Educational Process Mining: Potenziale und Herausforderungen der Prozessoptimierung im Bildungssektor

Im Rahmen des Moduls "Digital Business Process Management"

an der Digital Business University of Applied Sciences DBU Berlin

Autor:	Simon Sahli
Studiengang:	Data Science und Management (M.Sc.)
Immatrikulation:	190252
Adresse:	CH-3065 Bern
E-Mail:	simon.sahli@student.dbuas.de
Datum der Einreichung:	19.08.2024

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **3**

2 Process Mining **3**

3 Data Mining im Bildungsbereich **6**

4 Educational Process Mining **7**

4.1 Educational Process Mining Framework 8

4.2 Gemeinsamkeiten und Unterschiede EPM zu Digital Business Process Management DBPM 9

4.3 Aktuelle Forschung 10

5 Fazit **11**

6 Quellenverzeichnis **13**

1 Einleitung

Die moderne Bildungslandschaft steht vor zahlreichen Herausforderungen, darunter der mit den Jahren steigende Mangel an qualifizierten Lehrkräften, beispielsweise in Deutschland[6] und der Schweiz[10], was die Notwendigkeit effizienterer Bildungsprozesse verstärkt. Angesichts dieser Herausforderungen kann die Optimierung und effektive Verwaltung von Lern- und Lehrprozessen zu einem entscheidenden Faktor für den langfristigen Erfolg von Bildungseinrichtungen werden. In diesem Kontext kann die Analyse von Daten und Prozessen eine immer grössere Bedeutung gewinnen, indem Optimierungsmöglichkeiten von Bildungsprozessen hergeleitet und dargestellt werden.

In der vorliegenden Arbeit wird das Konzept des Process Mining, ursprünglich im betriebswirtschaftlichen Kontext entwickelt, auf den Bildungsbereich übertragen und die dazugehörige Literatur durchleuchtet. Ziel ist es, die Grundlagen des Process Mining und dessen Anwendung im Geschäftsprozessmanagement zu untersuchen, um anschliessend die spezifischen Anwendungsfälle im Bildungsbereich analysieren zu können. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Analyse von Lernprozessen, die durch den Einsatz von Data Mining und Process Mining-Techniken optimiert werden können.

Die Arbeit ist in drei Hauptteile gegliedert: Zunächst wird eine kurze Literaturübersicht zu den Anfängen und Entwicklungen des Process Mining im Bereich der Geschäftsprozesse skizziert. Anschliessend wird das Forschungsfeld des Educational Data Mining untersucht, um die Schnittstellen und Unterschiede zu allgemeinen Geschäftsprozessen aufzeigen zu können. Im abschliessenden Teil der Arbeit wird das Konzept des Educational Process Mining (EPM) vorgestellt, welches die Methoden des Process Mining auf den Bildungsbereich überträgt und damit neue Möglichkeiten zur Analyse und Optimierung von Lernprozessen eröffnet.

2 Process Mining

Imran et al. (2022)[16] verdeutlichen den wichtigen Standpunkt, dass ein Unternehmen, das die Beziehung zwischen Daten und betrieblichen Abläufen analysiert, dies ohne ein ganzheitliches Verständnis des zugrunde liegenden Prozesses nicht gewinnbringend umsetzen kann. Prozessverständnis ist, so scheint es, ein äusserst wichtiger Aspekt im betriebswirtschaftlichen Kontext. In der Lektüre von Allweyer (2023)[4] wird Process Mining als Technologie im Rahmen der Analyse von Geschäftsprozessen und im Rahmen des Digital Business Process Managements (DBPM) interpretiert. Innerhalb von DBPM entwickelt sich die Technologie ständig weiter, um bessere Analyse- und Optimierungsmöglichkeiten zu bieten. Process Mining ist eine dieser Weiterentwicklungen, die es ermöglicht, tiefer in die operativen Daten einzutauchen und fundierte, datenbasierte Entscheidungen

zu treffen.
Imran et al. (2022)[16] verstehen Process Mining entsprechend als Oberbegriff für die Kombination von Data Mining und Geschäftsprozessmanagement-Ansätzen.

