

zeppelin universität

zwischen
Wirtschaft Kultur Politik



Technische
Universität
München



Proceedings of the **SAP Academic Community Conference 2021 DACH**

13. bis 14. September 2021

Lennart Brand, Karin Gräslund, Dietmar Kilian,
Helmut Krcmar, Klaus Turowski, Holger Wittges (Hrsg.)

DOI: <https://doi.org/10.14459/2021md1622154>

Technische Universität München

Fakultät für Informatik

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Geschäftsprozessmanagement

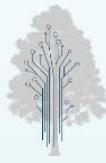
SAP University Competence Center

Boltzmannstraße 3, 85748 Garching bei München

Tel.: +49 89 289 19532, Fax: +49 89 289 19533



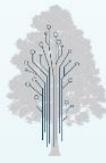
SAP Academic Community Conference 2021 DACH
Friedrichshafen, 13.-14. September 2021



VORWORT

Dass das Wort ‚Nachhaltigkeit‘ erstmals 1713 in Hans Carl von Carlowitz‘ *Sylvicultura oeconomica* in Bezug auf die Forstwirtschaft Verwendung fand, gilt heute vielfach als fun fact der Begriffsgeschichte. Tatsächlich trifft Carlowitz‘ Begriffsdefinition aber nach wie vor den Nagel auf den Kopf: Nachhaltigkeit ist eines der Grundprinzipien soliden Wirtschaftens, wie es gerade in Deutschland in Ideen wie dem ‚ehrbaren Kaufmann‘, dem ‚Familienunternehmer‘ oder dem ‚Mittelständler‘ stets Gültigkeit besessen hat. Der schonende Umgang mit Ressourcen ist nichts anderes als jene umsichtige Sparsamkeit des schwäbischen Hausmanns*. Und wenn dies noch kein hinreichender Grund gewesen wäre, die SAP Academic Community Conference 2021 DACH heuer an das Ufer des Bodensees zu legen, so wäre noch der Umstand hinzugetreten, dass die Industrie der Bodenseeregion derzeit ein Musterbeispiel für die erfolgreiche digitale Transformation traditioneller Branchen darstellt. Im Zentrum dieses schöpferischen Wirbelsturms aus Tradition, Nachhaltigkeit und digitaler Innovation befindet sich der Gastgeber der diesjährigen Konferenz, die private Zeppelin Universität.

Worum also geht es bei der Konferenz? Wir wollen die Frage nach der Nachhaltigkeit nicht mit Negativwachstum, Deindustrialisierung und Technologien des neunzehnten Jahrhunderts beantworten. Vielmehr soll Nachhaltigkeit als wirtschaftliche Chance, als ideeller Kern hochinnovativer Geschäftsmodelle und als ein Wachstumstreiber der kommenden Jahrzehnte begriffen werden. Tatsächlich bedingen echte Nachhaltigkeit und wirtschaftlicher Erfolg einander; und das Bindeglied zwischen beiden ist im einundzwanzigsten Jahrhundert die digitale Innovation: Wie genau sieht eine digitale Innovation aus, die Wirtschaftswachstum und Nachhaltigkeit zu jener unlöslichen Einheit verflucht, die im Jetzt und in Zukunft den Erfolg einer Volkswirtschaft ausmachen wird? Und wie kann SAP, wie können die Hochschulen dazu beitragen, diese Transformation durch Forschung, Lehre und Transfer voranzutreiben?



Es sind diese und verwandte Themen, denen wir uns dieses Jahr widmen. Dementsprechend befassen sich die nachfolgenden Beiträge mit dem Bereich der Industry 4.0, mit dem Bereich des Non-financial Reporting, mit Predictive Monitoring, mit Modi der Vernetzung als Basis digitaler Transformation und natürlich mit der aus heterogenen Perspektiven betrachteten Frage, wie alles dies in Forschung und Lehre innovativ und effektiv reflektiert werden kann.

Den Sponsoren, Partnern, Sprechern, Organisatoren und natürlich den Teilnehmern der SAP Academic Community Conference 2021 DACH sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Dem Leser wiederum sei nicht nur Lesevergnügen und Erkenntnisgewinn gewünscht – vielmehr sei er auch ausdrücklich ermutigt, sich für weiteren inhaltlichen Austausch mit den Autoren ins Benehmen zu setzen. Es ist schließlich dies – Interaktion, Austausch und gemeinsame Kreation – worin der wesentliche Zweck der SAP Academic Community Conference 2021 DACH und der University Alliance überhaupt liegt!

Ihr

Lennart Brand

Karin Gräslund

Dietmar Kilian

Helmut Krcmar

Klaus Turowski

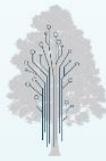
Holger Wittges

zusammen mit dem ACC 2021-Organisationsteam

Annika Dinh, Timon Gruner, Andrea Tvarusko, André Biener, Waltraud Grimm, Malte Westers, Nicole Ondrusch, Uta Mathis, Stefan Weidner, Babett Ruß, Sophie Heim und vielen weiteren Unterstützenden

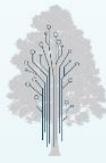
Friedrichshafen, im September 2021

* Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in diesem Dokument die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.



INHALT

<u>EINSATZSZENARIEN FÜR SAP LÖSUNGEN ALS LERNINSTRUMENT</u>	7
Digitale Lernformen erfolgreich gestalten - am Beispiel einer SAP S/4HANA Fallstudie <i>Anja Brückner, Sebastian Junghans, Andreas Pettermann, Sebastian Wolf & Carolin Zölsmann</i>	8
SAP-integrierte Einführung in die Datenanalyse in der Hochschullehre <i>Cathleen Nier, Tobias Teich, Tim Neumann, Sven Leonhardt & Martin Trommer</i>	20
Problem-Based Learning im ERP Unterricht: Ergebnisse einer Case Study bei 300 Studierenden <i>Alexander Redlein & Christian Lau</i>	32
<u>INNOVATIONSPROJEKTE MIT INDUSTRIEPARTNERN</u>	42
Mastermodul Wirtschaftsinformatik als dauerhafte Kooperation von Unternehmen und Fachhochschule <i>Lars Gregor & Gabriele Kunau</i>	43
Digital Twin – Ein Fallbeispiel zur Industrie 4.0 Lehre <i>Lukas Heschl, Christian Ploder, Dietmar Kilian & Peter J. Mirski</i>	50
Innovation durch Kooperation: Eine Forschungsk Kooperation zwischen der Universität Oldenburg und der abat AG <i>René Kessler</i>	63
<u>VON SAP ERP ZU SAP S/4HANA</u>	75
Fehlerbasiertes Lernen in einer spielerischen Selbstlernumgebung zu integrierten Geschäftsprozessen in S/4 HANA <i>Anke Schüll, Laura Brocksieper & Anastasia Safontschik</i>	76



INDUSTRIE 4.0 UND INTERNET OF THINGS **82**

Industrie 4.0 in der betriebswirtschaftlichen Hochschuldidaktik - neue Anforderungen am Beispiel des flecsimo Projekts 83
Ralf Banning

Development and implementation of Industry 4.0 scenarios in a virtual and collaborative teaching environment 95
Heike Markus & Aditya Patole

FUTURE OF WORK & LIFELONG LEARNING **107**

Identifying and evaluating mentors' and mentees' expectations towards academic mentoring programs 108
Peter J. Mirski, Dietmar Kilian, Susann Kruschel & Arno Rottensteiner

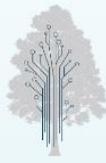
EMERGING TECHNOLOGIES **118**

An Overview of Explainable Predictive Process Monitoring 119
Clemens Drieschner, Sami Ibishi, Omar Shouman, Holger Wittges & Helmut Krcmar

DATA ANALYTICS & PROCESS MINING **132**

Entwurf einer Unterrichtseinheit für Process Mining in der Lehre im Kontext von Business Process Management (BPM) 133
Uta Mathis

Analyse von ERP-Systemen am Beispiel von SAP 153
Hans-Jürgen Scheruhn, Christian Reiter, Christian Biermann & Elnur Bayramli



SUSTAINABILITY **176**

Challenge-Based Learning als zukunftsorientiertes Lehr- und Lernkonzept? 177
Svenja Damberg

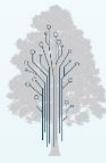
Ertragskennzahlen der Nachhaltigkeit mit QuartaVista agil erproben, messen und weiterentwickeln 184
Jenny Lay-Kumar & Karin Gräslund

LEHR-LERN-METHODEN & GAMIFICATION **207**

Industrie 4.0 begreifbar machen – Die SmartFactory@OST 208
Stefan Stöckler, Roman Hänggi, Raphael Bernhardsgrütter & Christoph Baumgarten

ERPsim Game als praxisnahes Beispiel für Problemorientierte Lehre 225
Maximilian Zarte & Agnes Pechmann

EINSATZSZENARIEN FÜR SAP LÖSUNGEN ALS LERNINSTRUMENT



Digitale Lernformen erfolgreich gestalten - am Beispiel einer SAP S/4HANA Fallstudie

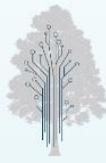
Anja Brückner, Sebastian Junghans, Andreas Pettermann, Sebastian Wolf & Carolin Zölsmann
Westfälische Hochschule Zwickau, Zwickau, Deutschland

Abstract: An der Westfälischen Hochschule Zwickau wird im Rahmen einer Fallstudie der Automobilindustrie ein 14 tägiger SAP-Kurs angeboten. Der Corona-Pandemie geschuldet wurde die SAP-Lehre erstmalig im Online-Format durchgeführt. Hierfür wurden im Vorfeld Vorbereitungen getroffen, wie beispielsweise das Bereitstellen von Dokumenten auf Online-Plattformen oder das Angebot eines Testtages für einen Probelauf des SAP-Systems. Die digitale Lehre wurde während der gesamten Kursdauer mittels dem Online-Format Microsoft Teams durchgeführt, wobei einzelne Teams-Räume für verschiedene Gruppen existierten. Über diese digitale Kommunikationsplattform wurden Vorträge gehalten, als auch die Fallstudie durchgeführt und Fehler behoben. Eine Evaluation im Anschluss der SAP-Lehre zeigt, dass der erstmalig online durchgeführte Kurs mit der Note 1,46 sehr gut bewertet wurde und damit deutlich über dem Durchschnitt der letzten zehn Jahre von 1,85 liegt. Mehrheitlich positiv wurden von den Schulungsteilnehmern die Organisation und der Aufbau des Kurses bewertet. Kritisch beurteilt wurden die teilweise entstandenen Leerlaufzeiten bei der Problembhebung anderer Kursteilnehmer. Die Schulung soll zukünftig um weitere Aspekte, wie etwa virtuelle Lernwelten oder Lernvideos, die den Kurs abwechslungsreicher gestalten, ergänzt werden.

Keywords: Digitalisierung, Digitale Lehre, SAP S/4 HANA, SAP Schulung, Wissensvermittlung

1. Ausgangslage

Bereits seit über zehn Jahren wird an der Westfälischen Hochschule Zwickau im Rahmen einer Fallstudie ein realitätsnahes Szenario der Automobilindustrie im SAP System abgebildet (Teich et



al. 2020). Inhaltlich wird ein ganzheitliches Konzept mit den Schwerpunkten Controlling, externes Rechnungswesen, Logistik, Personalmanagement bis hin zu Business Intelligence verfolgt. Hierbei bilden Studierendengruppen von zwölf bis achtzehn Person jeweils eine Supply Chain aus drei Unternehmen (Original Equipment Manufacturer, Supplier 1 und Supplier 2). Im vergangenen Jahr konnte diese Fallstudie auf SAP S/4HANA transferiert werden. Durch die, seit 2020 anhaltende, Corona-Pandemie waren neben der Anpassung auf das neue System jedoch auch komplett neue Gestaltungsansätze in der Lehre notwendig. Bereits die Durchführung von onlinebasierten Vorlesungen setzte die Hochschullandschaft vor Herausforderungen, die bis dahin kaum bekannt waren. Obgleich die Digitalisierung im Bildungsbereich bereits seit vielen Jahren eine immer größere Rolle spielt, war ein Großteil der Hochschulen nicht auf den plötzlich unerlässlichen Wechsel in die Onlinelehre vorbereitet. Wie die Studienergebnisse der Expertenkommission Forschung und Innovation deutlich machte, besaßen vor Ausbruch der Pandemie nur etwa 13,6 Prozent der Hochschulen eine ausgearbeitete Digitalisierungsstrategie (Gilch et al. 2019). Trotz der Erfahrungswerte und Evaluationen, die nach knapp einem Jahr Umstellungszeit in das digitale Lernumfeld vorhanden waren, stellte die Transferierung der SAP S/4HANA Fallstudie in einen Remote-Kurs eine besondere Herausforderung dar. Grundlegend musste zunächst sichergestellt werden, dass alle Studierenden Zugriff auf eine ausreichende Infrastruktur inklusive dem SAP-System erhalten. Wie sowohl Krammer et al. (2020) als auch Traus et al. (2020) in Forschungsergebnissen im Rahmen der Pandemie nachweisen konnten, ist die technische Ausstattung unter Studierenden nach wie vor mangelhaft. Beispielsweise zeigte sich in der Stichprobe an der Universität Essen-Duisburg, dass über 20 Prozent der Studierenden unzureichend mit technischen Mitteln ausgestattet sind (Traus et al. 2020).

