ANWENDUNG VON OBJECT CENTRIC PROCESS MINING AM BEISPIEL EINES USE CASES

Florian Heck
HS Pforzheim
Tiefenbronnerstr. 65,
75175 Pforzheim
heckflor@hs-pforzheim.de

Frank Morelli
HS Pforzheim
Tiefenbronnerstr. 65,
75175 Pforzheim
frank.morelli@hs-pforzheim.de

Janna Meyer
MEHRWERK GmbH
Karlsruher Straße 88,
76139 Karlsruhe
janna.meyer@mehrwerk.net

SCHLÜSSELWÖRTER
Process Mining, Object Centric Process Mining, Process Analyzer, Divergenz, Konvergenz

ABSTRACT

Die Anwendung von Object Centric Process Mining (OCPM) erweist sich als hilfreich, Geschäftsprozesse besser zu verstehen und sie nachhaltig zu optimieren. Dabei löst OCPM einige Probleme des traditionellen Process-Mining-Einsatzes und kann als digitaler Prozess-Zwilling die Realität besser abbilden. Der vorliegende Artikel erläutert zum einen die Problematiken von Single-Event Logs im Sinne von Divergenz und Konvergenz. Darüber hinaus werden die theoretischen Grundlagen zu den OCPM-Event-Logs vorgestellt und im weiteren Verlauf in einer praktischen Anwendung veranschaulicht. Die praktische Anwendung der OCPM-Lösung erfolgt mit der Process-Mining-Software der Firma MEHRWERK.

EINLEITUNG

Das Geschäftsprozessmanagement ist für die Wettbewerbsfähigkeit und für den Erfolg eines Unternehmens von entscheidender Bedeutung (Laue et al. 2021). Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung verfügen die meisten Unternehmen zusätzlich über umfangreiche Geschäftsprozessdaten, die in verschiedenen Informationssystemen gespeichert sind. Die manuelle Analyse dieser Daten ist oft zeitaufwändig, fehleranfällig und nicht immer vollständig. Um die Analyse und die damit einhergehende Geschäftsprozessoptimierung zu erleichtern, können Process-Mining-Techniken eingesetzt werden, die automatisiert und intersubjektiv überprüfbar Daten aus verschiedenen Quellen kombinieren und visualisieren. Object Centric Process Mining (OCPM) stellt in diesem Zusammenhang eine Erweiterung der konventionellen Process-Mining-Techniken dar, um noch bessere und genauere Analyseergebnisse erzielen zu können. Dies beinhaltet beispielsweise die Koordination mehrerer Geschäftsprozesse.

Die Motivation dieser Arbeit beruht auf dem Potenzial von OCPM und konventionellem Process Mining, Geschäftsprozesse effektiver und effizienter zu gestalten. Wenn Unternehmen besser verstehen, wie ihre Prozesse funktionieren, können sie diese gezielt optimieren und so Kosten senken, Durchlaufzeiten verringern, die Qualität verbessern und die Kundenzufriedenheit erhöhen. Process Mining bietet daher eine großes Chancenpotenzial, die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu steigern.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, den aktuellen Stand des Wissens zum Thema OCPM zu untersuchen und anzuwenden. Dazu werden zuerst die theoretischen Grundlagen von konventionellem sowie von objekt-zentriertem Process Mining dargelegt. Bislang gibt es kaum Veröffentlichungen über praxisnahe Anwendung von Object Centric Process Mining. Entsprechend ist es ein weiteres Ziel dieses Artikels, den Nutzen von OCPM anhand eines generischen Fallbeispiels darzustellen. Hierzu wird ein Purchase-to-Pay (P2P)-Prozess ausgewählt und anschließend analysiert, um zu zeigen, wie sich OCPM für die Geschäftsprozessoptimierung einsetzen lässt. Der Fokus liegt hierbei auf der eigentlichen Analyse und nicht auf der zugehörigen Datenextraktion und Datenaufbereitung. Darüber hinaus erfolgt ein Vergleich von konventionellem Process Mining mit OCPM und eine Auswertung, welche Vor- und Nachteile OCPM im Anwendungsfall mit sich bringt. Daran schließt sich eine Generalisierung der gewonnenen Erfahrungen an. Die wichtigsten Erkenntnisse werden in einem Fazit zusammengefasst und ein Ausblick für OCPM gegeben.

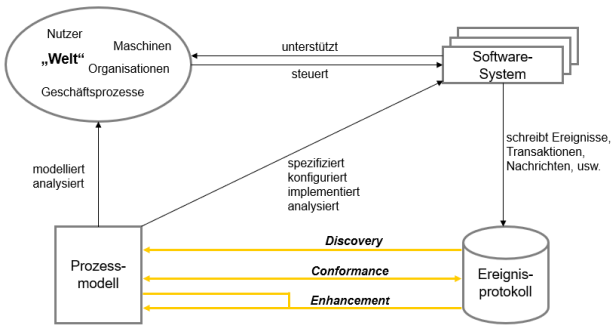
Process Mining

Bei Process Mining handelt es sich um eine datenbasierte Methode zur Analyse und Verbesserung von Geschäftsprozessen. Es gilt als junges interdisziplinäres Forschungsgebiet, welches einerseits maschinelles Lernen und Data Mining, sowie Prozessmodellierung und Prozessanalyse verbindet (van der Aalst 2011). Laue et al. definieren Process Mining als „systematische Analyse von Prozessen auf Basis von Ereignisprotokollen“ (Laue et al. 2021). Dabei wird ein Geschäftsprozess immer im Ganzen von seinem Startpunkt bis zum Endpunkt analysiert, inklusive aller zugehörigen Varianten.

Aufgrund der Unterstützung von Informationssystemen bei der Prozessausführung lassen sich zunehmend mehr Daten über Ereignisse, Transaktionen usw. sammeln. Diese kann man in ein Event-Log (dt. Ereignisprotokoll) überführen (vgl. Abb.1). Ereignisprotokolle sind der Ausgangspunkt für die Anwendung von Process Mining. Nach van der Aalst gibt es drei Hauptanwendungen von Process Mining: Discovery (dt. Erkennung), Conformance (dt. Übereinstimmung) und Enhancement (dt. Verbesserung) (van der Aalst 2012). Die Discovery-Funktion wird eingesetzt, um ein Prozessmodell basierend auf dem Event-Log durch einen Process Mining Algorithmus automatisch zu erstellen und bildet damit die Grundlage für weitere Aktivitäten. Dieses Ist-Prozessmodell beschreibt die tatsächliche „Welt", durch die in den Informationssystemen Daten generiert werden.