In Ihrem Handbuch definieren Aalst und Carmona (2022)[3] den Begriff Process Mining als Schnittstelle zwischen Datenwissenschaften und Prozesswissenschaften. Gemäss den Autoren ist ein zentrales Element von Process Mining die Extraktion von Ereignisdaten, die zur Modellierung, Analyse und Verbesserung von Prozessen genutzt werden. Diese Techniken und Verfahren sind allgemein gehalten, so dass diese in jeder Form von Organisation angewendet werden können. Gemäss den Ausführungen in der Literatur von Aalst und Carmona hat die systematische Erforschung dieser Kombination von Data Mining und Business Process Management in Form von Process Mining bereits in den 1990er Jahren begonnen. Nach den Autoren haben sich sechs häufige Typen des Process Minings herauskristallisiert:

1- **Prozessentedeckung**: Automatisierte Erstellung von Prozessmodellen aus Ereignisprotokollen.
2- **Konformitätsprüfung**: Überprüfung, ob die beobachten Prozesse mit den Modellvorgaben übereinstimmen.
3- **Leistungsanalyse**: Analyse von Prozessen hinsichtlich Effizienz und Qualitätsproblemen.
4- **Vergleichendes Process Mining**: Vergleich mehrerer Ereignisprotokolle zur Identifiktion von Unterschieden und Gemeinsamkeiten.
5- **Prädiktives Process Mining**: Vorhersage zukünftiger Prozessereignisse zur proaktiven Problemlösung.
6- **Handlungsorientiertes Process Mining**: Umsetzung von Erkenntnissen aus der Prozessanalyse in konkrete Massnahmen zur Prozessverbesserung.

Die Wichtigkeit der sechs Formen und damit der Handlungsfelder von Process Mining wird in der Arbeit von Aalst, Reijers und Maruster (2024)[1] deutlich hervorgehoben. Die Autoren verweisen auf zwei Jahrzehnte der Forschung und Entwicklung in diesem Gebiet und betonen den breiten Einsatz von Process Mining in verschiedenen Wirtschaftssektoren wie Einzelhandel, Logistik, Automobilindustrie, Finanzen, Versicherungen, Transport, Telekommunikation und Energie. Sie argumentieren, dass Unternehmen in allen Bereichen ihre Geschäftsprozesse kontinuierlich evaluieren müssen, um Verbesserungen zu erzielen. Ein weiterer Aspekt, der die Bedeutung von Process Mining unterstreicht, ist der Einfluss aktueller Entwicklungen im Bereich Machine Learning und künstlicher Intelligenz. Diese Entwicklungen haben zur Etablierung einer Process Mining Task Force beigetragen. Das Process Mining Manifesto von Aalst et al. (2012)[2] stellt die Prinzipien und Ziele der IEEE Task Force on Process Mining[15] vor und ist gleichzeitig ein Produkt der Task Force selbst. Die Task Force wurde 2009 mit dem Ziel gegründet, die Forschung, Entwicklung, Ausbildung und das Verständnis von

Process Mining zu fördern. Ein grosses Ziel der Organisation war und ist zudem die Etablierung eines Standards in der Protokollierung von Ereignisdaten. Ab 2009 wurden Workshops, Tutorials und Kurse organisiert und angeboten.

Weiter beschreibt das Process Mining Manifesto von Aalst et al. (2012)[2] mehrere Herausforderungen, die in der Thematik nach wie vor aktuell sind: Das Auffinden, Zusammenführen und Bereinigen von Ereignisdaten, der Umgang mit komplexen Ereignisprotokollen, die Erstellung repräsentativer Benchmarks sowie die Bewältigung von Konzeptänderungen (sogenannter Concept Drift).

Das erwähnte Manifest hat einen bedeutenden Einfluss auf die Literatur im Bereich Process Mining gehabt. Dies wird in der Arbeit von Zerbino, Stefanini und Aloini (2021)[21] deutlich, die eine umfassende Analyse der Literatur im Bereich Process Mining durchgeführt haben. Laut den Autoren war im Jahr 2021 die Anzahl der Konferenzbeiträge im Bereich Process Mining noch zahlreicher als die der Zeitschriftenartikel, obwohl letztere einen grösseren wissenschaftlichen Einfluss haben. Die Autoren heben insbesondere die Relevanz von Arbeiten zur Prozessentdeckung hervor, einer der sechs Formen von Process Mining. Ein grosser Teil der Forschung im Bereich Process Mining konzentriert sich auf den Aspekt der Prozessentdeckung. Es scheint, dass dieser Zugang zur Thematik am anschaulichsten ist, auch wenn Arbeiten zu weiteren Fragestellungen durchaus ihre Berechtigung haben.