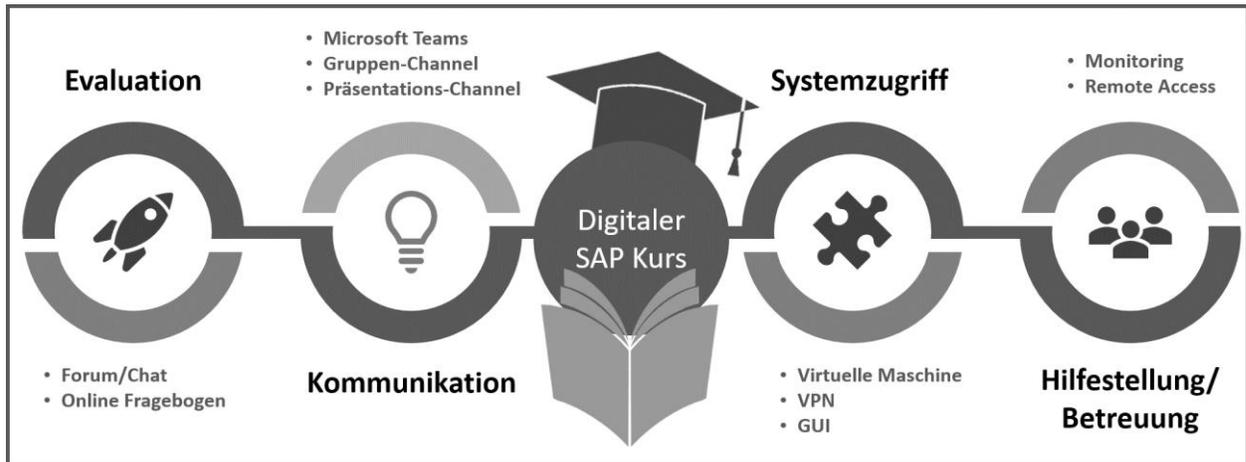
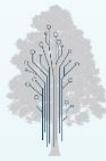
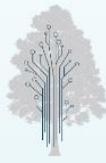


Abb. 1: Grafik digitaler SAP Kurs

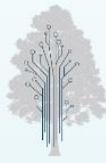
Im Rahmen der SAP-Schulung muss in diesem Kontext nicht nur eine ausreichende Netzanbindung sowie der Zugang zu einem Konferenztool, sondern auch die Kommunikation einzelner Gruppen sowie der reibungslose Systemzugriff sichergestellt werden. Da der Aufbau des Kurses sowohl Präsentationsphasen für alle Teilnehmer als auch die Bearbeitung der Fallstudieninhalte im System in Kleingruppen vorsieht, lag die Herausforderung einer Online-Schulung auch in der Sicherstellung entsprechender Kommunikationsmöglichkeiten. Da die Studierenden direkt am System praktische Fallbeispiele durchführen, musste zudem die Hilfestellung durch Lehrende ausreichend sichergestellt sein. Zuletzt stellt die Evaluation im Bereich E-Learning einen wesentlichen Baustein zur Bewertung und Weiterentwicklung der Schulung dar. Zu berücksichtigende Kriterien sind dabei die Strukturierung des Lehrraums, Möglichkeiten zum selbstgesteuerten Lernen und zum Austausch sowie die Möglichkeiten zur Selbstwirksamkeit (Kergel und Heidkamp-Kergel 2019).

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien erfolgte die Konzipierung und Transformation der bestehenden SAP-Fallstudie in ein rein onlinebasiertes Vorgehen. Der nachfolgende Beitrag beschreibt, exemplarisch für das Praxisbeispiel der Westsächsischen Hochschule Zwickau, die Umsetzung und Evaluation eines digitalen SAP-Kurses.



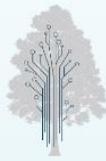
2. Organisation

An der erstmals durchgeführten Online - SAP - Fallstudie nahmen 18 Personen aus dem studentischen Umfeld der Betriebswirtschaftslehre teil. SAP ist Bestandteil des Moduls eines Master - Studiengangs, wodurch die Rekrutierung zur Teilnahme innerhalb der Vorlesung erfolgte. In Vorbereitung des Kurses erhielten alle Teilnehmer eine Agenda, welche unter anderem einen Zeitplan mit Kursinhalten oder Pausen enthielt. Eine Woche vor Beginn des Online-Kurses, erhielten die Teilnehmer ihre Zugangsdaten für den moodle-Kurs, die SAP S/4HANA Software und den Zugang zum Hochschulnetzwerk. Über die Lernplattform moodle wurden alle notwendigen Dokumente, wie PDF-Dateien zur Fallstudie, Vorträge, Power-Point-Präsentationen und Zugangsdaten bereitgestellt. Weiterhin wurden Zusatzmaterialien angeboten, hierzu zählten Excel-Dokumente mit Übungen zur Gehaltsabrechnung oder ABC-Analysen. Vor Beginn wurde allen Teilnehmern ein Testtag angeboten, sodass zu Beginn des Kurses der Zugriff auf die notwendigen Systeme sichergestellt war. Zusätzlich erfordert dieses Format die Organisation einer Plattform zur Umsetzung der digitalen Lehre. Der SAP - Kurs wurde über die Plattform Microsoft Teams durchgeführt, welche die Basis der Kommunikation über die gesamte Laufzeit bildete. Eingerichtet wurden jeweils drei Gruppenräume, in dem sich sechs Teilnehmer und der Betreuer treffen. Hierbei wurde darauf geachtet, dass Gruppen in Onlineschulungen nicht zu groß sind, um eine Interaktion zwischen den Teilnehmern zu gewährleisten (Qiu et al. 2014). Zusätzlich bietet ein Hauptkanal Raum für Vorträge, in diesem sich alle Teilnehmer treffen. Zur Durchführung der Klickanleitung, welche in Form eines PDF-Dokuments bei moodle zur Verfügung gestellt wird, wechseln die Teilnehmer in ihren Gruppenraum. Die Fallstudie, welche eine Supply Chain darstellt, setzt sich aus drei Komponenten zusammen (OEM, Supplier 1, Supplier 2). Drei Teilnehmer bilden eine Gruppe, demzufolge bestand das Seminar aus sechs Gruppen, welche sich auf drei Microsoft Teams - Räume verteilten. Die Betreuung des zehntägigen Onlinekurses erfolgte von Mitarbeitern mit SAP - Hintergrund. Die Mitarbeiter verschiedener SAP - Fachgebiete teilten sich die Kursbetreuung auf. Ein Mitarbeiter der Westsächsischen Hochschule übernahm die Betreuung von zwei Gruppen, das heißt sechs Teilnehmern. Pro Tag standen mindestens drei



Betreuer als Ansprechpartner bei Problemen im System oder Verständnisproblemen der Fallstudie zur Verfügung. Zusätzlich konnte während des SAP-Kurses noch ein vierter Betreuer gefunden werden, welcher zwischen den einzelnen Gruppen wechselt und für weitere Unterstützung sorgt. Der SAP Kurs enthält unterschiedliche Module im SAP-System, die die Teilnehmer durchspielen, beispielsweise Human Capital Management, Finance oder Logistic Execution. Zu Beginn eines neuen Moduls werden durch die Betreuer Eingangsvorträge gehalten, welcher die Teilnehmer in das Thema einführt. Theoretische Bestandteile, als auch praktische Hinweise für das SAP-System sind im Rahmen von Power-Point-Präsentationen enthalten. Während der Bearbeitungszeit der Fallstudie haben alle Teilnehmer ihr Mikrofon stumm geschaltet. Im Gegensatz zum Präsenzkurs bietet sich im Online Format nicht die Möglichkeit der Betreuer, den Bearbeitungsstand einzelner Teilnehmer am Arbeitsplatz einzusehen. Hierfür wurden bei der Planung des Kurses Vorbereitungen getroffen, welche später beleuchtet werden. Bei individuellen Fragen und Problemen, melden sich die Teilnehmer innerhalb der einzelnen Gruppen. Dies kann über direkte Weise über den Video- und Sprachchat als auch über den indirekten Weg des Textchats erfolgen. Dies ermöglicht eine schnelle und effektive Kommunikation. Der Betreuer behebt in der Folge zusammen mit dem Kursteilnehmer die Problemstellung. Dazu wird zunächst versucht, mit den Teilnehmern über den Sprachchat eine Lösung zu finden. War die Fehlersuche in diesem Schritt nicht erfolgreich, erfolgte ein Screensharing, sodass der Betreuer einen besseren Einblick erhält. Ist auch dieser Weg nicht ausreichend, kann sich im letzten Schritt der Betreuer über die Bildschirmsteuerung auf den Computer des Teilnehmers zuschalten und ihn zur Lösung führen. Diese Arbeitsweise hat sich im Laufe des Prozesses in der Praxis als sehr zweckdienlich für diese Art von IT-Schulung herausgestellt. Bei komplexeren Herausforderungen erfolgte eine Abstimmung zwischen dem Trainerteam und die Bearbeitung geschieht am Rechner des Betreuers mit anschließender Erklärung an den Teilnehmer.

Aufgrund der individuellen Bearbeitungszeit der Teilnehmer oder die eben genannten Fehler oder Fragen entstehen an einigen Stellen mehrere oder längere Pausen. Bestimmte Themengebiete der Fallstudie weisen eine höhere Fehleranfälligkeit auf. Dies zeigt sich aus Erfahrungen von SAP-Kursen in der Vergangenheit. Dies führt dazu, dass mehrere Teilnehmer gleichzeitig Fehler

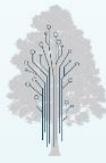


erzeugen. Häufig werden von Kursteilnehmern erste Fehler beim Anlegen von Stammdaten fabriziert. Zum Ende des zweiten Kurstages muss jeder Teilnehmer 20 Materialien (Fertigerzeugnisse, Handelswaren, Halbfabrikate, Verpackungen, Ersatzteile) im SAP-System angelegt haben, die an den folgenden Kurstagen in verschiedenen Fallstudien wiederverwendet werden. Allein durch die große Anzahl an Materialien entstehen beim Anlegen Fehler, die zumeist erst später im Kursverlauf auffallen. Aufgrund des wechselnden Betreuungspersonals und der Onlinedurchführung ist die Fehlersuche sehr zeitaufwendig. Um diese Fehler schneller zu finden, wurden unter der Transaktion *QuickViewer* (SQIV) eigene Abfragen erstellt, in denen alle relevanten Einstellungen der Kursteilnehmer aus den Materialtabellen (MARA, MARC, ...) gebündelt dargestellt werden. Anschließend können über die Transaktion *Transaktionspflege* (SE93) die Abfragen in eine eigene Transaktion umgewandelt werden. Zum Vergleich dienen die fehlerfrei angelegten Materialien aus den Testwochen vor dem Kurs, die von den Betreuern angelegt wurden. So können falsche oder fehlende Einstellungen schnell erkannt werden, siehe Abbildung 2.

Material	LOrt	BewKI	HM	nicht kalkulieren	Kalkulation mit Mengengerüst
1_0410_J3A1	0002	7900	X		X
1_0410_J3A2	0002	7900	X		X
1_0410_J3A3	0002	7900	X		X
1_0410_J3A4	0002	7900	X		
1_0410_J3A5	0002	7900	X		X
1_0410_J3A6	0002	7900	X		X
1_0410_T103	0002	7900	X		X

Abb. 2: Fehlende Einstellung Kalkulation mit Mengengerüst beim Buchungskreis J3A4

Die meisten Fehler wurden von den Betreuern nicht sofort beim Finden behoben, sondern gewartet bis beim Kursteilnehmer an der entsprechenden Stelle in der Fallstudie die falschen Werte angezeigt wurden. Anschließend wurden die Einstellungen gemeinsam mit dem Kursteilnehmer



angepasst, um ein besseres Verständnis der Einstellung und deren Auswirkungen in den SAP-Fallstudien herbeizuführen.