Die automatisch abgeleiteten Prozessmodelle lassen sich dazu verwenden, die Leistung von Prozessen zu messen, Prozessprobleme zu identifizieren und Optimierungspotentiale aufzudecken. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse können dann datenbasiert situationsgerechte Entscheidungen getroffen werden, um Verbesserungen in den Abläufen zu implementieren.

Abbildung 1: Übersicht über Process Mining und den damit verbundenen Möglichkeiten



(Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2011))

Abb.1 fasst die zuvor beschriebenen Zusammenhänge zwischen der Realität, den Informationssystemen, dem Ereignisprotokoll und dem Prozessmodell zusammen. Die gelben Pfeile stellen zudem die Wechselbeziehungen zwischen den drei Hauptanwendungen und dem Prozessmodell sowie dem Ereignisprotokoll dar.

Object Centric Process Mining

Das Ziel von OCPM ist es, Prozesse in ihrer Gesamtheit zu analysieren und somit die Grenzen des konventionellen Process Minings zu überwinden. Dafür muss in der neuen Domäne von Process Mining auf einen eindeutigen Case Key verzichtet werden: Zugehörige Geschäftsprozesse durchlaufen in der Praxis viele Stationen (z.B. Abteilungen), die an unterschiedlichen Objekten arbeiten: Beispielsweise erhält die Finanzabteilung Rechnungen, der Einkauf bestellt Materialien und die Versandabteilung versendet Pakete. Da diese Bereiche keinen gemeinsamen Case Identifier haben, entstehen im traditionellen Process Mining mehrere Event-Logs für die Abläufe, bzw. ein Event-Log für jedes Objekt. Die reale Prozesswelt lässt sich damit jedoch nicht abbilden, da diese auf mehrere Objekte referenziert. OCPM vereinfacht somit die Prozessanalyse und erlaubt einen tieferen Einblick in die Prozesslandschaft (Celonis 2023).

Zudem kann bei OCPM eine Aktivität auf mehr als exakt einen Fall verweisen. Es wird angenommen, „dass es mehrere Case Notions (sogenannte Objekttypen) gibt und dass ein Fall sich auf eine beliebige Anzahl von Objekten beziehen kann, die verschiedenen Objekttypen entsprechen" (van der Aalst 2019). Für diese neue Art des Process Minings wird ein anderes Datenmodell für Event Logs benötigt. Der Vorgang des sog. Glättens transformiert ein objektzentriertes Event-Log in ein konventionelles Event-Log, indem ein einziger Objekttyp ausgewählt wird. Dies erfordert einen adäquaten Umgang mit auftretenden Problemen wie Defizit, Konvergenz und Divergenz und welche im folgenden Kapitel erläutert werden (Berti und van der Aalst 2022)

Lösungsansätze durch Object Centric Process Mining

Abb. 2 zeigt einen Beispielbestellprozess, anhand dessen sich die Probleme erläutern lassen, mit vier Objekttypen (Bestellung, Artikel, Paket und Route) und den zugehörigen Multiplizitäten.

Abbildung 2: Einfacher Bestellprozess

(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2020b))

Eine Bestellung setzt sich aus einem oder aus mehreren Artikeln zusammen. Ein Artikel kann zusätzlich aus mehreren Einheiten bestehen. Im Versand erfolgt die Verpackung der Artikel. Es besteht die Möglichkeit, mehrere Artikel in einem Paket zu versenden. Sind beispielsweise nicht alle Artikel sofort verfügbar, können Artikel aus einer Bestellung in mehreren Paketen versandt werden. Zudem müssen Artikel in einem Paket nicht aus der gleichen Bestellung kommen. Die Lieferung findet dann auf Basis einer vorgeplanten Route statt, kann aber, falls der Empfänger oder die Empfängerin nicht sofort anzutreffen ist, auch auf einer anderen Route ausgeliefert werden. Typischerweise erfolgt auf einer Route die Auslieferung mehrerer Pakete.

Selbst für diesen einfachen Beispielprozess erweist es sich als schwierig, eine einzige Case Notion bzw. einen

einzigen Objekttypen auszuwählen: Es muss davon ausgegangen werden, dass Defizite, Konvergenz- und/ oder Divergenzprobleme auftreten.

Defizit im Sinne von Process Mining bedeutet, dass aufgrund der Wahl einer Case Notion Events unabsichtlich verloren gehen, da dieses sich nicht auf die gewählte Case Notion bezieht. Ein Beispiel dafür ist in Abb. 3 zu sehen: Für das Event mit der Aktivität „Bestellung aufgeben“ und „Bestellung bestätigen“ existiert keine Paketnummer. Wenn beim Glättungsprozess der Daten das Objekt „Paket“ als Case Notion gewählt wird, gehen die zwei anderen Events verloren, da sie keinem Paket zugehörig sind.

Abbildung 3: Event-Log für einen Bestellprozess, um das Defizit zu zeigen

Timestamp	Aktivität	Artikel	Bestellung	Paket
...	...	...	...	
20.05.2019	Bestellung aufgeben	[880005, 880006, 880007]	[990002]	
...	...	...	...	
20.05.2019	Bestellung bestätigen	[880009, 880010, 880011]	[990003]	
20.05.2019	Artikel nicht auf Lager	[880004]	[990001]	[66001]
...	...	...	...	

Timestamp	Aktivität	Artikel	Bestellung	Paket
...	...	...	...	
20.05.2019	Artikel nicht auf Lager	[880004]	[990001]	[66001]
...	...	...	...	

(Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2020b))

Wählt man beispielsweise „Artikel“ als Case Notion in der Tabelle aus Abb. 4 aus, wiederholt sich das Event im Event-Log, da nun die Aktivität „Bestellung aufgeben“ für Artikel 880005, Artikel 880006 und Artikel 88007 aufgeteilt wird. Diese unbeabsichtigte Vervielfältigung charakterisiert das Konvergenzproblem: Es erschwert, im weiteren Verlauf genaue Aussagen über Kosten, Durchlaufzeiten usw. zu treffen.

Abbildung 4: Event-Log für einen Bestellprozess, um Konvergenz zu zeigen

Timestamp	Aktivität	Artikel	Bestellung
...	...	...	...
20.05.2019	Bestellung aufgeben	[880005, 880006, 880007]	[990002]
...	...	...	...
20.05.2019	Bestellung bestätigen	[880009, 880010, 880011]	[990003]
20.05.2019	Artikel nicht auf Lager	[880004]	[990001]
...	...	...	...

