körner, A.; Pawletta, T. (Hrsg.): ASIM SST 2022 Proceedings Langbeiträge. Wien: ARGESIM Verlag 2022, S. 73–80.
- Schmid, A.; Sobottka, T.; Lielacher, M.; Sihm, W.: Simulationsbasierte Optimierung von Bestelllosgrößen in der verbrauchsgesteuerten Materialdisposition der Investitionsgüterindustrie. in: Franke, J.; Schuderer, P. (Hrsg.): Simulation in Produktion und Logistik 2021. Göttingen: Cuvillier Verlag 2021, S. 475–484.
- Schulte, G.: Material- und Logistikmanagement. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag 2001.
- Silver, E.; Miltenburg, J.: Two Modifications Of The Silver-Meal Lot Sizing Heuristic. in: INFOR: Information Systems and Operational Research 22 (1) 1984, S. 56–69.
- Zapf, M.; Pengg, H.; Bütler, T.; Bach, C.; Weindl, C.: Kosteneffiziente und nachhaltige Automobile. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019.