

Motivation

Im kooperierenden Unternehmen, einem Variantenfertiger aus der Baubranche mit rund 5,5 Tsd. Mitarbeitern, wurde im Jahr 2021 ein neues Logistikzentrum in Betrieb genommen, über das jährlich rund 2,5 Millionen Packstücke an Fachhändler ausgeliefert werden. Da die Prozesse innerhalb des Fertigwarenlagers mittlerweile stabil laufen, soll nun überprüft werden, ob der Einsatz von Methoden des Process-Mining potenziell einen Mehrwert bei den kontinuierlich laufenden Prozessoptimierungen durch Qualitätsmanagement und Arbeitsplanung generieren kann. Im Logistikzentrum kommt als Lagerverwaltungssystem SAP WM zum Einsatz, wohingegen vor- und nachgelagerte Produktionsstätten und Zwischenlager in einem in weiten Teilen eigenentwickelten ERP verwaltet werden. Die Herausforderung besteht deshalb darin, die unterschiedlichen Strukturen beider Systeme mit ihren jeweiligen Problemstellen bezüglich des Einsatzes von Process-Mining-Methoden in Einklang zu bringen. Als weitere Rahmenbedingung besteht das kooperierende Unternehmen auf der Verwendung der Softwarelösung PAFnow der Firma ProcessAnalyticsFactory, die kürzlich von CELONIS akquiriert worden ist. Die Arbeit dient deshalb zugleich dem Assessment der auf der Microsoft Power Platform, insbesondere Power BI, aufsetzenden Software hinsichtlich Usability, Performanz sowie der Vollständigkeit der in der Software vorgefundenen möglichen Analyseperspektiven.

Methode

Process-Mining gewinnt Wissen aus Event-Logs (synonym Ereignislogs), um auf Basis tatsächlicher Vorgänge/Transaktionen, die elektronisch in IT-Systemen aufgezeichnet werden, Prozesse automatisiert zu erkennen (Process Discovery), Soll-Prozesse mit den vorgefundenen Ist-Prozessen zu vergleichen (Conformance Checking) und zu verbessern bzw. zu erweitern (Process Enhancement) [1](S.3).

Im Event-Log werden zu Cases (in der vorliegenden Arbeit Packstücke) die im System mitgeloggt Events (Lagerbuchungen) anhand ihrer Zeitstempel zu einem sogenannten Trace sortiert. Hierbei werden Events, die aus Sicht der unterschiedlichen Cases im Prozess dieselbe Bedeutung haben bzw. durch die jeweils gleiche Aktivität im System erzeugt worden sind (z.B. jeweils bei der Wareneingangsbuchung), als gleiche Activity gekennzeichnet. Es existieren verschiedene Verfahren, aus den so strukturierten Event-Logs Graphen generieren zu lassen (i.d.R. Petri-Netze), die den zugrundeliegenden Prozess veranschaulichen, indem Aktivitäten als Knoten und Prozessübergänge als Kanten dargestellt werden.

Zielsetzung

- Generierung Event-Log** Es soll geprüft werden, inwieweit es möglich ist, ein systemübergreifendes Event-Log zu erstellen. Hier liegt die Schwierigkeit in den unterschiedlichen Protokollierungsstrukturen zwischen dem hauseigenen ERP und SAP WM.
- Process Discovery** Hier soll eine Aussage darüber getroffen werden, inwieweit mit PAFnow auf Basis des Event-Logs auch Randprozesse abgebildet und ineffiziente Durchläufe mit Schleifencharakter identifiziert werden können. Auch Prozessänderungen im zeitlichen Verlauf sollten nachvollzogen werden können.
- Conformance Checking** Hier besteht das Ziel darin, zu beurteilen, inwieweit die Überprüfung von im Unternehmen vorhandenen Prozessmodellen (i.d.R. in Signavio oder MS Visio abgebildet) auf Abweichungen zwischen Realität und Modell möglich ist.
- Process Enhancement** Es sollen Aussagen abgeleitet werden, inwieweit vorhandene Prozessmodelle zu ergänzen sind. Zudem sollen bestehende Prozessmodelle um weitere Analyseperspektiven erweitert werden können (z.B. um die Erfassung von Kosten), die direkt an den Prozessgraphen ablesbar sein sollen.
- Leistungsaspekte** Es soll ein Überblick über Durchlaufzeiten und Liegezeiten sowie Prozesskennzahlen wie Variantenanzahl oder Anzahl der Prozessschritte ermöglicht werden.