Timestamp	Aktivität	Artikel	Bestellung
...	...	...	...
20.05.2019	Bestellung aufgeben	[880005]	[990002]
20.05.2019	Bestellung aufgeben	[880006]	[990002]
20.05.2019	Bestellung aufgeben	[880007]	[990002]
...	...	...	...
20.05.2019	Bestellung bestätigen	[880009]	[990003]
20.05.2019	Bestellung bestätigen	[880010]	[990003]
20.05.2019	Bestellung bestätigen	[880011]	[990003]
20.05.2019	Artikel nicht auf Lager	[880004]	[990001]
...	...	...	...

(Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2020b))

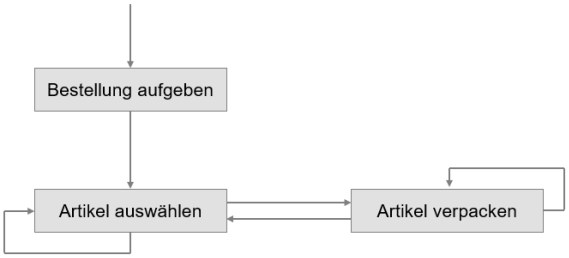
Divergenz im Sinne von Process Mining bringt verschiedene Events in einen möglichen kausalen Zusammenhang, welcher in Realität nicht existiert. Abb. 5 zeigt ein beispielhaftes Event-Log, in dem es für jeden Artikel die Aktivitäten „Bestellung aufgeben“, „Artikel auswählen“ und „Artikel verpacken“ gibt. Wählt man das Objekt „Artikel“ als Case Notion, lässt sich eine klare und logische Abfolge der drei genannten Aktivitäten erkennen. Geht man demgegenüber von „Bestellung“ als Case Notion aus, geht die Kausalität der „Artikel“ verloren: Wie Abb. 6 zeigt, reihen sich die Aktivitäten in einer nicht der Realität entsprechenden Abfolge (van der Aalst 2020b).

Abbildung 5: Event-Log für einen Bestellprozess, um Divergenz zu zeigen

Timestamp	Aktivität	Artikel	Bestellung
...	...	...	...
20.05.2022	Bestellung aufgeben	[880005, 880006, 880007]	[990002]
22.05.2022	Artikel auswählen	[880005]	[990002]
22.05.2022	Artikel auswählen	[880006]	[990002]
23.05.2022	Artikel verpacken	[880006]	[990002]
23.05.2022	Artikel verpacken	[880005]	[990002]
22.05.2022	Artikel auswählen	[880007]	[990002]
23.05.2022	Artikel verpacken	[880007]	[990002]
...	...	...	...

(Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2020b))

Abbildung 6: Ablauf für Bestellprozess durch Divergenz



(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2020b))

OCPM hingegen erlaubt es, eine Aktivität auf mehrere Objekte zu beziehen. In Bezug auf das Beispiel kann die Aktivität „Artikel verpacken“ sich sowohl auf eine Bestellung als auch auf mehrere Artikel beziehen und zielt somit darauf ab, die Probleme von Defiziten, Konvergenz und Divergenz zu lösen (van der Aalst 2019).

Object Centric Event-Logs

Der XES-Standard bezieht sich auf Event-Logs, in denen eine einzelne Case Notion gewählt werden muss. Bei Object Centric Event-Logs (OCEL) handelt es sich um eine neue Art von Event-Logs, die es ermöglichen, die Realität ohne die vorher beschriebene Konvergenz- bzw. Divergenzproblematik abzubilden. Dazu wurde von der PADS der RWTH Aachen der OCEL-Standard entwickelt, welcher als Standarddatenformat für OCPM gilt. Dessen Zweck ist es „einen allgemeinen Standard für den Austausch objektbezogener Ereignisdaten mit mehreren Case Notions bereitzustellen“ (Ghahfarokhi et al. 2021). Weiterhin soll der Standard durch die JavaScript Object Notation (JSON)/XML Serialisierungen von OCEL mehrere Sprachen und Systeme unterstützen und damit Interoperabilität ermöglichen. Zudem ist der Standard auch erweiterbar. Abschließend soll dieser Standard in individuellen Anwendungen verwendbar sein und unterstützt werden.

Ein Ausschnitt eines Order Management Beispiellogs ist in Abb. 7 zu sehen. In diesem besteht das erste Event aus der Aktivität „Bestellung bestätigen“ und bezieht sich auf die Objekte „Artikel“, „Produkt“ und „Bestellung“. Zudem gibt es auch Attribute, welche in der Darstellung „Gewicht“ und „Preis“ sind. Weitere typische Beispiele wären Purchase-to-Pay (P2P) oder Order-to-Cash (O2C) Prozesse.

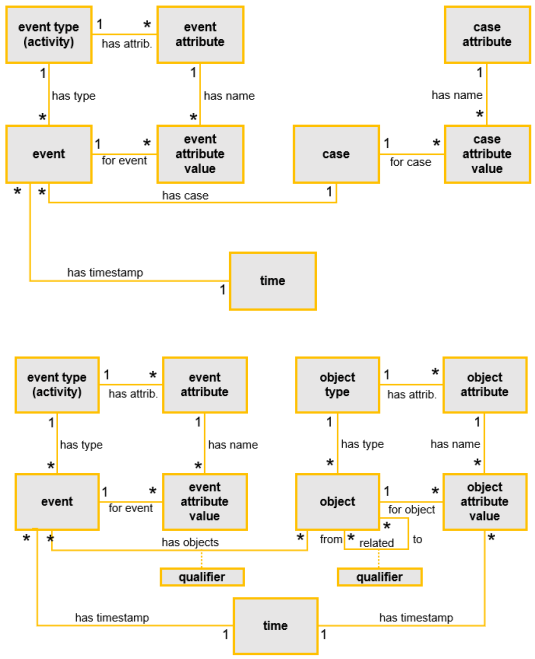
Abbildung 7: Ausschnitt aus einem Order Management Log