Dies zeigt sich auch bei Augusto et al. (2019)[7], die in ihrem Paper noch stärker auf die Prozessentdeckung mittels Process Mining eingehen. Diese Methode wurde in den letzten zwei Jahrzehnten intensiv erforscht, wie die systematische Literaturübersicht der Autoren zeigt. Das Paper vergleicht die Anwendung bestehender Methoden der automatisierten Prozessentdeckung in verschiedenen Arbeiten anhand von zwölf öffentlich zugänglichen und realen Ereignisprotokollen. Die Autoren identifizieren dabei zwei Hauptprobleme bei der Anwendung: Einerseits sind die resultierenden Modelle oft gross und schwer verständlich (sogenannte Spaghetti-Modelle), andererseits sind sie oft zu allgemein gehalten. Das heisst, die reale Komplexität korrekt zu erfassen und mittels Prozesserkennung auch tatsächlich abzubilden, bleibt weiterhin eine Herausforderung.

In der systematischen Literaturübersicht von Imran et al. (2022)[16] wurden Faktoren identifiziert, die zur Entstehung von Komplexität im Process Mining beitragen. Sogenanntes Rauschen in den Ereignisdaten, das Ausschläge oder irrelevante Daten umfasst, erschwert die Identifizierung relevanter Muster und beeinträchtigt die Genauigkeit der Prozessmodelle. Ein weiterer Faktor ist die Flexibilität der Prozesse selbst, die massgeblich zur Komplexität beiträgt. Je höher der Grad an Flexibilität innerhalb von Geschäftsprozessen, desto schwieriger ist es, die Modelle verständlich zu halten und wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Process Mining einen detaillierten Einblick in die Abläufe und Interaktionen innerhalb von Systemen bietet und durch die Integration von Data Mining neue Möglichkeiten eröffnet, tiefere Muster und Zusammenhänge in grossen Datenmengen zu erkennen. Data Mining kann dabei helfen, versteckte Trends und Muster in den Daten zu identifizieren, die nicht direkt aus den Prozessmodellen ersichtlich sind. Im Folgenden konzentriert sich diese Arbeit aufgrund der Fragestellungen aus der Einleitung auf den Bildungsbereich. Im nächsten Abschnitt wird daher untersucht, wie Data Mining im Bildungsbereich genutzt werden kann.

3 Data Mining im Bildungsbereich

In den Arbeiten von Baker und Yacef (2009)[9] sowie Dutt, Ismail und Herawan (2017)[11] wird das Forschungsgebiet des Educational Data Mining (EDM) ausführlich vorgestellt. EDM wird als interdisziplinäres Gebiet definiert, das Techniken aus maschinellem Lernen, Statistik, Pädagogik, Psychologie und anderen Bereichen kombiniert, um Fragestellungen im Bildungsbereich zu analysieren. Beide Artikel unterstreichen die Bedeutung von EDM für die Verbesserung des Bildungswesens und betonen die Notwendigkeit weiterer Forschung. Im Jahr 2009 fand die zweite jährliche internationale Konferenz zu EDM statt[12], und es wurde die Fachzeitschrift "Journal of Educational Data Mining"[17] ins Leben gerufen.

Dutt, Ismail und Herawan (2017)[11] heben hervor, dass EDM darauf abzielt, das Lernerlebnis sowie die institutionelle Effizienz zu verbessern. Sie klassifizieren drei Hauptakteure im Bildungsumfeld: Lehrpersonen, Studierende und die Lernumgebung. Diese Akteure generieren die grossen Datenmengen, die durch Algorithmen im Bereich des Data Mining untersucht werden können, um Einblicke in Lernstile und Verhaltensweisen von Studierenden zu gewinnen. Eine Möglichkeit zur Gewinnung von Analysedaten, so die Autoren, ist die Einbindung von Systemen wie einem Learning Management System (LMS).