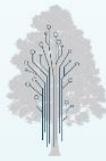
Die Wartezeiten der Fehlersuche und anschließenden Behebung sowie das gesamte Kursformat erfordern ein Maß an Selbstorganisation und Selbstdisziplin. Dabei spielt das Wechselspiel von Selbstorganisation auf der Seite der Teilnehmer und Impulsgebung und Lenkung durch die Lehrkraft auf der anderen Seite eine wichtige Rolle (Bröcher 2021). Während der freien Zeiten oder Wartezeiten können für die Übung und Vertiefung der BWL-Theorie die auf der Lernplattform moodle bereitgestellten Materialien genutzt werden.

Der zehntägige Kurs wurde auf ungefähr acht Stunden pro Durchführungstag aufgeteilt. Hierbei wurde auf eine großzügige Mittagspause geachtet, da wissenschaftliche Studien belegen, dass durch die, im vorliegenden Beispiel SAP-Intensivkurs, starke Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie erhöhter Stress bei den Teilnehmern hervorgerufen werden kann (BMAS, 2020).

3. Evaluation

Die Durchführung der ersten vollständig im Online-Format konzipierten SAP-Schulung an der WHZ stellte für alle beteiligten Trainer und Teilnehmer eine besondere Erfahrung dar. Gemeinsam konnte eine zweiwöchige IT- Schulung gestaltet werden. Diese bot sowohl einen umfassenden Einblick in die BWL-Theorie zu ERP Systemen und Geschäftsprozessen, wie auch eine softwareseitige Anwendung der erlernten Kenntnisse. Die Teilnahme am SAP-Kurs war trotz oder gerade wegen des Online-Formats sehr gefragt. Den digitalen Kurs besuchten 18 Studierende und damit konnte ein deutliches Teilnehmerwachstum gegenüber den vorangegangenen Präsenzkursen verzeichnet werden. An der anschließenden Evaluation haben 13 Personen teilgenommen. Diese wurde erstmals digital mittels Feedback Funktion in moodle durchgeführt.

Der Kurs wird nunmehr seit zehn Jahren angeboten und seit Beginn an evaluiert. Das kontinuierliche Feedback der Studierenden und aller Teilnehmer ist ein wichtiger Baustein. Er wurde über die Jahre u.a. für die Qualitätssicherung, die Weiterentwicklung des Kursangebotes und die Bewertung der Trainer genutzt. Da die bisherigen Kurse alle in Präsenz durchgeführt



wurden, interessierte in diesem Jahr besonders, welche Änderungen sich im Verhältnis der letzten Jahre zum neuen Online-Format ergeben haben. Für die Evaluation wurden die Ergebnisse der letzten Jahre und damit von fast 20 erfolgreich durchgeführten SAP Kursen herangezogen. Diese Auswertung zeigte im Schnitt, dass über die Jahre eine deutliche Qualitätssteigerung in der Gesamtbewertung erzielt werden konnte. Der zuletzt online durchgeführte Kurs, ist mit der Note 1,46 sehr gut bewertet wurden und liegt damit deutlich über dem Durchschnitt der letzten zehn Jahre von 1,85. Die Abbildung 3 verdeutlicht die Entwicklung der Gesamtbewertung grafisch und zeigt wie über die Jahre der Anteil der “sehr gut”- Bewertungen gesteigert, sowie die “teils teils” und “schlechten” Bewertungen reduziert werden konnten. Die Kurse mit dem Zusatz “-1” fanden im Sommersemester und mit “-2” im Wintersemester statt.

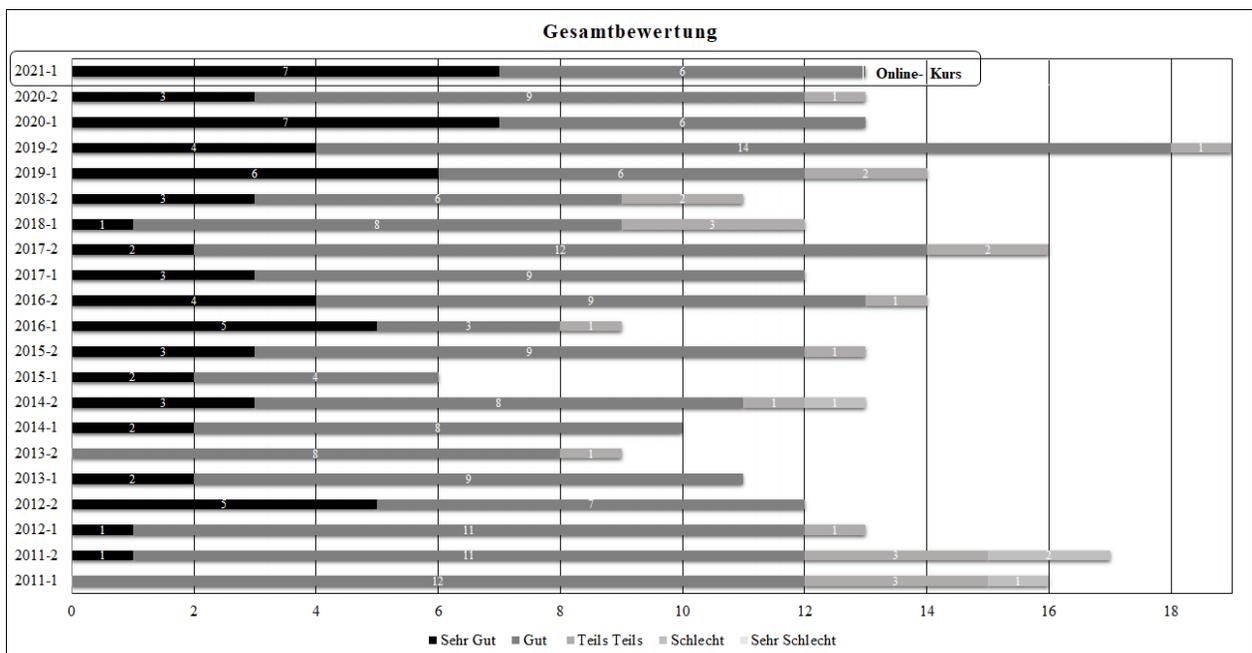
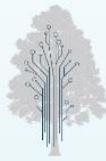


Abb. 3: Gesamtbewertung Jahresverlauf

Die Organisation und der Aufbau des Kurses wurden von den Schulungsteilnehmern durchweg positiv bewertet. Kritik spiegelte sich allerdings in Bezug auf die teilweise entstandenen Leerlaufzeiten wieder. Diese kamen meistens dann zustande, wenn in den einzelnen Gruppenräumen bei der Ausführung der Klick-Anleitung Fehler im System aufgetreten waren. Um



Inkonsistenzen und unterschiedliche Arbeitsstände innerhalb der Supply- Chain- Gruppen zu vermeiden, mussten diese zunächst behoben werden bevor der nächste Theorievortrag starten konnte. Im Feedback wurden weiterhin die Abweichungen vom vorgegebenen Stundenplan als problematisch empfunden, da die Teilnehmer so ihre eigenen Pausenzeiten schlechter planen konnten. Zukünftig soll an dieser Stelle ein flexiblerer Zeitplan erstellt werden, der es ermöglicht, sowohl die Vorträge und Inhalte zur vorgesehenen Zeit durchzuführen als auch die vorgegebenen festen Pausenzeiten einzuhalten. Obwohl die Kommunikation zwischen den Trainern und Teilnehmer während des Kurses allgemein mit der Note 1,38 und damit sehr gut bewertet wurde, waren aus den Antworten Schwierigkeiten erkennbar. Die Verständlichkeit der Vorträge (siehe Abbildung 4) und komplexen Inhalte stellten auch in den vorangegangenen Jahren bereits eine Herausforderung dar, diese wurde nun zusätzlich durch die ausschließlich digitale Kommunikation verstärkt. Die Rückmeldungen zeigten Schwierigkeiten im Verständnis von einzelnen Trainern, aufgrund von unterschiedlicher Mikrofonqualität, Geschwindigkeit in der Vortragsweise und den rhetorischen Fertigkeiten.

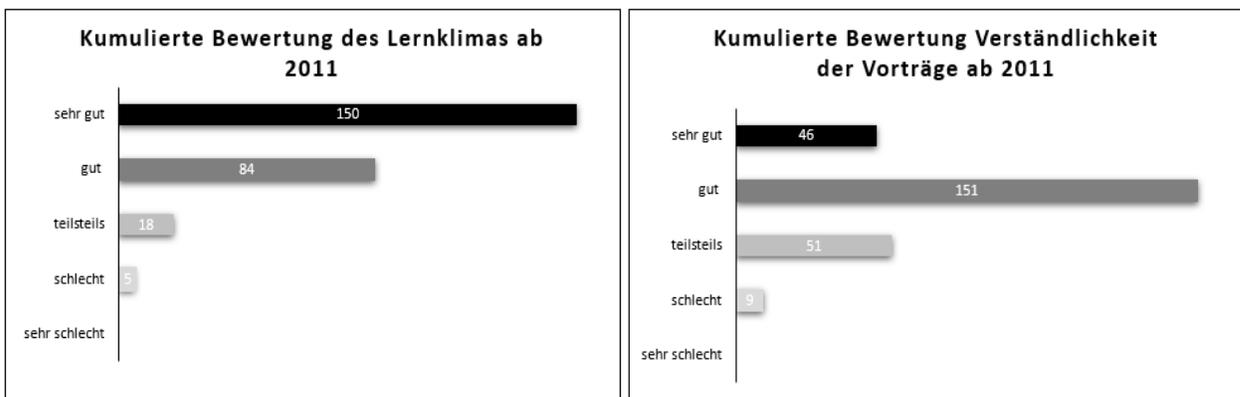
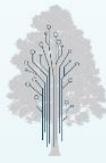


Abb. 4: Kumulierte Bewertungen ausgewählter Faktoren

Das Lernklima wurde als sehr gut (54%) bis gut (46%) eingeschätzt. Ein als sehr positiv zu bewertendes Ergebnis, welches sich ebenfalls mit denen der Vorjahre deckt (siehe Abbildung 4). Vor allem die teilweise sehr langen Tage der ersten Kurswoche wurden von den Studierenden als



Herausforderung für die Arbeit am PC und die Konzentration angesehen. Eine Weiterempfehlung des Kurses wurde von allen Teilnehmern gegeben.

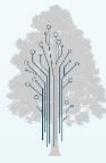
Insgesamt kann konstatiert werden, dass die Transformation in ein Online-Format für die Westsächsische Hochschule Zwickau erfolgreich war. Es kam weder zu nennenswerten Quantitäts- oder Qualitätsverlusten. Es wird geplant, die digitale Schulung weiterhin anzubieten und auszubauen, auch wenn die Rückkehr zu Präsenzveranstaltungen, sowohl von den Studierenden als auch den Trainern herbeigesehnt wird. Die neu gewonnene Flexibilität, die SAP-Schulung skalierbar und ortsunabhängig anzubieten, ermöglicht neue Wege in der Aus- und Weiterbildung, welche im nächsten Schritt, auch bei externen Zielgruppen insbesondere in Unternehmen, angewandt werden sollen.

4. Optimierungen und Zukunftsperspektiven

Aus den Ergebnissen des Feedbackbogens geht hervor, dass die Kursteilnehmer überwiegend zufrieden mit der neuen Lernform sind. Jedoch enthält dieses auch Potential für zukünftige Optimierungen. Die beschriebenen Leerlaufzeiten wurden von den Befragten als kritisch erachtet. Hierbei stehen jedoch den Teilnehmern zahlreiche Möglichkeiten des Selbststudiums zur Verfügung. Hierzu zählen beispielsweise die Erledigung der gestellten Aufgaben in den Excel-Dokumenten, das Durcharbeiten der SAP - Schulungsunterlagen in Vorbereitung auf die Zertifizierung, die bereitgestellten Probefragen in moodle oder das selbstständige Vertiefen der Theorie Vorträge. Dieses Selbststudium erfordert jedoch eine starke Eigenmotivation, welche bei einigen als kritisch erachtet wird (Sammet; Wolf, 2019).

Beim Einsatz digitaler Lernangebote können auch virtuelle Lernwelten Einsatz finden. Bezogen auf die Fallstudie können die Teilnehmer mittels einer VR-Brille einzelne Produktionsschritte und Geschäftsbereiche durchlaufen, wodurch die Klickanleitung nachvollziehbarer wird. Durch die Handlungsorientierung und eigene Wahrnehmung des Erlebten können der Lernerfolg und die Lernerfahrung gesteigert werden (Witt; Gloerfeld 2018).