Event ID	Timestamp	Aktivität	Gewicht	Preis	Artikel	Produkt	Bestellung	Paket
1350	23.05.2019 12:55	Bestellung bestätigen	2432	98398	['880096', '880094', '880095']	['iPhone X', 'Echo Plus', 'Echo Show 8']	['990024']	
1360	23.05.2019 13:04	Bestellung bestätigen	348	453499	['880081', '880080', '880079']	['Echo Show 8', 'MacBook Air']	['990020']	['660001']
1370	23.05.2019 13:32	Artikel auswählen	98	12999	['880080']	['Echo Show 8']	['990020']	
1380	23.05.2019 13:39	Artikel auswählen	28	8999	['880039']	['Fire Stick 4K']	['990011']	['660001']
1390	23.05.2019 13:57	Bestellung aufgeben	1263	18498	['880110', '880111']	['Echo', 'Kindle']	['990027']	

(Quelle :eigene Darstellung auf Basis von (PADS - RWTH Aachen University 2022))

Der konzeptionelle Unterschied in den Datenmodellen zwischen klassischem Process Mining und OCPM zeigen die Metamodelle in Abb. 8: Im klassischen Process Mining existiert ein „Case“ (mit einer eindeutigen „Case ID“). Diese Klasse wird bei OCPM durch „Object“ ersetzt, die ihrerseits mit dem „Object Type“ in Form einer N:1 Kardinalität verbunden ist. Jedes Objekt hat genau einen Objekt Identifikator und einen Objekttypen. Dem „Object Type“ lassen sich wiederum mehrere Objektattribute in Form einer 1:N Kardinalität zuordnen. Bei Object Centric Event Data (OCED) sind „Event“ und „Object“ mit einer N:M Beziehung miteinander verbunden. Somit ist es möglich, dass mehrere Objekte in einem Event enthalten sind oder ein Objekt in mehreren Events. Mit Hilfe eines „Qualifier“ wird die Zuordnung von Events zu einem Objekt im Eventlog realisiert. Auch zwischen Objekten können N:M Beziehungen bestehen. Entsprechend sorgt auch hier ein „Qualifier“ für die entsprechende Zuordnung (van der Aalst 2023).

Abbildung 8: Metamodelle zur Konzeptualisierung von traditionellen Eventlogs (oben) und zu objektzentrierten Eventdaten (unten)



(Quelle: eigene Darstellung auf Basis von (van der Aalst 2023))

ANWENDUNG VON OCPM

Der nachfolgend vorgestellte Purchase-to-Pay-Prozess stellt einen generischen Einkaufsprozess im Unternehmen dar: Er beginnt mit der Beschaffung und endet mit der Bezahlung der Ware (vgl. Abb. 9).

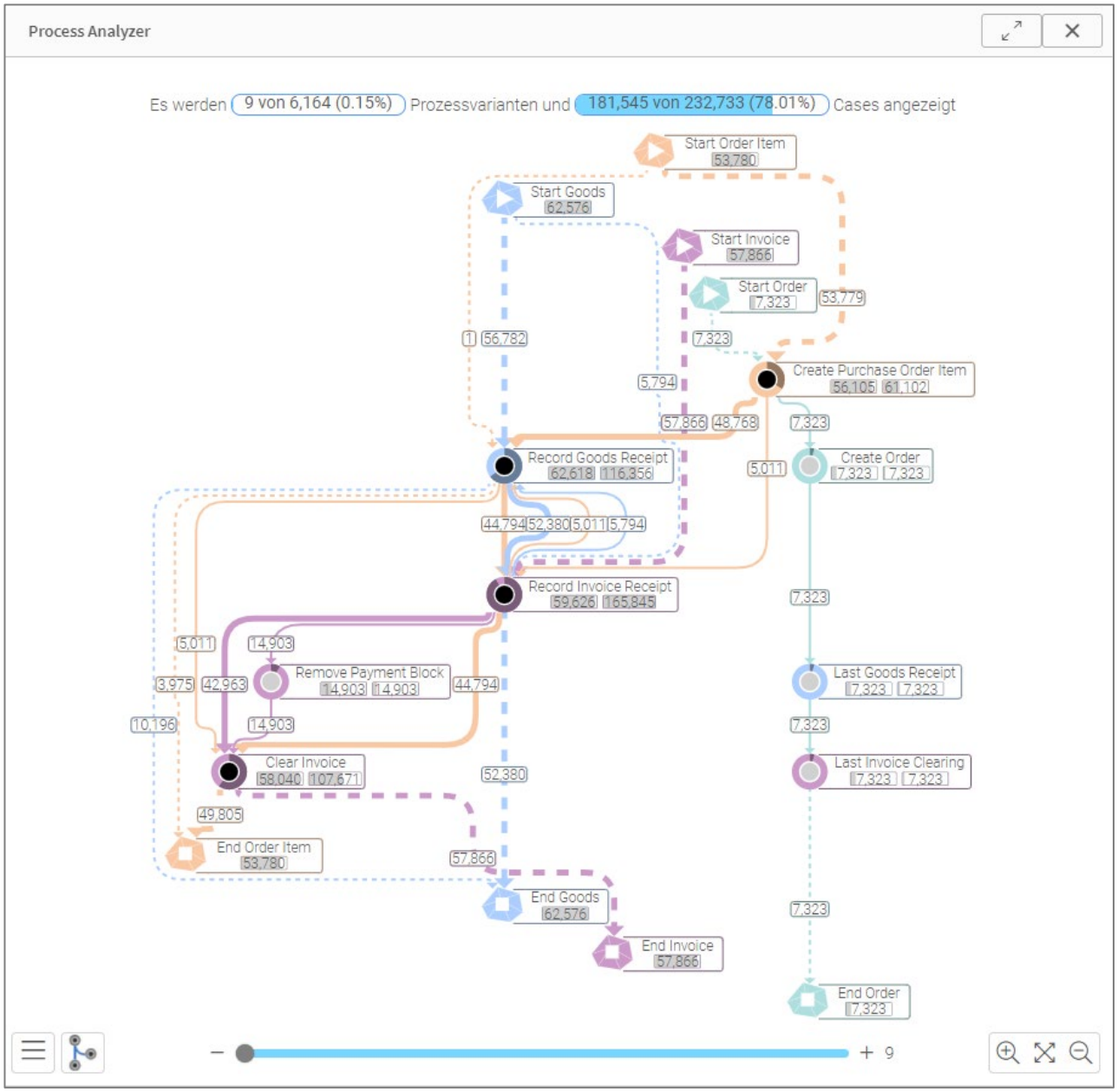
Abbildung 9: Vereinfachter P2P-Prozess

(Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von (Hartel et al. 2021))

Nach dem Prozessstart erfolgt eine Bestellung von Materialien und im Anschluss die Übertragung an den Lieferanten. Anschließend werden die Waren vom Lieferanten an das Unternehmen geliefert und der Wareneingang dokumentiert. Darauf folgt der Erhalt der Rechnung und die abschließende Zahlung (Hartel et al. 2021).