Vorgehen

Generierung Event-Log

Es wurden folgende in der Literatur genannte Problemstellen geprüft und gelöst [2](S.131 f.):

- Correlation** Ist die Zuordenbarkeit zwischen beteiligten Tabellen gegeben? Im SAP WM des Kooperationsunternehmens werden anstelle der Packstücke Sonderbestände, die auf mehrere Packstücke verteilt sein können, in den Transportaufträgen geloggt. Es wurde über die Änderungsbelege in SAP deshalb rekonstruiert, auf welchem TPM ein Packstück wann gelegen hat. Per Prüfung auf Überschneidung von Liegezeitenintervallen der Transportmittel auf Lagerorten im Transportauftrag wurde die Zuordnung von Packstück zu Lagerort hergestellt.
- Timestamps.** Existieren bspw. durch automatische Queues Zeitstempel, die von der Realität abweichen? Gefundene Konstellationen wurden identifiziert und bewertet.
- Snapshot.** Wie wird mit unvollständigen Prozessketten an den Rändern des Zeitausschnitts umgegangen? Das Problem wird gelöst, indem jede Zeile Prozessstart und Prozessende des zugehörigen Cases im Event-Log erhält. So lässt sich auf vollständige Prozessketten filtern. Geht es stattdessen um das Erfassen von Packstückanzahlen, kann der Filter entfernt werden und die Mengengerüste am Anfang und Ende des Zeitintervalls bleiben vollständig. Es wurde außerdem auf den Zeitraum von Juli bis einschließlich Dezember 2022 eingegrenzt, da hier bereits vollständig auf das neue Logistikzentrum umgestellt worden war.
- Scoping.** Relevante Felder für den Analysekontext aus dem Belegfluss wurden in den Warenfluss-Event-Log als Case-Attribute aufgenommen (z.B. Versandart, Auftragsart u.a.)
- Granularity.** Passt die Granularität der Events in den Systemen zu den Aktivitäten? Hier wurde sichergestellt, dass trotz des Fokus auf Packstücke auf Lagerorten auch Buchungen zwischen Transportmitteln im Log auftauchen, da sie Kosten generieren.

Bestimmung der betrachteten Variantenanzahl

Werden alle Varianten zur Anzeige gebracht, ist der Graph nicht mehr auswertbar. PAFnow nutzt das Pareto-Kriterium als Qualitätsassessor. Als anzustrebender Wert dient ein Verhältnis von 20% der Varianten, die 80% der Cases erklären. Beim Kooperationsunternehmen liegt dieser Wert bei ca. 30 zu 80. Deshalb wurde in der Analyse mit den 30% häufigsten Prozessvarianten gearbeitet.

Ergebnisse

Process Discovery

Sonderprozesse, welche durch Fachexperten nicht im Soll-Prozesses erfasst sind, werden sichtbar. Hier in Grün bspw. die Verpackung, die von einem externen Zulieferer per VPN auf dem System des Kooperationsunternehmens durchgeführt wird:

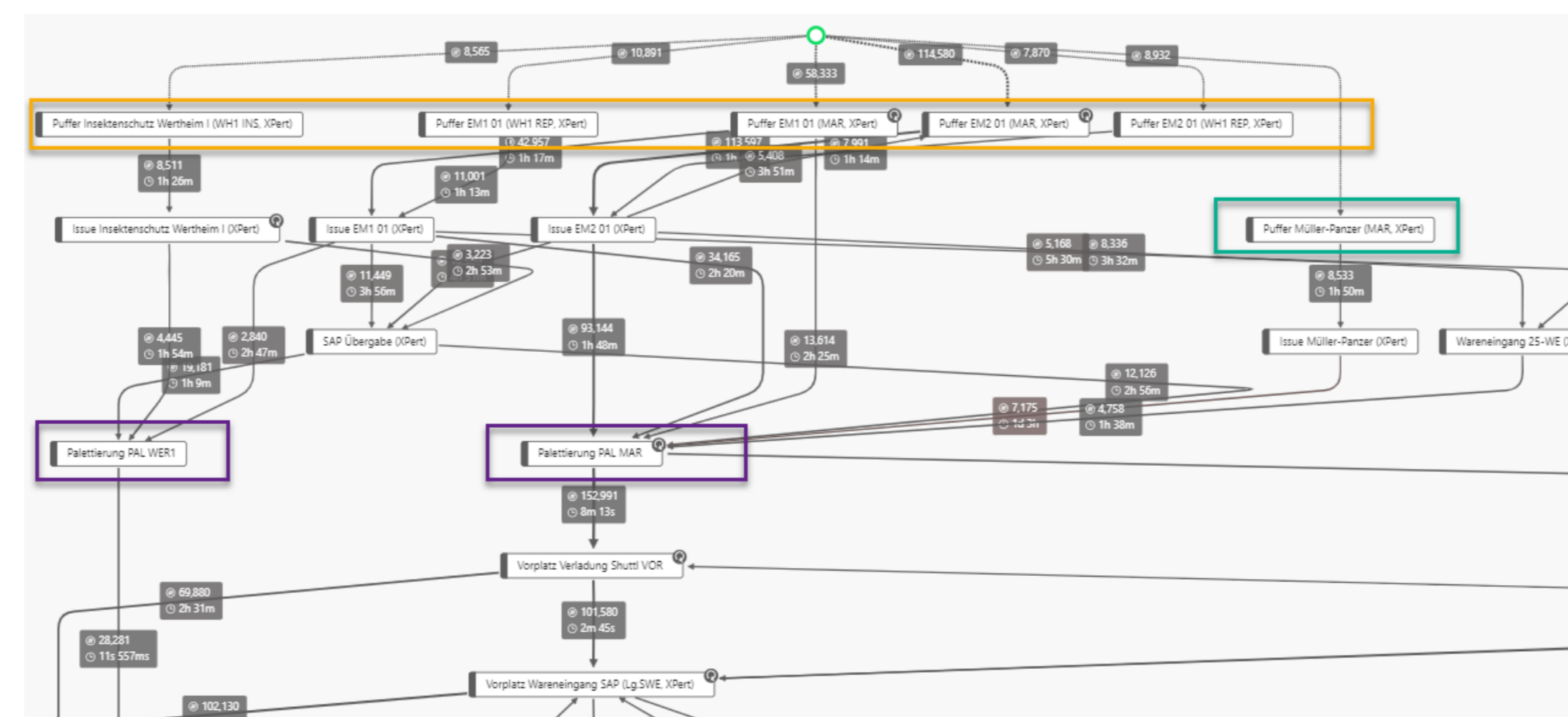


Figure 1. Wareneingangsprozess für Produktbereich Rollladen

Conformance Checking

Conformance Checking führt bspw. bei der Analyse um Feinsortierung und Messstation zur Erkenntnis, dass der ausgewählte Soll-Prozess (in Grün) im Wesentlichen eingehalten wird. Abweichungen (in Rot) lassen sich durch weitere Zweige, die nicht explizit in der Software als Referenzprozess markiert wurden, aber im Soll-Prozess zulässig sind, erklären.