Baek und Doleck (2022)[8] haben das aufstrebende Forschungsgebiet des Educational Data Mining (EDM) ebenfalls näher untersucht und versucht, die Forschungsarbeiten in den verschiedenen Teildomänen systematisch zusammenzuführen. Der Artikel bietet eine bibliometrische Übersicht über die gesammelte Literatur (194 Publikationen) zum Thema Data Mining im Bildungsbereich im Zeitraum von 2015 bis 2019. Es zeigt sich, dass sich die Forschung in diesen Jahren stark auf die Optimierung von Vorhersagemodellen fokussiert hat, um die Leistungen von Lernenden genauer vorhersagen zu können bzw. deren Verhalten für rechtzeitige Interventionen zu erkennen. Häufig verwendete Schlüsselwörter, laut der Analyse der Autoren, sind "classification", "machine

learning", "clustering" und "prediction", was den starken Einfluss datenbezogener Techniken widerspiegelt. Neue Technologien und Werkzeuge haben nicht nur das Wachstum und die Bedeutung von EDM beeinflusst, sondern auch durch frei verfügbare Datensätze und entsprechende Tools die Forschung zugänglicher gemacht und das Interesse an neuen Anwendungen und Lernumgebungen erhöht.

Die bisherigen Kapitel haben die Ansätze von Process Mining (PM) und Educational Data Mining (EDM) beleuchtet. Aus der bisher in dieser Arbeit betrachteten Literatur lässt sich ableiten, dass beide Disziplinen ihre Wurzeln in der Datenanalyse haben, jeweils mit spezifischen Methoden und Anwendungsfällen in unterschiedlichen Kontexten. Process Mining wird insbesondere im betriebswirtschaftlichen Kontext und im Rahmen des Business Process Management angewendet, da Unternehmen die Bedeutung von Geschäftsprozessen erkannt haben und Ressourcen zur Verbesserung und Analyse dieser Prozesse einsetzen. Weiterhin zeigt die bisher betrachtete und zitierte Literatur, dass EDM als interdisziplinäres Feld im Bildungswesen bzw. in der Forschung häufig genutzt wird, um Daten und Lernprozesse zu verstehen und zu verbessern.
Im folgenden Kapitel werden beide Ansätze kombiniert und das Konzept des Educational Process Data Mining (EPM) vorgestellt. Diese Verbindung von PM und EDM eröffnet spannende und neue Möglichkeiten im Bildungsbereich und kann wertvolle Ansätze bieten, um effizientere Lernumgebungen zu gestalten.

4 Educational Process Mining

AlQaheri und Panda (2022)[5] befassen sich in ihrer Arbeit ausführlich mit dem Educational Process Mining (EPM). Die Autoren zeigen anhand einer zeitlichen Einordnung, dass EPM eine relativ junge Forschungstechnik ist, bei der die Prozesse eine zentrale Rolle bei der Entdeckung, Analyse und Visualisierung des Lernverhaltens von Studierenden spielen. Sie erklären, dass es einerseits klassische modellbasierte Prozessanalysen gibt, sowie datenzentrierte Analysetechniken wie Data Mining. EPM vereint beide Perspektiven: Process Mining Techniken werden in einer Online-Lernumgebung eingesetzt, um aus den extrahierten Ereignisdaten Erkenntnisse über den Lernprozess zu gewinnen. Eine zentrale Frage und zugleich Motivation in der Erforschung von EPM ist: Wie kann EPM Erkenntnisse liefern, um Lernmanagementsysteme, die Lernprozesse von Studierenden, Schulen oder allgemein die Prozesse im Bildungsbereich zu verbessern? Und welche Herausforderungen müssen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Stakeholdern angegangen werden, um diese Erkenntnisse aus EPM für die gesamte Entwicklung des Bildungssystems nutzbar zu machen?