Für die OCPM-Analyse wird ein Datensatz verwendet, welcher von MEHRWERK zur Verfügung gestellt wurde. Grundsätzlich stellt die PADS der RWTH Aachen öffentlich zugängliche Datensätze für OCPM zur Verfügung. Diese sind aber deutlich kleiner als der verwendete Datensatz und beinhalten daher lediglich eingeschränkte Analysemöglichkeiten. Weiterhin fehlen Case Dimensions, d.h. Attribute wie beispielsweise Lieferant, Kostenbereich, in diesen öffentlichen Datensätzen.

Abbildung 10: Process Analyzer



(Quelle: Auszug MPM OCPM Anwendung)

Process Analyzer

Um den zu analysierenden Prozess zu visualisieren, wird der Process Analyzer (dt. Prozessanalysator) genutzt. Dieser bietet eine typische Process Mining Funktionalität, die Analysten dabei hilft, Prozessvarianten zu verstehen und Varianten zu entdecken, weshalb er auch als Variant Explorer bezeichnet wird. Um den Prozess als Graphen darzustellen, werden Knoten und Kanten verwendet. Knoten sind als Kreise dargestellt und repräsentieren die Aktivitäten, welche der Prozess durchläuft. Für die Aktivitäten werden außerdem ein bis zwei weitere Prozessleistungsindikatoren angezeigt (Anzahl an Events und Anzahl an Interaktionen). Kanten stellen die Verbindungslinien zwischen den Knoten her und ihre Häufigkeit lässt sich anhand der beschrifteten Zahl und der Linienbreite erkennen. Eine breite Linie stellt eine hohe Häufigkeit dar und vice versa. Verbindungslinien, die zum Start- oder Endevent führen, werden als gestrichelte Linie angezeigt, da diese keine Prozessschritte sind. Über dem Prozessverlauf wird zusätzlich der relative Anteil der ausgewählten Varianten an allen Prozessvarianten angezeigt. Ferner erfolgt der Ausweis, welche Anzahl an Cases durch die ausgewählten Varianten nominal und relativ abgebildet werden. Ein Nutzer kann die Anzahl an angezeigten Varianten über einen Slider auswählen. Die Reihenfolge der Varianten richtet sich nach der Häufigkeit, somit ist die häufigste Prozessvariante immer die erste Variante. Es besteht ebenfalls die Möglichkeit, die durchschnittliche Wartezeit oder den Anteil der Cases direkt an den Kanten anzuzeigen, um insbesondere Engpässe zu erkennen. Ziel des Process Analyzer ist es, die Komplexität des Prozesses zu reduzieren, um das Prozessverständnis zu vergrößern. Abb. 10 zeigt den Process Analyzer und stellt 9 von 6.194 Prozessvarianten dar, womit bereits 78,01 % der Cases abgedeckt sind. Bereits mit neun Varianten ist der Prozess komplex und nicht intuitiv nachvollziehbar.

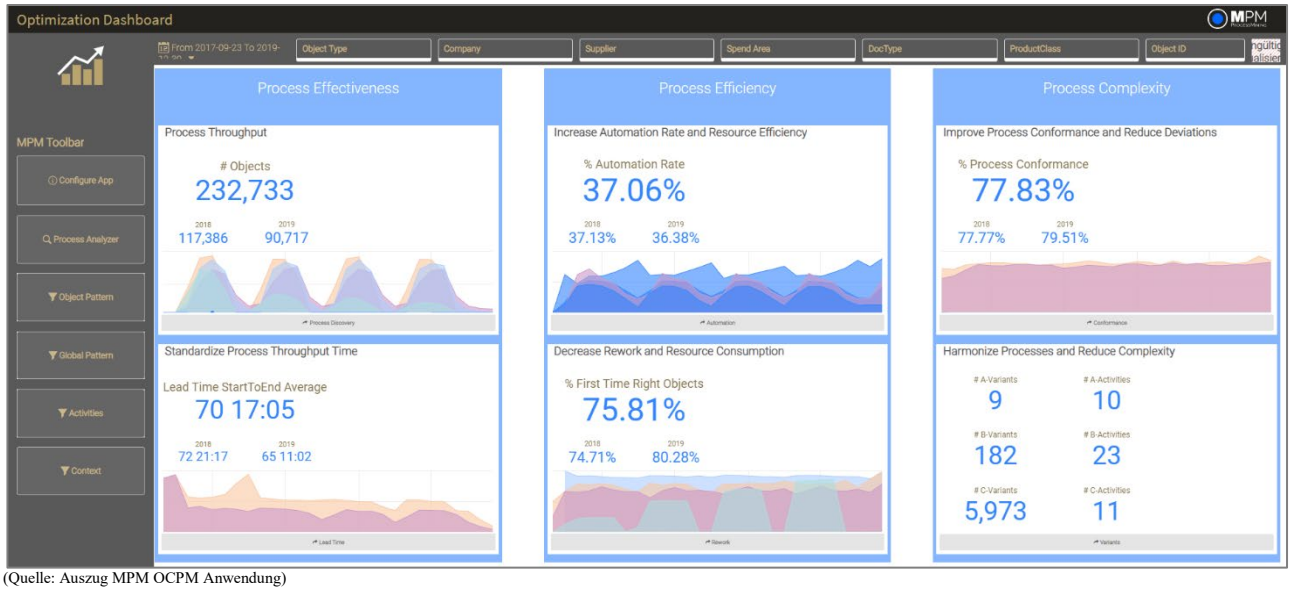
Der Nutzer kann sich entsprechend weniger Prozessvarianten anzeigen lassen oder spezifisch nach einzelnen Aktivitäten filtern. Dafür können NutzerInnen eine Aktivität auswählen und entscheiden, ob ausschließlich Prozessverläufe mit dieser Aktivität oder ohne diese Aktivität dargestellt werden sollen. Zudem kann man sich gezielt Prozessverläufe anzeigen lassen, die mit dieser Aktivität beginnen oder enden.