Des Weiteren ist denkbar, Lernvideos im SAP-Kurs einzubauen. Diese können mithilfe ENABLE NOW, ein von SAP bereitgestelltes Tool zur Produktion von hochwertigem E-Learning-Content



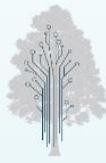
erstellt werden. Diese können in Leerzeiten bei Bedarf auch wiederholt individuell abgespielt werden. Weiterhin kann in einem weiteren SAP Kurs im Online Format der Demonstrator eingebaut werden, welcher im letzten Konferenzband der SAP ACC DACH 2020 vorgestellt wurde (Brückner et al. 2020). Dieser kann online live von den Betreuern vorgestellt werden und lässt SAP S/4HANA greifbarer werden. Außerdem bietet dieses Modell eine Abwechslung zum Hören der Theorie Vorträge. Gamification und Gamed Based Learning stellen weitere Optionen dar, den Kurs auf ein weiteres Level zu transferieren. Digitale Lernspiele oder spielerische Elemente, im Sinne von Belohnungen können für Motivation und Vielfältigkeit innerhalb des Kurses sorgen (Stieglitz et. al, 2017).

Generell wird empfohlen, den Lernerfolg durch spätere Prüfungen, z.B. in Form von Fragebögen, zu testen und bestätigen, ob das Gelernte im Langzeitgedächtnis aufgenommen werden konnte (Strahringer et. al, 2017). Dies wird teilweise bereits umgesetzt, indem auf moodle Übungsfragen bereitstehen, welche jedoch auf freiwilliger Basis basieren und nicht von den Betreuern überprüft werden. Dieser Aspekt kann in Zukunft verändert werden.

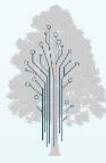
Bezugnehmend auf die Evaluation ist es vor allem wichtig, auf genaue und intensive Pausenzeiten der Teilnehmenden zu achten. Teilnehmer, welche zur Pausenzeit noch nicht auf dem gewünschten Bearbeitungsstand sind, muss die Möglichkeit gegeben werden, dies nach einer Pause aufzuarbeiten. Denn durch die höhere kognitive Beanspruchung und Arbeitsintensität kann durch fehlende Abgrenzung von Privatleben und Weiterbildung bzw. Lehre die psychosoziale Gesundheit negativ beeinflusst werden. Durch das ortsflexible Arbeiten kommt es zu erhöhten Bearbeitungszeiten und verkürzten Ruhezeiten, was wiederum negative Auswirkungen auf Beanspruchungsfolgen haben kann. Zu nennen sind hier beispielsweise mangelnde Erholung, physische Beschwerden oder herabgesetzte Schlafqualität (BMAS, 2020).

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2020): Verbreitung und Auswirkungen von mobiler Arbeit und Homeoffice. Berlin, Forschungsbericht, 28.



- Bröcher, J. (2021): Anders lernen, arbeiten und leben. Für eine Transformation von Pädagogik und Gesellschaft. Bielefeld, Germany: transcript Verlag, 51.
- Brückner A.; Kretz, D.; Neumann, T.; Teich, T.; Zölsmann, C. (2020): Computergestützter Demonstrator als digitale Lernmethode für SAP S/4HANA. In: Gräslund, K.; Kilian, D.; Krcmar, H.; Turowski, K.; Wittges, H. (Hrsg.): Proceedings of the SAP Academic Community Conference D-A-CH 2020. München: SAP Community Conference.
10.14459/2020md1555096
- Gilch, H.; Beise A.S., Krempkow R., Müller M., Stratmann F., Wannemacher, K. (2019): Digitalisierung der Hochschulen: Ergebnisse einer Schwerpunktstudie für die Expertenkommission Forschung und Innovation, Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 14-2019, Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Berlin
- Kergel, D; Heidkamp-Kergel, B (2019): E-Learning, E-Didaktik und digitales Lernen. Springer VS, Wiesbaden
- Sammet, J.; Wolf, J. (2019): Vom Trainer zum agilen Lernbegleiter- So funktioniert Lehren und Lernen in digitalen Zeiten. Berlin: Springer-Verlag, 87.
- Strahinger, S.; Leyh, C. (2017): Gamification und Serious Games. Wiesbaden, Springer Vieweg, 148.
- Stieglitz, S.; Lattemann, C.; Robra-Bissantz, S.; Zarnekow, R.; Brockmann, T. (2017): Gamification. Cham: Springer International Publishing, 4 f.
- Teich, T.; Trommer, M.; Wolf, S.; Brückner A.; Leonhardt, S. (2020): In: Gräslund, K.; Kilian, D.; Krcmar, H.; Turowski, K.; Wittges, H. (Hrsg.): Proceedings of the SAP Academic Community Conference D-A-CH 2020. München: SAP Community Conference.
10.14459/2020md1555096
- Qiu, M.; Hewitt, J.; Brett, C. (2014) Influence of group configuration on online discourse writing. Computers and Education, 71, 289–302. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.010
- Witt de, C.; Gloerfeld (2018): Handbuch Mobile Learning. Wiesbaden: Springer VS, 435.



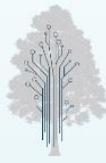
SAP-integrierte Einführung in die Datenanalyse in der Hochschullehre

Cathleen Nier, Tobias Teich, Tim Neumann, Sven Leonhardt & Martin Trommer

Westfälische Hochschule Zwickau, Zwickau, Deutschland

Abstract: Die integrierte Informationstechnologie im Bereich der Datenanalyse gewinnt im Rahmen der digitalen Transformation von Geschäftsprozessen, und dem damit verbundenen Anstieg des Datenvolumens, als eine der Charakteristika von Big Data, weiterhin an Bedeutung. Die gezielte Einbindung von Daten als vierten Produktionsfaktor in die Unternehmensprozesse setzt dabei ein systematisches Vorgehen in Bezug auf die bedarfsgerechte Modellierung voraus. Dabei sind sowohl die vergangenheitsorientierten als auch die zukunftsgerichteten Aspekte der Informationsbereitstellung zu berücksichtigen. Das *Cross Industry Standard Process Model for Data Mining* dient dabei für die Studierenden im Rahmen der Hochschulfallstudie der Westfälischen Hochschule Zwickau *Einführung in die Datenanalyse mit SAP* als Framework für die vergangenheitsorientierte Datenmodellierung in der Eclipse-basierten Entwicklungsumgebung SAP HANA Studio. Aufbauend auf diesem Verständnis können zukunftsorientierte Analysen (Analytics) unter Einbindung der entsprechenden Algorithmen über die *Predictive Analysis Library* des SAP HANA Studios modelliert werden. Der final erstellte Calculation View (Data Category Cube) stellt die Basis des multidimensionalen Reportings dar und ist auch in den SAP BI Tools (wie Analysis for Microsoft Excel) verfügbar. Die Studierenden sollen vermittelt bekommen, Key Performance Indicators effizient und nach den entsprechenden Bedürfnissen angepasst zu modellieren und darzustellen, um in der Praxis sinnvolle, datengetriebene Entscheidungen treffen zu können.

Keywords: CRISP for Data Mining, Lehrmethode, SAP Business Intelligence, SAP Fallstudie Datenanalyse, SAP HANA Studio



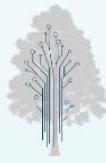
1. Umfassende Datenanalyse im Zeitalter der digitalen Transformation

Im Zuge der digitalen Transformation, der damit verbundenen Veränderung bestehender Geschäftsprozesse sowie durch die Implementierung entsprechender Technologien ändert sich die Rolle der IT nachhaltig. Die IT-Struktur, IT-Vernetzung sowie die Einsatzmöglichkeiten digitaler Systeme nehmen nicht nur eine dominierende, sondern auch die verbindende Rolle zwischen allen Akteuren des Wertschöpfungsprozesses ein. (Johanning 2019) Für das Jahr 2025 wird eine weltweit generierte Datenmenge von 175 Zettabyte prognostiziert. Wird das Jahr 2018 mit 33 Zettabyte als Ausgangswert zugrundegelegt, würde das einen Anstieg um 430% bedeuten. (Tenzer 2020).

Die Ausgangssituation in Unternehmen für die Entwicklung neuer bzw. die Optimierung bestehender Geschäftsmodelle oder die Generierung von Wettbewerbsvorteilen, unter dem Aspekt der zur Verfügung stehenden Daten, wie beispielsweise der Kundenstamm- und Bewegungsdaten, kann zum jetzigen Zeitpunkt als sehr gut angesehen werden. In noch keinem Zeitalter zuvor ließen sich viele Daten über Produktionsverläufe, (potenzielle) Kunden oder Wettbewerber sammeln und auf Knopfdruck auswerten wie in der aktuellen Zeit. Daten können somit als „Trittleiter“ in verschiedene, sowohl vergangenheits- als auch zukunftsorientierte Erkenntnisstufen verstanden werden. (Chamoni, Gluchowski 2017)

Das Schlagwort Big Data steht dabei für ein sehr hohes Datenvolumen, welches durch vier Merkmale charakterisiert ist (King 2014):

1. Umfang („Volume“), womit der Datenumfang gemeint ist, der analysiert und verwaltet werden muss.
2. Varietät („Variety“). Dieser Begriff bezieht sich auf die Herkunft der Daten. Durch die steigende Verknüpfung von Objekten stammen diese Daten zunehmend aus verschiedenen Quellen (sowohl innerhalb als auch außerhalb von Unternehmen) und können daher auch in ihrer Struktur sehr stark variieren.



3. Schnelllebigkeit („Velocity“). Dieser Begriff steht für die Geschwindigkeit, mit welcher die großen Datenmengen erzeugt, übertragen und ausgewertet werden.
4. Richtigkeit („Veracity“). Das vierte V bezieht sich auf die Qualität und Quelle der erfassten Daten. Durch inkonsistente oder unvollständige Übertragung der Daten von der Quelle zum Verarbeitungsort wird die (Auswertungs-)Qualität sehr stark beeinflusst.

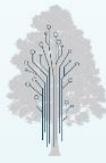
Die Auswertung von Daten im Unternehmenskontext zielt primär darauf ab, einen Mehrwert zu generieren. Es wird daher auch von Informationskapital gesprochen, welches durch ein weiteres V (Value) charakterisiert wird. (Meier 2018)

Im Rahmen der Fallstudie *Einführung in die Datenanalyse*, die im betriebswirtschaftlichen Studium an der Westsächsischen Hochschule Zwickau gelehrt wird, soll den Studierenden das Wissen über ein strukturiertes Vorgehen vermittelt werden, wie Unternehmen die Potenziale von (Big Data) Daten nutzbringend einsetzen können. Im Rahmen der Datenanalyse liegt die primäre Herausforderung von Unternehmen zunächst darin, den zugrundeliegenden Rohstoff, die Daten, in Informationen umzuwandeln, um Fragestellungen zu bearbeiten oder kritische Unternehmenssituationen bewältigen zu können.

1.1. Analyse der Vergangenheit und Prognose der Zukunft

Durch die dominierende Bedeutung von Daten sind auch die Erwartungen an die Analyse vorliegender Daten dahingehend gestiegen, dass sich nicht nur mit vergangenheitsorientierten Fragestellungen beschäftigt werden soll, sondern auch die Erörterung von zukünftigen Potenzialen oder Zukunftsszenarien zunehmend in den Fokus rückt. (Chamoni, Gluchowski 2017)

Aufgabe der beginnenden, zuerst einmal beschreibenden (deskriptiven) Datenanalyse ist es, die gesammelten und aufbereiteten Daten soweit zu aussagekräftigen Informationen zu verdichten, dass sich schnell ein Eindruck, z.B. in Form von standardisierten Charts, verschafft werden kann. Ziel ist es, durch diese Komprimierung das Wesentliche darzustellen (Kuß 2004). Der Begriff Business Intelligence steht an dieser Stelle für die vergangenheitsorientierte



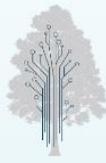
Informationsgewinnung. (Chamoni, Gluchowski 2017) Durch entsprechend angewandte Methoden und Technologien können Ansatzpunkte zur Beantwortung von vergangenheitsorientierten Fragestellungen (wie bspw. *Was geschah? Warum geschah es?*) gefunden werden. Diese Betrachtungssicht wird im Rahmen der Fallstudie *Einführung in die Datenanalyse* durch die Modellierung der entsprechenden Information Views im SAP HANA Studio in den Vordergrund gestellt.