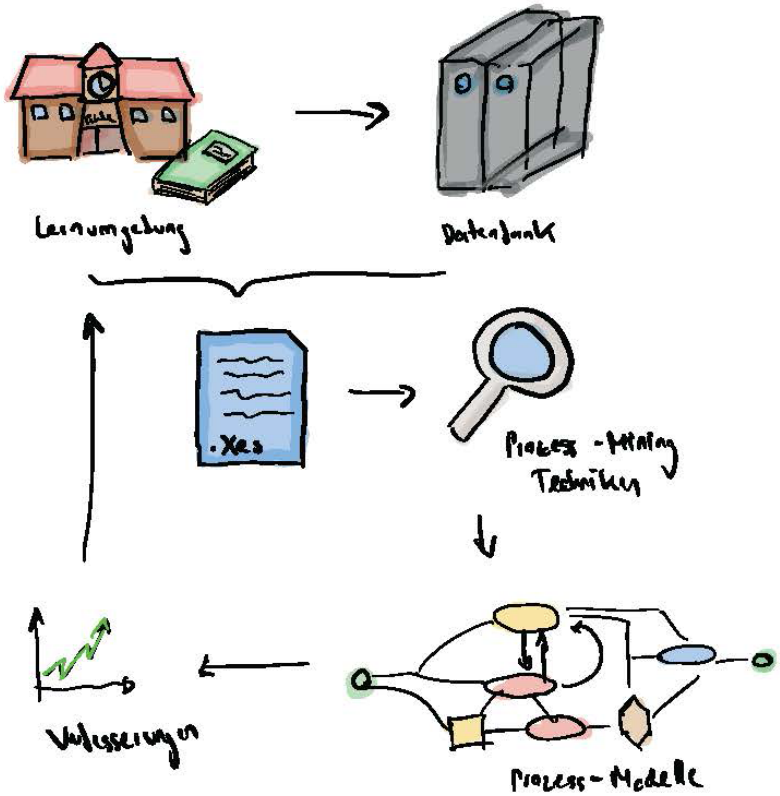
AlQaheri und Panda (2022)[5] betonen, dass traditionelles Data Mining allein nicht ausreicht, um diese Fragen zu beantworten. Die Herausforderungen des traditionellen Data Mining liegen insbesondere in der Behandlung von Ereignissequenzen und dem dynamischen Verhalten in den Daten. Mit Techniken des EPM, wie auch im Werk von Allweyer (2023)[4] aufgezeigt, lassen sich jedoch unterschiedliche Zeitereignisse (z. B. Jahre, Semester), organisatorische Einheiten (Studierende, Lehrpersonen, Bildungsinstitutionen) sowie verschiedene Dimensionen des Prozesses berücksichtigen.

Im Folgenden wird noch stärker auf das Educational Process Mining Framework eingegangen und dieses in den allgemeinen Kontext des Geschäftsprozessmanagements im betriebswirtschaftlichen Bereich gestellt, basierend auf den Darstellungen aus der Vorlesung Digital Business Process Management und in Anlehnung an Schmelzer & Sesselmann (2020)[20].

4.1 Educational Process Mining Framework

Die folgende eigene Darstellung in Anlehnung an AlQaheri und Panda (2022)[5] zeigt ein Educational Process Mining Framework (EDMF).

Abbildung 1: EDMF – eine mögliche Visualisierung



Ein Bildungsprozess, sei es ein betriebswirtschaftlicher Prozess in oder zwischen Hochschulinstitutionen, ein Lernprozess von Studierenden oder ein Lehrprozess von Lehrpersonen, nutzt die Lernumgebung sowie den hochschulischen Kontext und speichert Daten während des Prozesses in einer Datenbank. In einer solchen Datenbank werden beispielsweise Lernaktivitäten, aber auch administrative Aktivitäten der Hochschulen selbst gespeichert. Mit dem Ziel, durch die Analyse der Prozessereignisse Einblicke in die Entwicklung der Hochschulen und des Bildungssystems zu ermöglichen, werden die aufgezeichneten Rohdaten in ein standardisiertes Ereignisprotokoll (.XES Event Log) transformiert. Dieser Output kann anschliessend von Process-Mining-Werkzeugen und -Techniken, wie von Allweyer (2023)[4] beschrieben, für die Prozessmodell-Entdeckung, Visualisierung, Übereinstimmung, Erweiterung und Verbesserung verwendet werden.

Das generierte Prozessmodell stellt die Ergebnisse der Process-Mining-Aktivitäten dar und wird in Form eines Petrinetzes, Kausalnetzes, Geschäftsprozessmodells und Notation (BPMN), Geschäftsprozessbaums oder eines UML-Aktivitätsdiagramms visualisiert.

Ein Beispiel für die Implementierung dieses Frameworks in Bezug auf die Lehrenden: Durch die Ergebnisse des Modells können Lehrpersonen Abweichungen im Lernmanagementprozess der Studierenden erkennen und proaktiv eingreifen, um Verbesserungen im Lernplan vorzunehmen. Dies kann die Effizienz in der Lernumgebung und somit das Erlernen neuen Wissens bei den Studierenden gewinnbringend fördern.