Arbeitsblätter

Das Optimization Dashboard in Abb. 11 bildet einen Ausgangspunkt für eine Analyse, da es verschiedene Informationen in aggregierter Form anzeigt. Dafür werden Process Performance Indicators (PPIs) (dt. Prozessleistungsindikatoren) zu allen Objekten dargestellt. Prozessverantwortlichen steht damit ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem sich überprüfen lässt, welche Initiativen zur Prozessverbesserung den größten Erfolg haben. Hierfür werden drei Bereiche der Optimierung abgedeckt: Effektivität, Effizienz und Komplexität.

Der linke Block stellt die Prozesseffektivität anhand des Prozessdurchsatzes und der Standarddurchlaufzeit dar. Zusätzlich werden die Kennzahlen im Zeitverlauf pro Jahr angezeigt. Der P2P-Prozess hat insgesamt einen Durchsatz von 232.733 Objekten. Im dazugehörigen Liniendiagramm ist für jeden Objekttyp eine wellenartige Linie zu sehen. Dieser Verlauf könnte auf einen saisonalen Einkaufsprozess hinweisen, jedoch wurden im konkreten Fall die Daten vervielfältigt, um den Datensatz zu vergrößern und hat damit keinen realitätsnahen Hintergrund. Die durchschnittliche Durchlaufzeit von Anfang bis Ende beträgt 70 Tage, 17 Stunden und 5 Minuten,

Abbildung 11: Optimization Dashboard



(Quelle: Auszug MPM OCPM Anwendung)

(siehe Abb. 18). 2018 waren es ca. 72 Tage und 2019 hat sich die Standarddurchlaufzeit bereits auf ca. 65 Tage verkürzt. Das entspricht einer Reduktion um 9,7 % und folglich waren die Optimierungsmaßnahmen erfolgreich.

Der mittlere Block zeigt die Prozesseffizienz an und teilt sich in zwei Abschnitte auf. Diese Abschnitte dienen jeweils dem Ziel, die Prozesseffizienz zu erhöhen. Inhaltlich geht es dabei einerseits um die Erhöhung der Automatisierungsrate und Ressourceneffizienz sowie andererseits um die Senkung der Nacharbeit und des Ressourcenverbrauchs. Im P2P-Prozess hat sich über die letzten zwei Jahre die Automatisierungsrate von 37,13 % auf 36,38 % verringert und repräsentiert somit einen zentralen Handlungsbedarf, da ein strategisches Unternehmensziel die Steigerung der Automatisierungsrate ist. Die Nacharbeit ist von 2018 auf 2019 gesunken, wie aus der Steigerung der fehlerfreien Bearbeitung von 74,71 % auf 80,28 % („First Time Right Objects") hervorgeht. Es ist ersichtlich, dass die verschiedenen Objekttypen im Prozess große Unterschiede aufweisen.

Der Objekttyp „Goods", welcher in Blau im Liniendiagramm dargestellt wird, zeigt eine nahezu waagrechte Linie und der Objekttyp „Order" weist eine wellenartige Linie auf. Das sind Anhaltspunkte, um eine Ursache-Wirkungsanalyse durchzuführen.

Der rechte Block im Optimierungsdashboard bildet die Prozesskomplexität ab und teilt sich in zwei Abschnitte. Die zugehörigen Zielsetzungen sind zum einen die Verbesserung der Prozesskonformität und Reduzierung der Abweichungen sowie zum anderen die Harmonisierung der Prozesse und die Komplexitätsreduktion. Im Bereich der Prozesskonformität ist im Zeitverlauf von 2018 auf 2019 eine kleine Steigerung von 2,3 % ersichtlich und das Liniendiagramm zeigt eine nahezu gerade Linie und somit keine Auffälligkeiten. Für den Teil der Prozessharmonisierung werden die Varianten und Aktivitäten innerhalb des P2P-Prozesses anhand einer ABC-Analyse aufgegliedert. Der A-Teil beschreibt ca. 80 %, der B-Teil 15 % und der C-Teil ca. 5 %.

Alle sechs Visualisierungen haben unter dem Liniendiagramm einen grauen Balken, welcher den Nutzer direkt zum entsprechenden Arbeitsblatt weiterleitet, um die Analyse zu vertiefen.

Weiterhin gibt es eine Vielzahl an Arbeitsblättern, auf die hier nicht im Detail eingegangen wird. Dazu gehört das Start-to-End-Lead-Time-Arbeitsblatt, welches sich auf die Prozessoptimierung in der zeitlichen Dimension fokussiert. Das Automatisierungsarbeitsblatt dient dazu, Bereiche und Aktivitäten zu identifizieren, die durch Automatisierung optimiert werden können. Zusätzlich dient das Monitoring Arbeitsblatt zur Echtzeitüberwachung von unvollendeten Cases und zeigt damit das der Trend der Echtzeitüberwachung bereits in der Praxis angewandt wird. Abschließend beinhaltet die OCPM-Lösung noch spezifische Arbeitsblätter für Detailanalysen, Konformitätsprüfungen und diverse Übersichts- und Benchmarkingarbeitsblätter.

DISKUSSION (VERGLEICH TPM & OCPM)

Um die im Theorieteil erläuterten Unterschiede von OCPM und konventionellem Process Mining aufzuzeigen, wird im Folgenden der identische P2P-Prozess mit dem konventionellen Ansatz und dem objektzentrierten Ansatz analysiert. Dafür wurde von MEHRWERK für beide Ansätze eine Anwendung bereitgestellt, in der die Daten bereits importiert wurden. Die Analyse des P2P-Prozess wurde bereits in Kap. 3 mit OCPM vollzogen. Für die Anwendung von konventionellem Process Mining wird „Order Item" als Case Notion gewählt.

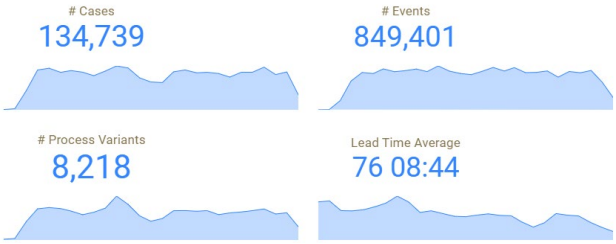
Ein großer Unterschied ergibt sich bei Extraktion und Aufbereitung der Daten: Für konventionelles Process Mining müssen diese aufwändig aufbereitet und geglättet werden, da die Daten in objektzentrierter Form in Informationssystemen vorliegen. OCPM kann diese objektzentrierte Form fast ohne Transformationsschritte übernehmen und reduziert im Anwendungsfall den Aufwand erheblich. Das Zusammenspiel der Objekte beim OCPM muss von einem Data Analysten festgelegt werden: Dieser definiert, welche Interaktionen oder Übergabepunkte, sogenannte Touchpoint-Aktivitäten, zwischen den Objekten genutzt werden sollen. Die Experten von MEHRWERK schätzen den Aufwand der Extraktion und des Imports insgesamt für OCPM 20–50 % geringer ein als im konventionellen Mining.