Darauf aufbauend, und unter Berücksichtigung der Kausalität sowie durch die Prüfung von Hypothesen, können die Erkenntnisse aus vergangenheitsbezogenen Daten in die zukunftsorientierte Betrachtung einfließen. Diese zukunftsorientierte Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse steht im Fokus des Forschungszweiges Business Analytics. (Chamoni, Gluchowski 2017)

Die Fragen zukünftiger Entwicklungen werden dabei durch zwei Methoden analysiert (Seybold, Martens 2015):

- Predictive Analytics: In dieser Methode steht die Fragestellung „*Was wird in Zukunft wahrscheinlich passieren?*“ im Vordergrund.
- Prescriptive Analytics: Beispielsweise durch Simulation kann sich mit der Fragestellung beschäftigt werden „*Welche Schritte sind für die Erreichung von Zielen notwendig?*“.

Zur Beantwortung dieser Fragen kann im SAP HANA Studio die Predictive Analysis Library (PAL) verwendet werden. Die PAL beinhaltet verschiedene Algorithmen und Funktionen, welche u.a. im SAP HANA Studio in Flow Graphs (als Verbindung von verschiedenen Elementen mit dem Ziel der Transformation) Verwendung finden. Dazu gehören Algorithmen aus den Bereichen Clustererstellung, Zeitreihenanalyse oder Assoziationsanalysen. (Lüdtke 2017) Da die Einbindung von Tabellen und Algorithmen in die Flow Graphs eine vertiefendere Datenbearbeitung bedingt, wird sich ein separater Aufbaukurs mit diesem Thema beschäftigen. Durch die hier vorgestellte Fallstudie soll den Studierenden im Rahmen der vergangenheitsorientierten Datenanalyse die



Notwendigkeit eines strukturierten Vorgehens als essentielles Fundament zur erfolgreichen Datenanalyse vermittelt werden.

2. Strukturiertes und SAP - integriertes Vorgehen

In dem PC Pool der Hochschule ist das SAP HANA Studio lokal installiert und dient den Studierenden als zentrale Entwicklungsumgebung. Der Zugriff darauf ist sowohl im Rahmen von Präsenzveranstaltungen als auch remote basiert möglich.

Der angebotene Kurs ist so strukturiert, dass vor jeder praktischen Einheit zunächst ein vertiefender Impulsvortrag gehalten wird, welcher auf die jeweiligen thematischen Aufgabenschwerpunkte im Rahmen des Datenanalysevorgehens eingeht.

Ein Modell, was sich in der Industrie im Rahmen des Data Mining, als Vorgehen zur Mustererkennung in Daten etabliert hat und dessen Intention auf andere Bereiche adaptiert werden kann, ist das „Cross Industry Standard Prozess for Data Mining“ (CRISP-DM). Dabei wird zwischen den Phasen Geschäftsverständnis, Datenverständnis, Datenvorbereitung, Modellierung, Evaluierung und Bereitstellung unterschieden. (Trahasch & Felden 2019) Der entsprechende Kreislauf und die notwendigen Kernaufgaben, welche im Kurs mit den Studierenden in den jeweiligen Abschnitten unter Einbezug des SAP HANA Studios und SAP Analysis for Microsoft Excel bearbeitet und besprochen werden, sind in der Abb. 1 dargestellt.

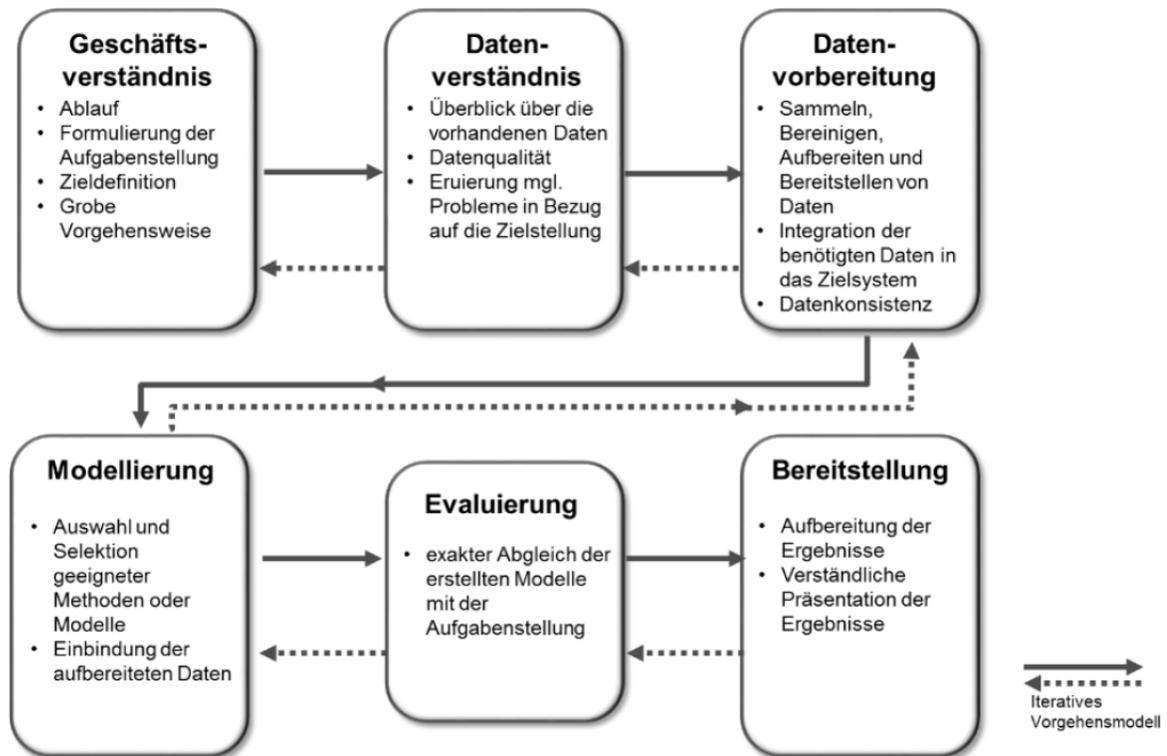
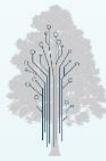
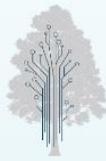


Abb. 1: CRISP Modell, eigene Darstellung in Anlehnung an SAP SE or an SAP affiliate company 2016

Das Vorgehensmodell ist als iteratives Framework zu verstehen, da die Ergebnisse und Erkenntnisse aus den einzelnen Abschnitten zur Folge haben können, dass im Zusammenhang mit Feedback Loops Korrekturen in den vorgelagerten Schritten vorgenommen werden müssen. Der Kursteil *Einführung in die Datenanalyse mit SAP* ist insgesamt in ein Modul mit 10 ECTS Points eingebettet. Die Themengebiete und Aufgaben innerhalb der CRISP Phase Geschäftsverständnis werden dabei zunächst in einem vorgelagerten Kurabschnitt vermittelt. Der Fokus des vorgelagerten Kursabschnittes liegt auf der Integration der unterschiedlichen Bereiche im Unternehmen und deren Abbildung bzw. Vernetzung im ERP-System. Zu diesem Zweck erstellen die Studierenden innerhalb des Kurses anhand vorgegebener Parameter ihr eigenes Produktionsunternehmen als Teil einer Liefer- und Wertschöpfungskette. Nach dem Kennenlernen des grundlegenden Aufbaus des SAP-Systems werden die Organisationsstrukturen geschaffen und die Basis für alle Geschäftsprozesse und Transaktionen gelegt. Neben der Vermittlung der betriebswirtschaftlichen Businesslogik werden auch die Mengen- und Wertflüsse mit den dafür



notwendigen Ressourcen im Unternehmen abgebildet. Während der Umsetzung von definierten Geschäftsvorfällen und deren Auswirkungen auf die einzelnen Module wird die Integration und deren Komplexität im Gesamtsystem aufgezeigt. (Käschel, Teich 2008) Zu Beginn des Kursteils werden gemeinsam mit den Studierenden sowohl die Aufgabenstellung als auch die Zieldefinition herausgearbeitet. Die Grundlage dabei bilden die in Abschnitt 1.1 vorgestellten Möglichkeiten der Datenanalyse. Aus didaktischer Sicht wurde sich dabei für das Bottom-Up Vorgehen entschieden, in welchem sich ausgehend von den Datenquellen das Modell entwickelt und die Kennzahlen anschließend entsprechend visualisiert und zusammengeführt werden.

2.1. CRISP Phase Datenverständnis und Datenvorbereitung

Bevor im Rahmen der Fallstudie die entsprechenden praktischen Aufgabenteile durchgeführt werden, geht zu Beginn jeder Phase der theoretische Präsentations- und Diskussionsteil sowohl auf die allgemeingültigen Themen und Aufgaben als auch auf die SAP-spezifischen Besonderheiten der jeweiligen Phase ein. Abb. 2 zeigt zusammenfassend für die Abschnitte Datenverständnis und Datenvorbereitung die entsprechende Einstiegsfolie. Die Themengebiete und Aufgaben werden anschließend vertiefender vorgestellt.

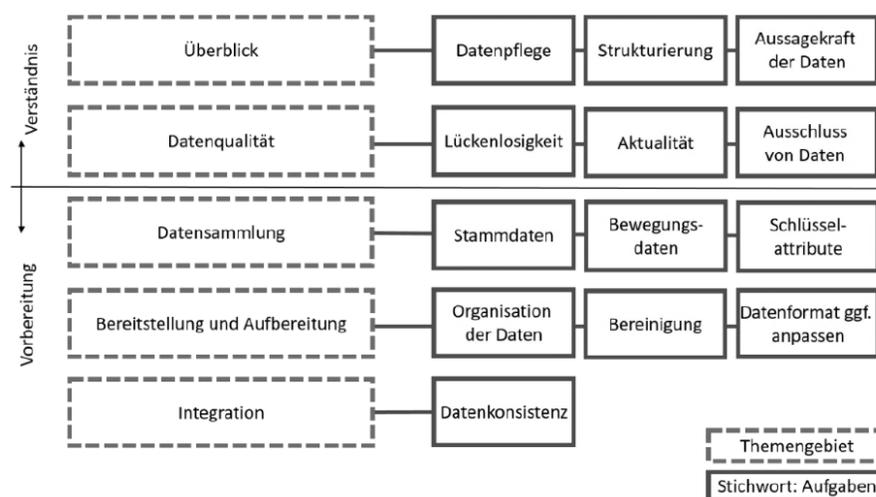
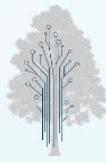


Abb. 2: Themengebiete und Aufgabenhinweise für die Bereiche Datenverständnis und Datenvorbereitung, eigene Darstellung in Anlehnung an, SAP SE or an SAP affiliate company 2016



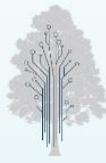
Nach dem Theorieteil erfolgt die praktische Anwendung. Dies hat den Vorteil, dass den Studierenden das theoretische WAS? und WARUM? zusammen mit dem praktischen WIE? komprimiert vermittelt werden kann.

Zur Verbesserung des technischen Verständnisses für die Systemarchitektur müssen die Studierenden im SAP HANA Studio die Verbindungsdaten zum hinzugefügten SAP HANA System eintragen, um die Verbindung zur SAP HANA Datenbank (gehostet im UCC Magdeburg) erstellen zu können, eine Repository Workspace sowie im Project Explorer einen separaten Folder anlegen, in welchem die Information Views gespeichert werden. Alle notwendigen Arbeiten werden in der SAP HANA Development Perspektive durchgeführt.

Die Datenbereitstellung (im SAP HANA Studio) in das Zielsystem erfolgt mittels CSV-Dateien über die Importmöglichkeit *Data from Local File*. Angelehnt u.a. an verschiedene Kursinhalte der SAP University Alliance zum Thema Datenanalyse mit SAP HANA werden insgesamt fünf Tabellen (eine Fakten- und vier Dimensionstabellen) importiert. Für die Dozenten hat diese Form des Imports den Vorteil, die Daten in den entsprechenden Tabellen individuell an das jeweilige Kursniveau anpassen zu können. Zudem werden die Studierenden durch bewusst erzeugte Dateninkonsistenzen, wie bspw. Sonderzeichen in den Datenfeldern, dazu animiert sich mit dem Thema Datenqualität bewusst auseinanderzusetzen.

Nachdem die Dateien erfolgreich in das SAP HANA Studio importiert wurden, müssen die Inhalte in Bezug auf die korrekte Darstellung, die Vollständigkeit, Aktualität und das richtige Datenformat überprüft werden. Die Studierenden ändern Tabelleninhalte mit entsprechenden SQL-Befehlen.

Im konkreten Fall müssen Namenänderungen in einer importierten Tabelle vorgenommen werden. Ziel ist es einerseits, die Datenqualität bereits vor Beginn der Modellierung sicherzustellen und mögliche Fehler abzufangen. Auch hier steht die Verknüpfung zwischen SQL Theorie und praktischer Anwendung im Vordergrund.