4.2 Gemeinsamkeiten und Unterschiede EPM zu Digital Business Process Management DBPM

In der Vorlesung Digital Business Process Management von Prof. Dr. Jürgen Weimann und nach Schmelzer & Sesselmann (2020)[20] liegt der Schwerpunkt im Rahmen von Prozessanalysen auf der Identifikation, Modellierung und Optimierung von Geschäftsprozessen, die entscheidend für die Erreichung der Geschäftsziele eines Unternehmens sind. Schmelzer & Sesselmann (2020)[20] betonen, dass Geschäftsprozesse mit der übergreifenden Geschäftsstrategie im Einklang stehen und kontinuierlich verbessert werden müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Wenn diese Geschäftsprozesse im Rahmen der digitalen Transformation digitalisiert werden, spricht man auch vom Digital Business Process Management (DBPM). Das Educational Process Mining Framework (EPMF) und das Digital Business Process Management (DBPM) teilen die Grundprinzipien der Prozessanalyse und Prozessoptimierung. Beide Frameworks verfolgen einen iterativen Ansatz zur Verbesserung von Prozessen. Beim EPMF wird beispielsweise ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess verfolgt, bei dem Lernprozesse regelmässig überwacht und angepasst werden, basierend auf den Erkenntnissen aus Process-Mining-Analysen. Die Hauptstakeholder im EPMF sind Studierende, Lehrkräfte und Verwaltungspersonal. Die Ergebnisse des Process Minings können genutzt werden, um den Lernprozess individuell zu verbessern und die

gesamte Bildungseinrichtung zu optimieren.
Analog dazu implementiert DBPM einen ähnlichen iterativen Ansatz, bei dem Geschäftsprozesse mit Methoden wie Simulationen und Lean-Management-Tools beobachtet werden. Die Stakeholder umfassen hier Kunden, Manager, Mitarbeiter und andere Geschäftspartner. DBPM zielt darauf ab, Prozesse so zu optimieren, dass sie den Bedürfnissen dieser Stakeholder gerecht werden, insbesondere im Hinblick auf Effizienz, Produktivität und Kundenzufriedenheit.

Trotz ihrer unterschiedlichen Anwendungsgebiete nutzen beide Frameworks moderne IT-Tools und Methoden, um ihre Analysen zu erreichen. Beide Frameworks weisen eine ähnliche Struktur der Prozessoptimierung auf: Es gibt Phasen der Datenerhebung, Analyse, Modellierung und Implementierung von Verbesserungen. Dieser methodische Aufbau ist sowohl im Bildungsbereich als auch im Geschäftsbereich allgemein ähnlich. Beide Modelle sind Iterationen desselben Grundprinzips, das auf verschiedene Domänen angewendet wird. Sie verfolgen ähnliche Ziele, verwenden ähnliche Methoden und teilen eine vergleichbare strukturelle Vorgehensweise, auch wenn sie in unterschiedlichen Bereichen operieren.

4.3 Aktuelle Forschung

Im Rahmen der International Conference on Process Mining (ICPM) wird auch der International Workshop "Education meets Process Mining"(EduPM)[13] stattfinden. Dieser Workshop wird im Oktober 2024 bereits zum dritten Mal von der Task Force on Process Mining IEEE organisiert. Laut der Webseite zielt EduPM darauf ab, ein hochwertiges Forum für die Schnittstelle von Bildung und Process Mining zu bieten. Dabei werden zwei Perspektiven eingenommen:

Process Mining für Bildung: Wie könnte Process Mining eingesetzt werden, um einige der Herausforderungen im Bildungsbereich zu bewältigen?
Bildung für Process Mining: Wie kann der Unterricht in der Disziplin Process Mining verbessert werden?

Im Folgenden werden einige Arbeiten vorgestellt, die im Rahmen vergangener EduPM-Workshops behandelt wurden.