Die zwingende Auswahl einer Case Notion erlaubt nur eine Sicht auf den Prozess. Um die Case Notion im klassischen Process Mining zu ändern, müssen die Daten erneut geglättet und importiert werden, was einen weiteren erheblicher Mehraufwand bedeutet. Das führt in der Praxis zu Entscheidungsproblemen, da alle Stakeholder einer Process Mining Analyse sich auf eine Case Notion einigen müssen. Die Finanzabteilung wünscht sich dabei i.d.R. eine Analyse, welche sich auf die Rechnungen fokussiert, die Logistikabteilung demgegenüber eine Analyse mit Fokus auf den Lieferscheinen. Zwangsläufig können mit dem konventionellen Ansatz im Gegensatz zu OCPM nicht beide Wünsche parallel befriedigt werden.

Zusätzlich sind die Probleme von Konvergenz und Divergenz auch in der praktischen Anwendung zu beobachten. Abb. 12 und Abb. 13 zeigen einen Ausschnitt aus den jeweiligen Optimization Dashboards, welche die vier wichtigsten PPIs visualisiert. Abb.12 zeigt dabei die PPIs der konventionellen Process Mining Analyse und Abb. 13 die PPIs der OCPM-Analyse.

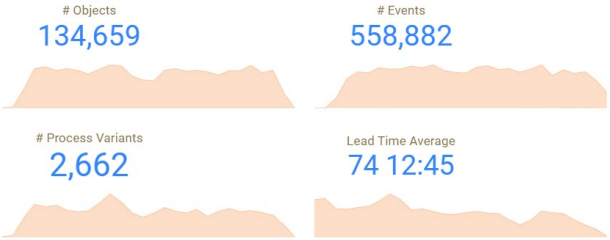
Die identische Datenbasis wird durch die Anzahl der Cases bzw. der Anzahl der Objekte evident. Die Anzahl der Events unterscheidet sich zwischen den zwei Ausprägungen jedoch erheblich: Der konventionelle Ansatz zählt 849.401 Events, wobei die OCPM-Analyse nur 558,882 Events zählt. Die Differenz von 290.519 Events ist dabei auf Konvergenz, also der unbeabsichtigten Vervielfältigung von Events, zurückzuführen.

Abbildung 12: PPIs des P2P-Prozess nach konventioneller Process Mining Analyse



(Quelle: Auszug MPM OCPM Anwendung)

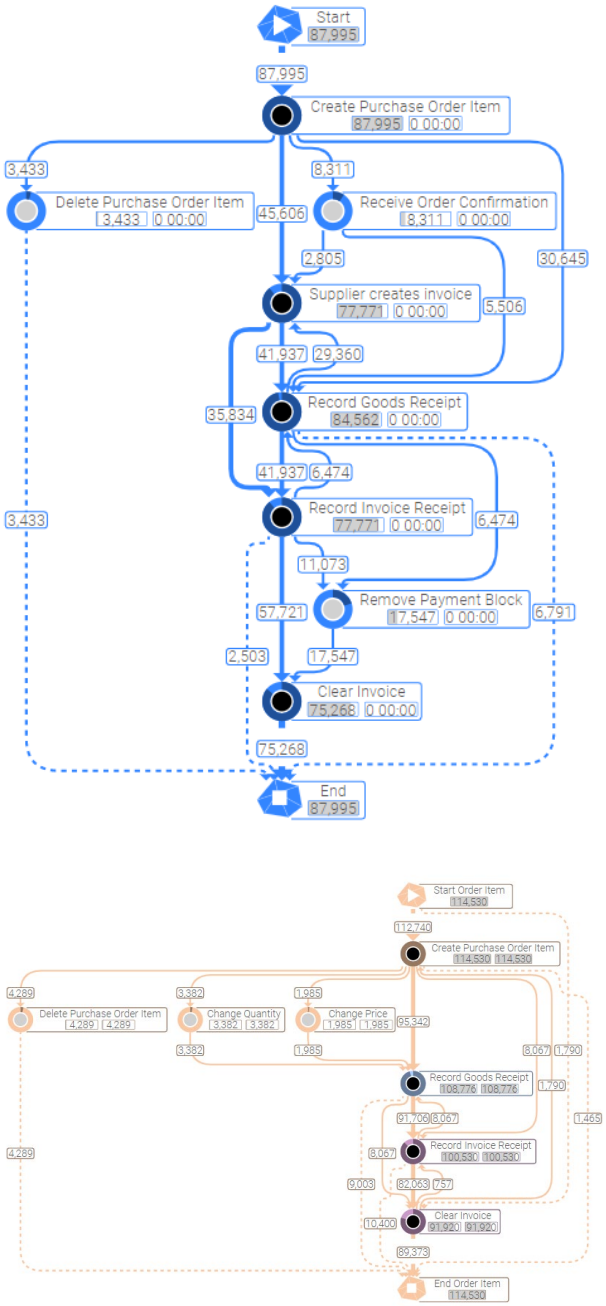
Abbildung 13: PPIs des P2P-Prozess nach OCPM Analyse



(Quelle: Auszug MPM OCPM Anwendung)

Neben der Differenz in der Anzahl der Events existiert ein weiterer Unterschied: In der konventionellen Process Mining Analyse hat der Prozess 8.218 Varianten, jedoch zeigt die objektzentrierte Analyse nur 2.662 Varianten an. Dies ist hauptsächlich auf die Divergenzproblematik zurückzuführen, da diese dazu führt, dass Events in einen kausalen Zusammenhang gebracht werden, der in der Realität nicht existiert. Entsprechend fälschlicherweise vermutete Zusammenhänge führen zu Rückschlüssen auf Prozessverläufen, die in dieser Form nie in der Praxis ausgeführt wurden. Abb. 14 zeigt die Process Analyzer mit den zehn häufigsten Prozessvarianten aus dem konventionellen Process Mining (oben) und den Process Analyzer aus OCPM (unten). Die OCPM-Version ist nach dem Order Item sortiert, um die Prozessverläufe besser vergleichen zu können. Es zeigt sich, dass sich die Aktivitäten bereits in den ersten zehn häufigsten Varianten unterscheiden: In der OCPM-Analyse werden unter anderem die Aktivitäten „Change Price“ und „Change Quantity“ angezeigt, welche im konventionellen Ansatz nicht enthalten sind.