2.2. CRISP Phase Modellierung

Nachdem die notwendigen Tabellen im SAP HANA Studio bereitgestellt und aufgearbeitet wurden, kann mit der Modellierung der entsprechenden Information Views (Attribute Views und Calculation Views) begonnen werden. (Lüdtke 2017) Information Views werden verwendet, um den entsprechenden Business Use Case zu modellieren. Im Kurs wird ein Starschema verwendet, um die importierten Tabellen und Views für analytische Anwendungsszenarien (mehrdimensionale Berichterstattung in Form eines Cube) zusammenzuführen (siehe Abb. 3).

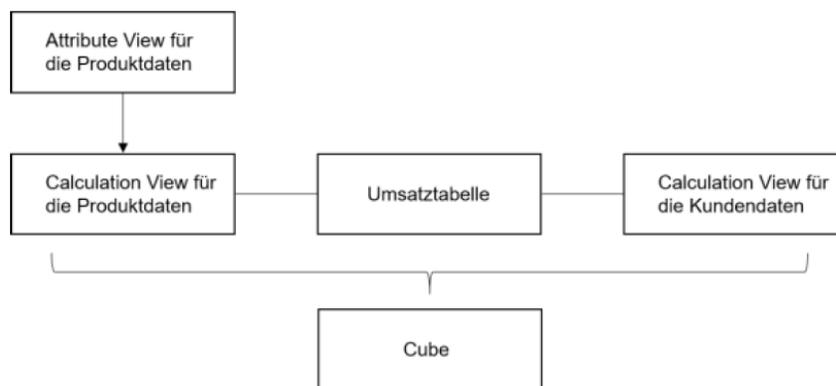
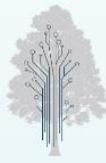


Abb. 3: Notwendige Modellierungen, eigene Darstellung

Dazu erfolgt im ersten Schritt die Erstellung eines Attribute Views mit Hilfe der Produkttabelle. Im Anschluss daran muss der Attribute View für Produkte in einen Calculation View (Data Category Dimension) umgewandelt und ein Calculation View für die Kundendaten (Data Category Dimension) erstellt werden. Im finalen Schritt werden die beiden Calculation Views (Data Category Dimension) mit der Faktentabelle „Umsatz“ mit Hilfe des Starschemas zu einem Calculation View (Data Category Cube) zusammengebracht. Dabei wird der Calculation View vom Typ Graphical verwendet.

2.3. CRISP Phase Evaluierung

Nachdem der Calculation View (Data Category Cube), welcher das multidimensionale Reporting ermöglicht, erfolgreich erstellt wurde, können die Studierenden direkt im SAP HANA Studio erste



vorgegebene Fragestellungen beantworten und direkt abgleichen, ob das erstellte Modell zur festgelegten Zielerstellung im Rahmen vergangenheitsorientierter Analysen genutzt werden kann.

Dazu wird die Möglichkeit des Data Preview für den Cube genutzt. Die Studierenden müssen dann durch Auswahl der geeigneten Attribute und Kennzahlen unterschiedliche relevante Fragestellungen beantworten.

Die Fragestellung für das gezeigte Diagramm in Abb. 4 lautet: *Welcher Monat hatte im Jahr 2019 den höchsten Absatz?*

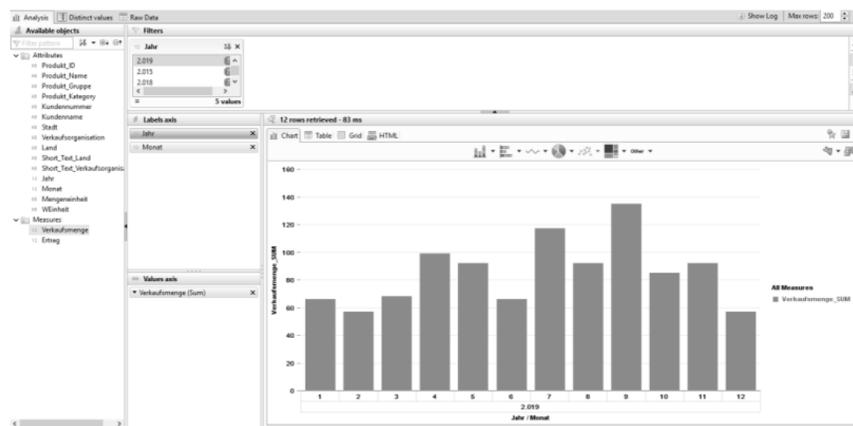
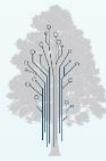


Abb. 4: Evaluierung im SAP HANA Studio, Screen SAP HANA Studio

Neben der Eruiierung, ob das Modell für die Fragestellung zielführend ist, kann darüber hinaus überprüft werden, ob die Daten in einem für die Auswertung notwendigem Format vorliegen. An dieser Stelle sollen noch einmal das Verständnis für Integration gefestigt und die Studierenden zusätzlich für die Wichtigkeit der Aufgaben im Abschnitt Datenverständnis und Vorbereitung sensibilisiert werden.

2.4. CRISP Phase Bereitstellung

Nachdem das Zielmodell im SAP HANA Studio erstellt wurde, kann die Bereitstellung in Frontendlösungen zur Informationsdarstellung erfolgen. Dabei wird sich auf die Bereitstellungsmöglichkeit in SAP BI Analysis for Microsoft Excel - ein Microsoft-Office-Add-



In, welches die Alternative zum Bex Analyzer ist, konzentriert. Durch die komfortable Anbindung kann der multidimensionale Cube in der Excel-Umgebung (Siehe Abb. 6) mit den Analysis Funktionen vertiefender betrachtet und aufbereitet werden. (Kessler et al. 2014)

Über die integrierte Möglichkeit eine Webanwendung anzulegen, kann der erstellte Report in den SAP Lumira Designer übertragen werden, worauf am Ende des Kurses eingegangen wird. Diese Möglichkeit soll prospektiv von den Studierenden auch aktiv im System umgesetzt werden.

3. Fazit

Die Fallstudie *Einführung in die Datenanalyse* ermöglicht den Studierenden eine intensive Auseinandersetzung mit relevanten Schwerpunkten. Dabei ist das CRISP-Modell in Zusammenhang mit dem SAP HANA Studio und SAP BI Analysis for Microsoft Excel für die Studierenden optimal geeignet, um Theorie und praktische Anwendungsmöglichkeiten miteinander zu kombinieren sowie die gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Fragestellungen, auch in Bezug auf die zukunftsgerichtete Datenanalyse, zu übertragen. Abb. 5 fasst die praktischen Arbeiten und den Verweis auf den entsprechenden Modellschritt des CRISP-Frameworks zusammen.

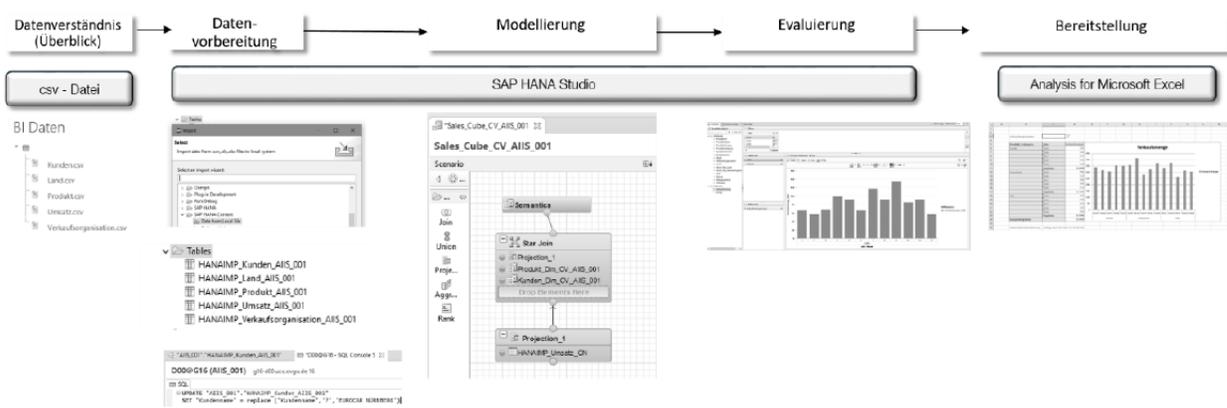
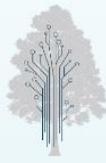
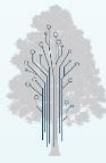


Abb. 5: Zusammenfassende Darstellungen der Arbeitsschritte im Rahmen der Einführung in die Datenanalyse



Literaturverzeichnis

- Chamoni, P. & Gluchowski, P. (2017): Business Analytics – State of the Art. *Control Manag Rev* 61, 8–17 (2017). <https://doi.org/10.1007/s12176-017-0030-6>
- Johanning, V. (2019): IT-Strategie Wiesbaden, Germany: Springer Fachmedien
- Käschel, J. & Teich, T. (2008): Produktionswirtschaft 3 Eine integrierte betriebswirtschaftliche Fallstudie mit SAP Chemnitz, Germany: GUC
- Kessler, T. et all (2014): Reporting mit SAP BW und SAP Business Objects. Bonn, Germany: Galileo Press, 331
- King, S. (2014): Big Data - Potential und Barrieren der Nutzung im Unternehmenskontext. Wiesbaden, Germany: Springer Fachmedien, 35
- Kuß, A. (2004): Marktforschung – Grundlagen der Datenerhebung und Datenanalyse. Wiesbaden, Germany: Springer Fachmedien, 155
- Lüdtke, T. (2017): SAO BW/4HANA. Bonn, Germany: Rheinwerk Verlag GmbH
- Meier, A. (2018): Werkzeuge der digitalen Wirtschaft: Big Data, NoSQL & Co. Wiesbaden, Germany: Springer Vieweg, 7
- SAP SE or an SAP affiliate company. (2016): Getting Started with DATA Science <https://open.sap.com/courses/ds1/items/2iI9MgmmW0GZi12PwF19aP> - Zuletzt besucht am 03.06.2021
- Seybold W. & Martens T. (2015): Business Analytics, die bessere Business Intelligence <https://www.bigdata-insider.de/business-analystics-die-bessere-business-intelligence-a-480865/> – Zuletzt besucht am 03.06.2021
- Tenzer F. (2020): Prognose zum Volumen der jährlich generierten digitalen Datenmengen weltweit in den Jahren 2018 und 2025 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/267974/umfrage/prognose-zum-weltweit-generierten-datenvolumen/#professional> – Zuletzt besucht am 10.05.2021
- Trahasch, S. & Felden, C. (2019): Grundlegende Methoden der DataScience. In: Data Science. Heidelberg, Germany: dpunkt, 65-66



Problem-Based Learning im ERP Unterricht: Ergebnisse einer Case Study bei 300 Studierenden

Alexander Redlein & Christian Lau

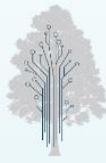
IFM der TU Wien, Wien, Österreich

Abstract: Durch COVID-19 wurde der Einsatz von digitalen Lernmethoden ein Muss. Dieses Paper beschäftigt sich mit der Nutzung der didaktischen Methode Problem-Based Learning, um nicht nur Wissen zu vermitteln, sondern auch die Kompetenz zur Anwendung des Wissens sicherzustellen. In einer Vorlesung und Übung wurde dieser Ansatz bei rund 300 Studierenden eingesetzt, um das Wissen über die Wertschöpfungskette und die Abwicklung der Logistikprozesse mit Hilfe von SAP S/4 HANA zu vermitteln. Kern war dabei eine integrative Fallstudie, die von den Studierenden anhand von Wissen, das ihnen über Blended Learning vermittelt wurde, lösen mussten. Die Ergebnisse und vor allem das Feedback der Studierenden zeigt, dass diese Methode sehr gut geeignet ist, um Studierenden die Kompetenz zu vermitteln, auch neuartige Probleme mit dem erworbenen Wissen zu lösen. Dabei nehmen die Lehrenden die Rolle von Coaches ein. Rasche Antwortzeiten und ausreichendes Feedback sind dabei erfolgskritisch.

Keywords: e-learning, new teaching concepts, virtual teaching, problem-based learning, blended learning

1. Hintergrund und Ziele

Der Einsatz digitaler Techniken und Medien in Lehrveranstaltungen wurde zwar erforscht und getestet, aber nicht wirklich breit umgesetzt. COVID-19 hat die Nutzung von E-Learning und Blended Learning zu einem Muss gemacht. Seit März letzten Jahres gab es an den meisten Universitäten fast keinen Präsenzunterricht mehr. Innerhalb kürzester Zeit wurden Lehrveranstaltungen „umgestellt“. Meist wurden dabei nur digitale Tools statt des physikalischen



Lehrsaals zur Vermittlung der Inhalte genutzt. Das heißt, statt im Lehrsaal oder Seminarraum wurde der Lehrinhalt per Zoom oder einer anderen Videokonferenzsoftware vermittelt. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Methode des Problem-Based Learnings, die einen Schritt weitergeht.