Maldonado et al. (2024)[18] untersuchten in ihrer Arbeit den Einsatz von Process Mining-Methoden zur Erkennung von Absprachen unter Studierenden bei Online-Prüfungen. Die Forschung zielt darauf ab, Lehrkräfte dabei zu unterstützen, Absprachen unter Studierenden während Online-Prüfungen zu erkennen, indem dieses Problem als eine Process Mining-Aufgabe formuliert wurde. Die Ergebnisse könnten

Lehrkräften helfen, betrügerisches Verhalten zu identifizieren und präventive Massnahmen zu entwickeln.

Rafiei et al. (2023)[19] untersuchten, wie Ereignisdaten aus Lernsystemen genutzt werden können, um Studienverläufe in der Hochschulbildung zu analysieren und wertvolle Empfehlungen für die individuelle Studienplanung abzuleiten. In dieser Arbeit wurden spezifische Regeln für die Studienplanung abgeleitet, die aufzeigen, wie die Reihenfolge und Kombination der belegten Kurse den Erfolg in einem bestimmten Kurs beeinflussen können. Die Studie verdeutlicht das Potenzial von Prozess- und Data-Mining-Techniken, flexible und anpassbare Studienpläne zu entwickeln, die auf historischen Daten basieren.

Hobeck, Pufahl, und Weber (2022)[14] forschten in eine ähnliche Richtung und zeigten auf, wie Process Mining-Techniken auf die Analyse von Studienverläufen angewendet werden können, um die Qualität der Hochschulausbildung allgemein zu verbessern. Die Studie zeigt, dass curriculum-basiertes Process Mining wertvolle Einblicke in das Verhalten der Studierenden und deren Einhaltung der Studienpläne liefern kann. Diese Erkenntnisse können genutzt werden, um Studienpläne anzupassen und die Effizienz der Studiengänge zu verbessern. Allerdings wird auch betont, dass solche Projekte ethische Überlegungen erfordern, insbesondere hinsichtlich der Freiheit der Studierenden bei der Wahl ihrer Kurse.

5 Fazit

Die vorliegende Arbeit hat das Potenzial von Process Mining zur Optimierung von Prozessen im Bildungsbereich untersucht. Die Analyse bestehender Literatur zeigt, dass Process Mining, ursprünglich im betriebswirtschaftlichen Kontext verankert, durch seine Methodiken und Techniken auch im Bildungssektor wertvolle Einblicke in die Lern- und Lehrprozesse liefern kann. Die Ergebnisse der Analyse zugänglicher Literatur zeigen, dass durch die Implementierung von Process Mining im Bildungsbereich ähnliche Vorteile wie im betriebswirtschaftlichen Kontext erzielt werden können, wie etwa die Steigerung von Effizienz und Qualität in den Prozessen.

Die Integration von Educational Data Mining und Process Mining, die als Educational Process Mining (EPM) bezeichnet wird, bietet innovative Ansätze zur Analyse von Lernverhalten und Studienverläufen. Diese Techniken ermöglichen nicht nur die Optimierung individueller Lernprozesse, sondern auch die Verbesserung institutioneller Abläufe. Letzterem wurde in der aktuellen Forschung noch wenig Beachtung geschenkt, und es bietet sich daher als Thema für zukünftige Arbeiten an. Insbesondere im Hochschulbereich, wo komplexe Prozesse wie interkantonale Finanzierungsvereinbarungen und der

Austausch zwischen Hochschulträgern eine zentrale Rolle spielen, wurde diesem Potenzial bislang wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Angesichts des akuten Fachkräftemangels und des Mangels an Lehrpersonal ist es jedoch entscheidend, diese Prozesse so effizient wie möglich zu gestalten, um Ressourcen freizusetzen, die zur Bewältigung dieser Herausforderungen dringend benötigt werden.

Abschliessend lässt sich festhalten, dass die Forschung in diesem Bereich noch in den Anfängen steckt und weitere Studien notwendig sind, um die volle Bandbreite der Möglichkeiten von EPM zu erfassen und zu realisieren. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten jedoch eine erste Grundlage für die zukünftige Gestaltung und Optimierung von (Lern)prozessen in einem zunehmend digitalisierten Bildungssystem.