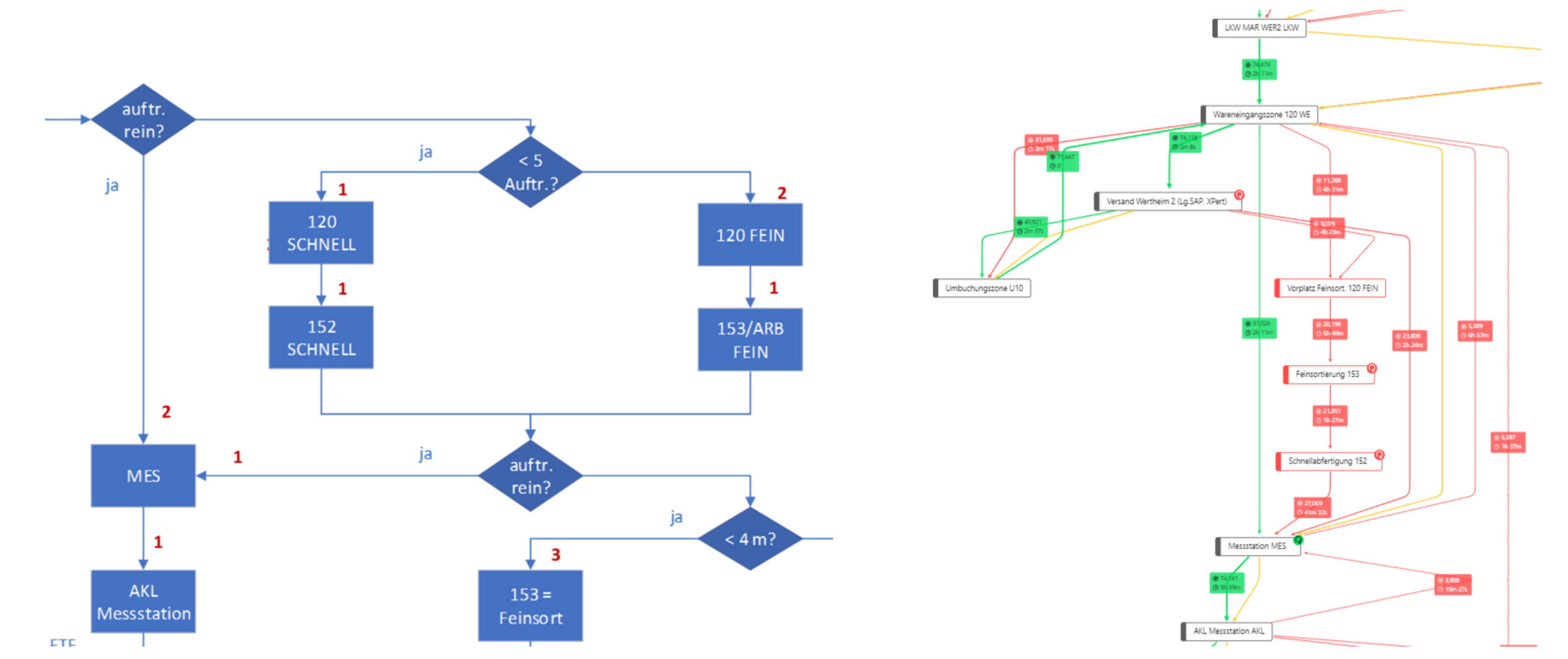


Figure 2. Soll-Prozess vs. Ist-Prozess, Messstation und Feinsortierung

Process Enhancement

Die Modellerweiterung um relative Kostenpunkte liefert z.B. für die Kosten pro Paket:

Statistische Kennzahlen zu Verteilung Anz. Packst. nach Kosten

Min.	1. Quartil	Median	3. Quartil	Max.	Mittelwert	Standardabw.	Variationskoeff.	Quartilskoeff.
0,01	18,56	23,06	29,08	522,96	23,97	16,91	0,71	0,22

Figure 3. Kosten Gesamtdurchlauf pro Packstück (ohne Kosten für Liegezeiten auf Lagerplätzen)

Leistungsaspekte

Sowohl für Durchlaufzeiten als auch Liegezeiten lassen sich aus dem Event-Log die Verteilungen beziehen. I.d.R. weisen diese annähernd das Profil der Exponentialverteilung auf. Zwei Bsp.:

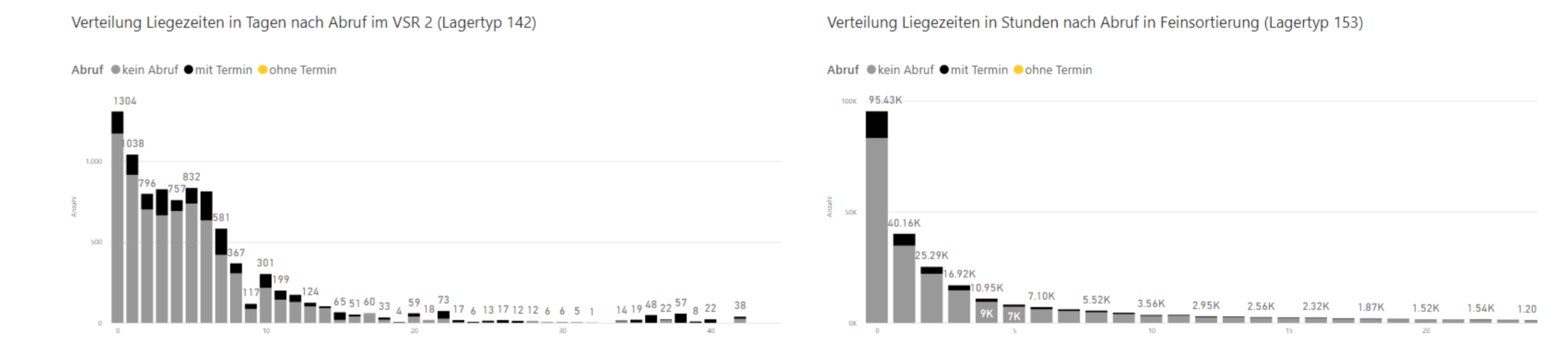


Figure 4. Lagerdauer in Verschieberegale 2 und Durchlaufzeit in der Feinsortierung

Ausblick

Auf den ermittelten Liegezeiten und Prozesslängen kann mit der Ursachenanalyse durch klassisches Data-Mining aufgesetzt werden. In Abhängigkeit zu im Event-Log bereits erfassten Kontextdaten aus dem Belegfluss (Versandart, Produktionswerk, Produktinformationen etc.) lassen sich so die ursächlichen Muster hinter unerwünschten Prozessverläufen oder Liegezeiten ermitteln.

Literatur

[1] Peters, Ralph and Markus Nuroth. *Process-Mining - Geschäftsprozesse: smart, schnell und einfach*. Springer, Wiesbaden 2019.
[2] Van der Aalst, Wil M.P. *Process Mining - Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes*. Springer, Heidelberg 2011.