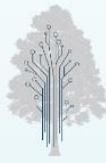
2. Literaturüberblick und Methodik

Obwohl neue Methoden der Kompetenzvermittlung immer besser erforscht werden, bevorzugen die meisten Lehrenden Formate, die auf Präsenzveranstaltungen, also auf physische Anwesenheit basieren (Siepmann 2018, Poxleitner 2018). Das beruht vor allem darauf, dass auf diese Weise die Interaktion mit den Lernenden aber auch die Motivation sichergestellt und das Feedback von den TeilnehmerInnen am einfachsten erfasst werden kann. Reine passive, digitale Lernmethoden, wie der Einsatz von Lernvideos, haben hier große Schwächen.

Dem gegenüber steht E-Learning, welches laut der Definition von Kerres alle Varianten des Einsatzes und der Nutzung digitaler Medien für Lehr- und Lernzwecke abdeckt. Dabei liegt der Fokus auf der Speicherung, Verarbeitung und Bereitstellung von Informationen unter Verwendung von Computern, Tablets sowie Smartphones.

Die Tools im Bereich E-Learning sind vielfältig. Die einfachsten sind digitale Papers oder Videos (Behrend & Gandomi 2019). Durch die Herausforderungen des letzten Jahres wurde der Einsatz auch im Hochschulwesen immer umfangreicher. Daher wird in unserem Fachbereich bevorzugt mit Lehr- und Lernvideos gearbeitet.

Einen weiteren Schwerpunkt bildet der Einsatz von Feedback Sessions in den Lehrveranstaltungen, welcher den StudentInnen die Möglichkeit bietet, offene Fragen zu klären. Die Basis hierfür bilden sogenannte Blended Learning-Formate, in denen unterschiedliche Methoden und Medien kombiniert werden (Gabler 2021). Beispielsweise wird Präsenzunterricht mit E-Learning gemischt, um die Motivation sowie den Wissenserwerb zu gewährleisten. Präsenzformate und Selbstlernphasen wechseln sich ab. Die Präsenzphasen stellen die Interaktion mit den



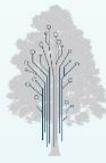
KursteilnehmerInnen sicher, also die Möglichkeit, Unklarheiten zu beseitigen und Fragen zu stellen sowie Feedback zu geben. Die Selbstlernphasen basieren meist auf Lernvideos, wodurch der visuelle Lerntyp profitiert, und ermöglicht zudem eine flexible Zeitgestaltung. Die Möglichkeit, sich die relevanten Inhalte auch selbst auszuwählen, gegebenenfalls Inhalte mehrmals anzusehen, unterstützen Individualität und Flexibilität. Ein weiterer Vorteil ist, dass E-Learning-Angebote die Ortsunabhängigkeit fördern, da die Lehr- und Lernunterlagen orts- und zeitunabhängig abgerufen werden können (Stock-Homburg & Groß 2019).

Blended Learning mit einem Mix von E-Learning-Einheiten und Präsenzveranstaltungen, kann zwar gut genutzt werden, um die Prozesse der Logistik und ihre Abbildung in SAP darzustellen, jedoch wurde in diversen Feedback Sessions von den Studierenden angemerkt, dass häufig nur das richtige Bedienen der Software unterrichtet, die Kompetenz im Umgang mit dem System in neuen Anwendungsfällen oder anderen Problemstellungen aber nur wenig vermittelt wird.

Storytelling verbessert das Vermitteln der Inhalte schon erheblich. Da der theoretische Inhalt nicht nur über die Definition, sondern anhand eines Beispiels aus einem Unternehmen dargestellt wird, kann die praktische Umsetzung verständlicher erklärt werden. In dieser Case Study wurde ein Schritt weitergegangen und der Ansatz des Problem-Based Learnings eingesetzt.

Die Methode des Blended Learnings eignet sich gut zur Erklärung von theoretischen Inhalten. Die Vermittlung der Anwendungs- bzw. Methodenkompetenz ist aber nicht immer sichergestellt. Die Literatur verweist in diesem Bereich auf den didaktischen Ansatz des Problem-Based Learnings. Diese stellt eine echte Problemstellung in den Mittelpunkt der Lehrveranstaltung. Die Studierenden müssen das Problem auf Basis der erlernten Methode bzw. des Fachwissens selbständig lösen. So wird sichergestellt, dass eine Aktivierung der Studierenden stattfindet, da der vermittelte und gelernte Lehrstoff angewendet wird und das gelernte Wissen durch praktisches Anwenden und Wiederholen zudem auch gefestigt wird. (Kerres 2018)

Daher wird in diesem Paper der Ansatz des Problem-Based Learnings anhand einer Case Study, sprich einer Lehrveranstaltung der TU Wien bestehend aus Vorlesung und praktischer Übung mit einem gesamten Umfang von 5 ECTS, dargestellt. Dieser Ansatz wurde auch ausgewählt, da das



IFM der TU Wien gemeinsam mit der Stanford University die ME310 Ausbildung „Design Thinking“ der Stanford University genau unter Verwendung dieser Methode durchführt (ME310 2018). In der Vorlesung (3 ECTS) und Übung (2 ECTS) „Industrielle Informationssysteme“ wurde die Methode Problem-Based Learning angewandt, um den Studierenden der TU Wien nicht nur die Theorie, sondern vor allem die Kompetenzen im Bereich der digitalen Abwicklung von Logistikprozessen mittels SAP S/4 HANA zu vermitteln. Weiters wird durch die eigenverantwortliche Arbeitsweise die Selbstständigkeit der Studierenden gefördert.

Bei der Verwendung dieses didaktischen Ansatzes soll der Lernende vor allem seine erworbenen Kompetenzen dazu nutzen, eine echte Problemstellung in der Praxis zu lösen. So wird überprüft, ob nur das Wissen oder auch die Kompetenz zur Anwendung des Wissens erworben wurde. Dieser Ansatz wird eher in Kleingruppen eingesetzt, da sich die Lernenden das Wissen mit Hilfe von Lehr- und Lernvideos, Skripten oder Fachliteratur meist im Selbststudium aneignen. Durch diesen Ansatz treten die Lehrenden vor allem als Coach auf. Diese Methode ist daher für die Lehrenden sehr aufwendig. Für den Lernerfolg und die Zufriedenheit der Lernenden sind kurze Reaktionszeiten und persönliche Betreuung sehr wichtig. An der TU Wien wurde diese Methode in einer Übung mit rund 300 StudentInnen eingesetzt. Das Team zur Betreuung dieser Lehrveranstaltung besteht aus einem Professor, zwei Assistenten und einem Tutor.

3. Ergebnisse

Die theoretischen Inhalte, wie die Wertschöpfungskette und die Logistikprozesse, aber auch der Umgang mit dem System, sprich die schrittweise Abwicklung der Prozessschritte mittels SAP S/4 HANA, werden anhand von Lernvideos vermittelt. Synchroner E-Learning-Formate werden anhand von Feedbackeinheiten durchgeführt und dienen dazu, Fragen zu klären und die Inhalte bzw. das Vorgehen kritisch zu hinterfragen. Durch den Einsatz von Quiz-Formaten können zudem die Lernenden selbständig ihren Lernfortschritt kontrollieren.

In der folgenden Abbildung ist der Einstieg in die Vorlesung anhand der Wertschöpfungskette sowie das zugehörige Lernvideo ersichtlich.

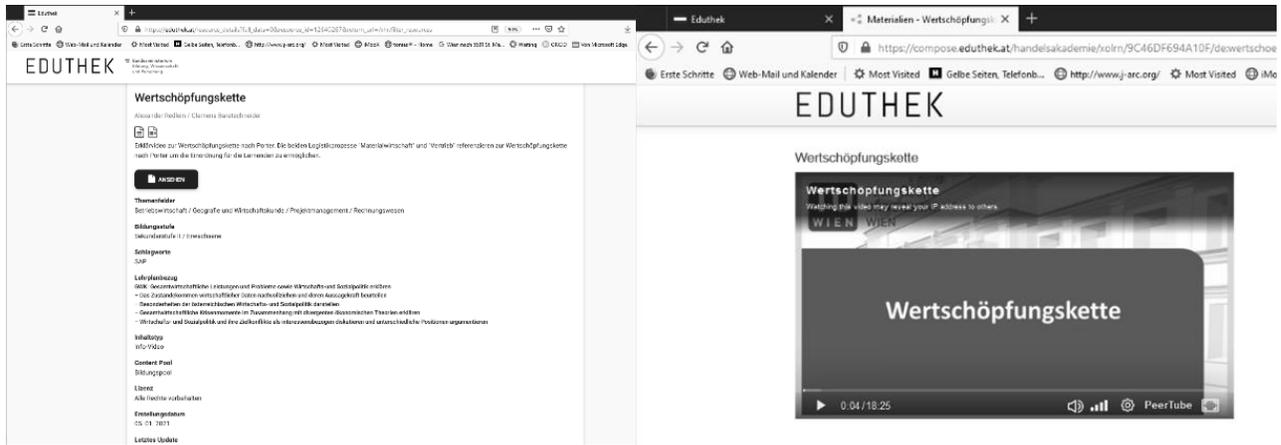
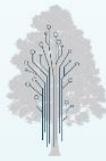


Abb. 1: Die Wertschöpfungskette als Überblick (Eduthek des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2021)

Die Abbildung 1 und 2 zeigen beispielsweise, dass die Inhalte über das Content Management System der Eduthek des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (bmbwf) frei verfügbar sind. Auf ähnliche Weise werden auf dieser Plattform weitere Lehr- und Lernvideos zu den unterschiedlichen IT-Systeme wie ERP und CRM aber auch Emerging Technologies wie IoT und Big Data vorgestellt. Im gesperrten Bereich der Eduthek besteht für die SchülerInnen und Studierenden der Zugang zu den Lernvideos über den Umgang mit SAP im Bereich Logistik.

Die Erstellung der Lernvideos stellte sich als aufwendig heraus. Man kann davon ausgehen, dass eine Stunde Lernvideos in Summe zwei bis drei Tage an Arbeitsaufwand bedeutet. Neben der Umstellung der Inhalte auf 5-Minuten-Einheiten ist hier das Setting für die Videoaufnahme (Hintergrund, Beleuchtung, Utensilien, etc.), die Verfilmung, aber auch die Nachbearbeitung der Videos, vor allem der teilweise wiederholte Schnitt, zu nennen. (Kerres 2018, Leal Filho 2019, Modlinger 2020)

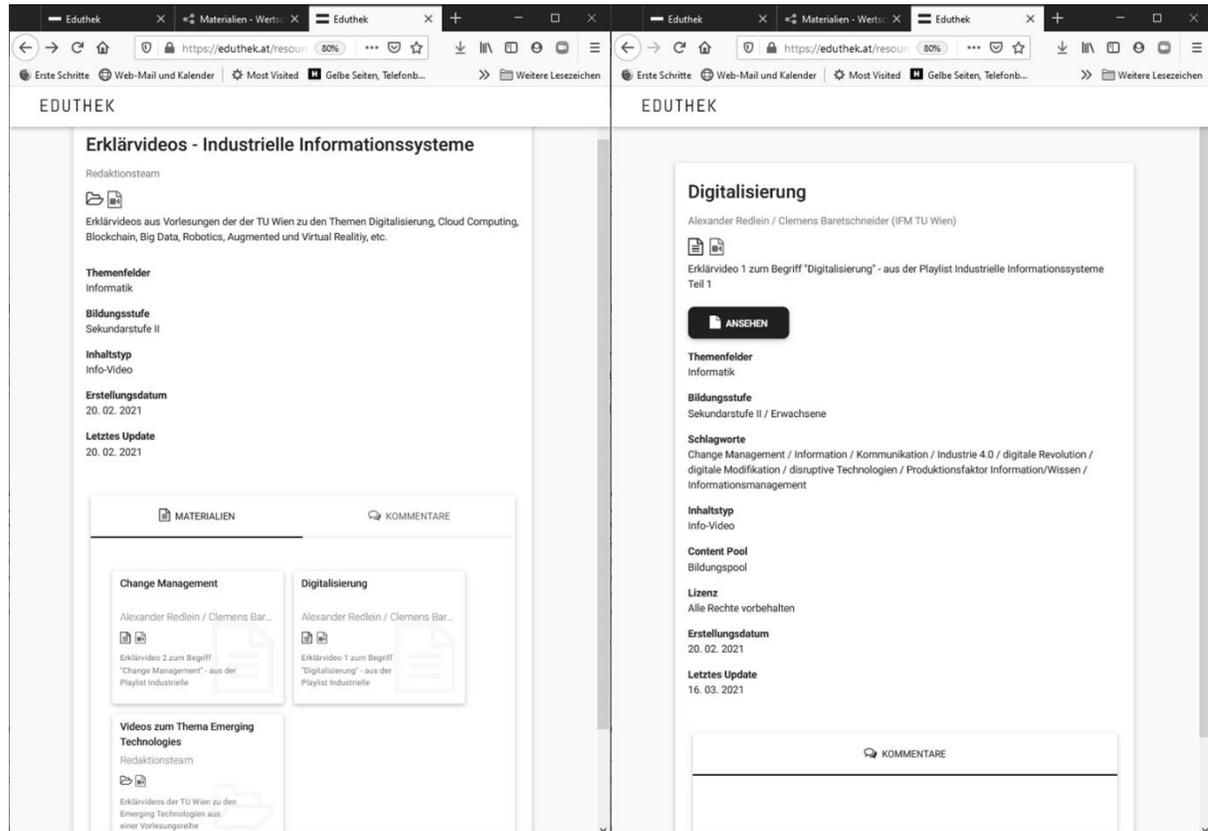
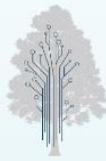