6 Quellenverzeichnis

[1] Aalst, Wil M. P. van der, Hajo A. Reijers, und Laura Maruster. 2024. “Process mining beyond workflows.” Computers in Industry 161 (Oktober).
https://doi.org/10.1016/j.compind.2024.104126

[2] Aalst, Wil van der, Arya Adriansyah, Ana Karla Alves de Medeiros, Franco Arcieri, Thomas Baier, Tobias Blickle, Jagadeesh Chandra Bose, u. a. 2012. “Process Mining Manifesto.” In Business Process Management Workshops, herausgegeben von Florian Daniel, Kamel Barkaoui, und Schahram Dustdar, 169–94. Berlin, Heidelberg: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-28108-2_19

[3] Aalst, Wil van der, und Josep Carmona, Hrsg. 2022. “Process Mining Handbook.” Lecture Notes in Business Information Processing 448. Cham, Switzerland: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3

[4] Allweyer, Thomas. 2023. “Technologien für Geschäftsprozesse.” 1. Auflage. Norderstedt: BoD – Books on Demand.

[5] AlQaheri, Hameed, und Mrutyunjaya Panda. 2022. “An Education Process Mining Framework: Unveiling Meaningful Information for Understanding Students’ Learning Behavior and Improving Teaching Quality.”
https://doi.org/10.3390/info13010029

[6] Anders, Florentine. 2024. “Bis 2030 fehlen mindestens 81.000 Lehrkräfte.” Das Deutsche Schulportal. 30. Juli 2024.
https://shorturl.at/eoyfQ

[7] Augusto, Adriano, Raffaele Conforti, Marlon Dumas, Marcello La Rosa, Fabrizio Maria Maggi, Andrea Marrella, Massimo Mecella, und Allar Soo. 2019. “Automated Discovery of Process Models from Event Logs: Review and Benchmark.” IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.
https://doi.org/10.1109/TKDE.2018.2841877

[8] Baek, Clare, und Tenzin Doleck. 2022. “Educational Data Mining: A Bibliometric Analysis of an Emerging Field.” IEEE Access.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3160457

[9] Baker, Ryan S. J. d, und Kalina Yacef. 2009. “The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions.” Journal of Educational Data Mining.
https://doi.org/10.5281/zenodo.3554657

[10] Bundesamt für Statistik BFS. 2022. “Szenarien 2022-2031 für die obligatorische Schule - Lehrkräfte”. 14. Oktober 2022.
https://shorturl.at/835up

[11] Dutt, Ashish, Maizatul Akmar Ismail, und Tutut Herawan. 2017. “A Systematic Review on Educational Data Mining.” IEEE Access.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2654247

[12] EDM09. 2009. “2nd International Conference on Educational Data Mining – Cordoba, Spain.” 2009.
https://educationaldatamining.org/EDM2009/

[13] EduPM. 2024. “International Workshop Education meets Process Mining.” 2024.
https://www.edupm.org/2024

[14] Hobeck, Richard, Luise Pufahl, und Ingo Weber. 2022. “Process Mining on Curriculum-based Study Data: A Case Study at a German University.”.

[15] IEEE. 2024. “IEEE Task Force on Process Mining.” 8. März 2024.
https://www.tf-pm.org/

[16] Imran, Mohammad, Maizatul Akmar Ismail, Suraya Hamid, und Mohammad Hairul Nizam Md Nasir. 2022. “Complex Process Modeling in Process Mining: A Systematic Review.” IEEE Access.
https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3208231

[17] jedm. 2024. “Journal of Educational Data Mining.” 2024.
https://jedm.educationaldatamining.org

[18] Maldonado, Andrea, Ludwig Zellner, Sven Strickroth, und Thomas Seidl. 2024. “Process Mining Techniques for Collusion Detection in Online Exams.”.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-56107-8_26

[19] Rafiei, Majid, Duygu Bayrak, Mahsa Pourbafrani, Gyunam Park, Hayyan Helal, Gerhard Lakemeyer, und Wil M. P. van der Aalst. 2023. “Extracting Rules from Event Data for Study Planning.” arXiv.
https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.02735

[20] Schmelzer, Hermann J., und Wolfgang Sesselmann. 2020. “Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufriedenstellen, Produktivität steigern, Wert erhöhen.” 9., Vollständig überarbeitete Auflage. München: Hanser.

[21] Zerbino, Pierluigi, Alessandro Stefanini, und Davide Aloini. 2021. “Process Science in Action: A Literature Review on Process Mining in Business Management.” Technological Forecasting and

Social Change 172 (November).

https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121021