Abbildung 14: Process Analyzer von OCPM (unten) und klassischem Process Mining (oben)



(Quelle: Auszug MPM OCPM Anwendung)

Dafür sind im Process Analyzer des konventionellen Ansatzes Aktivitäten wie „Receive Order Confirmation“ enthalten, die der OCPM Process Analyzer nicht ausweist. Diese Unterschiede resultieren aus der jeweiligen Anzahl der Prozessvarianten und der Events. Als Konsequenz von Informationsdefiziten, Divergenz und Konvergenz lassen sich durch das klassische Process Mining keine aussagekräftigen Prozessmodelle erstellen. Dem durch konventionellem Process Mining erstellten Prozessverlauf fehlen zudem die Interaktionen zwischen den verschiedenen Objekten.

Die Modellierung der Interaktionen für OCPM erweist sich gegenwärtig generell als problematisch: In der praktischen Anwendung sind die Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten nicht immer transparent. Somit hängt die Qualität der OCPM-Datenmodelle von den Fähigkeiten eines Data Engineers ab.

ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

Um den aktuellen Wissensstand von OCPM zu zeigen, wurden die theoretischen Grundlagen erläutert und aufgezeigt, dass die zwingende Auswahl einer einzigen „Case Notion“ im konventionellen Process Mining zu Problemen im Hinblick auf Informationsdefizite, Konvergenz und Divergenz führt. Für die Bewertung des aktuellen Entwicklungsstandes von OCPM wurde mit Hilfe eines P2P-Prozesses ein Anwendungsfall generiert. Sowohl der zugehörige Datensatz als auch die Process-Minig-Software wurden von der Firma MEHRWERK gestellt. Hierdurch konnten die Analysemöglichkeiten von OCPM realitätsnah in einzelnen Arbeitsblättern dargestellt werden. Es zeigt sich dabei auch, dass die Datenbereitstellung bei OCPM wesentlich weniger aufwändig und gleichzeitig flexibler für den Einsatz in der Praxis ist.

Als Fazit lässt sich ziehen, dass sich durch OCPM Optimierungspotenziale besser als durch klassisches Process Mining ableiten lassen: Aufwändige Aufbereitungen und Glättungen der Daten können reduziert werden. Ferner sind Konvergenz- und Divergenzprobleme durch OCPM wesentlich besser lösbar. Aufgrund dieser Vorteile ist davon auszugehen, dass OCPM aufgrund der zuvor aufgezeigten Vorteile mittelfristig traditionelles Process Mining komplett ersetzen wird. Hieraus lassen sich Impulse für die integrierte Analyse verschiedener Geschäftsprozesse und zugehörigen Verbesserungen ableiten.

Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich aus der Analyse von stetigen Daten (van der Aalst 2020a): Gegenwärtig geht man davon aus, dass Ereignisdaten diskret sind. Durch das wachsende Anwendungsgebiet von Process Mining können jedoch in Zukunft auch stetige Daten zum Einsatz kommen. Wenn diese jedoch in diskreter Form dargestellt werden müssen, kann dies zu mehr falsch-positiven oder falsch-negativen Werten führen. Hieraus erwächst die Gefahr, dass nicht stattgefundene Aktivitäten dem Ereignisprotokoll hinzugefügt werden, was wiederum zu falsch abgeleiteten Schlussfolgerungen und Entscheidungen führen kann (van der Aalst 2020a).

LITERATUR

Berti, Alessandro; van der Aalst, Wil M. P. (2022): OC-PM: analyzing object-centric event logs and process models. In: International Journal on Software Tools for Technology Transfer, S. 1–17.

Ghahfarokhi, Anahita Farhang; Park, Gyunam; Berti, Alessandro; van der Aalst, Wil M. P. (2021): OCEL: A Standard for Object-Centric Event Logs. In: European Conference on Advances in Databases and Information Systems: Springer, Cham, S. 169–175.

Hartel, Dirk H.; Javorovic, Filip; Norberg, Leonard (2021): Anwendungsmöglichkeiten von Process Mining am Beispiel des Purchase-to-Pay-Prozesses für Raw Materials bei Bosch Power Tools — ein Theorie-Praxis-Transfer. In: Supply Management Research: Springer Gabler, Wiesbaden, S. 161–187.

Laue, Ralf; Koschmider, Agnes; Fahland, Dirk (2021): Prozessmanagement und Process-Mining. Grundlagen. München, Berlin: De Gruyter Oldenbourg; Walter de Gruyter GmbH (De Gruyter Studium).

van der Aalst, Wil M. P. (2011): Process mining: Discovery, Conformance and Enhancement of business processes. Springer, Berlin.

van der Aalst, Wil M. P. (2012): Process Mining: Over-view and Opportunities. In: ACM Transactions on Management Information Systems 3 (2), S. 1–17.

van der Aalst, Wil M. P. (2019): Object-Centric Process Mining: Dealing with Divergence and Convergence in Event Data. In:. International Conference on Software Engineering and Formal Methods: Springer, Cham, S. 3–25.

van der Aalst, Wil M. P. (2020a): Academic View: Development of the Process Mining Discipline. In: Process Mining in Action: Springer, Cham, S. 181–196.

van der Aalst, Wil M. P. (2020b): Genuine Process Improvements Using Object-Centric Process Mining. Virtual Lectures Series on Business Process Management. Universität Würzburg, 30.11.2020.

van der Aalst, Wil. M. P. (2023). Object-Centric Process Mining: Unraveling the Fabric of Real Processes. Mathematics, 11(12), 2691.

Weblinks

Celonis (2023): What is object-centric process mining? Online verfügbar unter https://www.celonis.com/blog/what-is-object-centric-process-mining-ocpm/, zuletzt aktualisiert am 07.02.2023, zuletzt geprüft am 07.02.2023.

PADS - RWTH Aachen University (2022): OCEL Standard. Online verfügbar unter https://ocel-standard.org/, zuletzt aktualisiert am 05.12.2022, zuletzt geprüft am 02.02.2023.