Abb. 2: Beispiele für die Inhalte der Lernvideos (Eduthek des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2021)

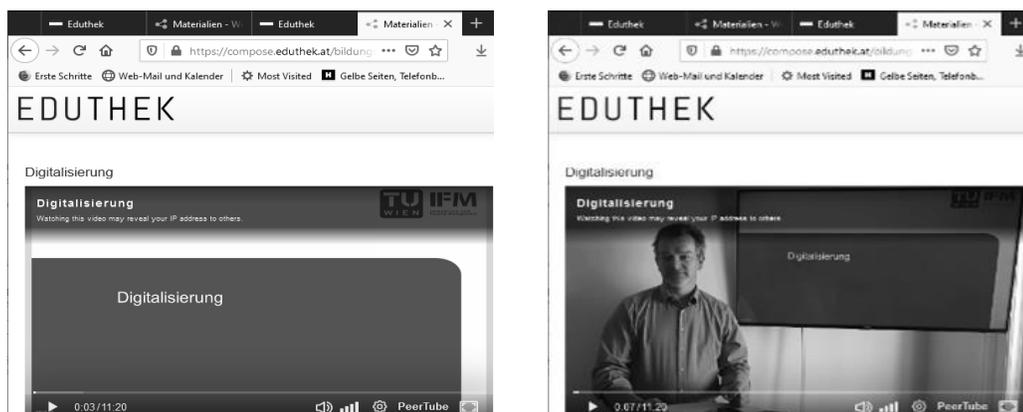
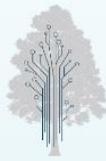


Abb. 3: Beispiel für Lernvideos (Eduthek des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2021)



Die Vorlesung und Übung Industrielle Informationssysteme starten damit, dass sich die SchülerInnen und Studierenden mit der Theorie der Wertschöpfungskette sowie der Abwicklung der einzelnen Schritte vertraut machen. Um die Vermittlung des Lehrstoffes zu verbessern, werden hierfür praxisnahe Beispiele besprochen. Weiters wird zur Vermittlung der Inhalte immer zwischen einer Selbststudienphase und Feedbackeinheiten gewechselt.

Die folgende Abbildung zeigt anhand des Zeitplans das Alternieren der inhaltlichen Blöcke und der Feedbackeinheiten.



Abschnitte	
Change Management, Prozesse und Datenstrukturen Projekt Management, Auswahlkriterien IT Systeme Wertschöpfungskette	→ Feedbackrunde
IT Systeme im Überblick (ERP; CRM, ...)	→ Feedbackrunde
Emerging Technologies (IoT, SaaS, Cloud Computing, VR)	
Enterprise Application Integration - Vernetzung	→ Feedbackrunde

©R-R.20

Abb.4: Inhalte und Zeitplan

Die Lehrveranstaltung geht über ein Semester und wird zwei Mal pro Studienjahr angeboten.

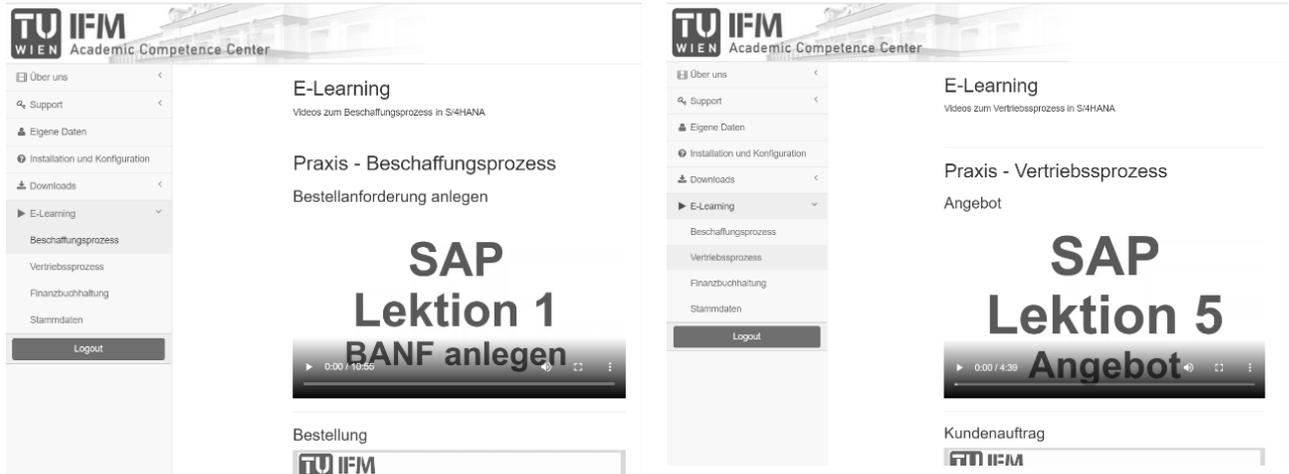
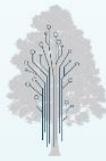


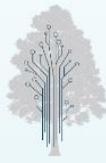
Abb. 5: Beispiel der SAP Lernvideos – eingebunden auf dem Portal des ACC Wien

Um den Studierenden die klassischen Prozesse der Wertschöpfungskette nahezubringen, muss anschließend das gelernte Wissen anhand einer integrativen Fallstudie angewendet werden. Hierfür wurde ein komplexer und zusammenhängender Geschäftsfall entwickelt und konzipiert.

Die Fallstudie beginnt damit, dass die KursteilnehmerInnen die Notwendigkeit zum Anlegen neuer Materialien, Lieferanten und Kunden erkennen. Nachfolgend werden Aufgaben zu den Geschäftsprozessen der Beschaffung (SAP MM), der Produktion (SAP PP) und dem Vertrieb (SAP SD) gelöst. Der Inhalt dieser Fallstudie ist mittels eines Fließtextes zu einer „Geschichte“ geformt worden. Den Studierenden stehen die Lehrenden vor allem als Coaches zur Seite und können ganzzeitlich auf die bereitgestellten Lehr- und Lernunterlagen zugreifen.

4. Conclusio

Die Erfahrungen zeigen, dass sich europäische StudentInnen, bzw. StudentInnen einer österreichischen Universität erst einmal mit der Methode vertraut machen müssen. Das erste Feedback war von „Ihr traut Euch was“ bis hin zu „Super“. Diese Erfahrungen werden zudem auch in dem wissenschaftlichen Beitrag von Norbert Kockmann bestätigt. Insgesamt zeigt die Beurteilung, sprich die Benotung der ersten drei Durchgänge und das Feedback der Studierenden,

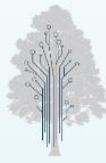


dass sie die Methode gut annehmen und von der Flexibilität der Lernmethode begeistert sind. Es gab eigentlich keine negativen Feedbacks. Die Benotung fiel analog zu der Präsenzmethode, die davor im Einsatz war, aus. Es gab sogar eine geringe Tendenz zu besseren Noten, diese kann aber noch nicht als statistisch relevant angesehen werden.

Hier ist aber anzumerken, dass das Team der lehrenden Personen viel Zeit für Feedback aufgewendet hat, um kurze Antwortzeiten sicherzustellen. Es wurden neben synchronen Feedbackmethoden wie Zoom-Meetings auch asynchrone Methoden wie E-Mail und sogar ein Ticketsystem eingesetzt. Diese Tools wurden von den Studierenden auch ausgiebig genutzt.

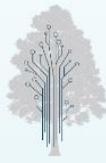
Insgesamt kann auf Basis der durchgeführten Case Study gesagt werden, dass sich der Ansatz des Problem-Based Learnings gut im hybriden oder sogar rein virtuellen Unterricht einsetzen lässt. Dabei muss aber ein Mix von digitalen Arten der Content-Vermittlung und des persönlichen Feedbacks eingesetzt werden. Der Aufwand für diese Umstellung ist erheblich, aber dieser „rechnet“ sich. Die Ergebnisse der Case Study zeigen, dass die Zufriedenheit der Studierenden und die Lernerfolge gemessen an der Benotung sehr hoch sind. Diese Methode stellt vor allem sicher, dass die Nutzung des Systems in neuen Anwendungsfällen erlernt und nicht nur das richtige „Klicken“ gelernt wird. Die Kompetenzvermittlung wird auf diese Art sichergestellt.

Dabei ist nicht davon auszugehen, dass Betreuungspersonal eingespart werden kann: Rasche Reaktionszeiten auf Fragen und Feedbackrunden in ausreichender Anzahl sind wichtig für die erfolgreiche Umsetzung und Integrierung in die Lehrveranstaltung. Derzeit arbeitet das IFM daran, diese Methoden auf ihre Tauglichkeit auch im Bereich der Sekundarstufe, vor allem im Bereich der Oberstufe, zu testen. Aus den ersten Ergebnissen ist ersichtlich, dass hier die Feedbackschleifen und die Verfügbarkeit der Lehrenden noch wichtiger für den Erfolg sind.



Literaturverzeichnis

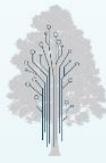
- Behrend, R. & Gandomi, S. (2019): Berufliche Weiterbildung im Zeitalter der Digitalen Transformation. Leitfaden für Weiterbildungsanbieter 2019. Frankfurt am Main: Weiterbildung Hessen e. V.
- Edutheek des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung:
https://eduthek.at/resource_details?full_data=0&resource_id=4115147&return_url=/resource_details (abgerufen 22.7.2021).
- Gabler (2021): <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/blended-learning-53492> (abgerufen 28.1.2021).
- Kerres, M. (2018): Mediendidaktik, Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote, 5. Auflage, Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston.
- Kockmann, N. (2020): Der Schnellstart in die digitale Lehre unter Corona-Randbedingungen, In: Chemie Ingenieur Technik, Vol 92, 1877-1886.
- Leal Filho, W. (2019): Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele, Springer-Verlag GmbH Deutschland, Berlin/Heidelberg.
- ME310 (2018): Real Companies. Real Projects. Real Design.
https://web.stanford.edu/group/me310/me310_2018/about.html (November 19, 2020).
- Modlinger, D. (2020): eLearning und Mobile Learning – Konzept und Drehbuch, Handbuch für Medienautoren und Projektleiter, 3. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Poxleitner, E. (2018): Einsatz von Videos für mobiles Lernen. In: C. De Witt & C. Gloerfeld Handbuch Mobile Learning. Wiesbaden: Springer VS, 433-456.
- Siepmann, F. (2018): eLearning Benchmarking Studie. Teilstudie: Digitale Transformation & Weiterbildung. Hagen im Bremischen: Siepmann Media and Research.
- Stock-Homburg, R. & Groß, M. (2019): Personalmanagement. Theorien - Konzepte - Instrumente, 4. Aufl. Wiesbaden: Gabler.



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

INNOVATIONSPROJEKTE MIT INDUSTRIEPARTNERN



Mastermodul Wirtschaftsinformatik als dauerhafte Kooperation von Unternehmen und Fachhochschule

Lars Gregor & Gabriele Kunau

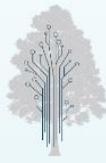
prismat GmbH / Fachhochschule Dortmund, Dortmund, Deutschland

Abstract: An der Fachhochschule Dortmund bieten der Fachbereich Informatik und die prismat GmbH ein kooperatives Mastermodul im Präsenzstudiengang Wirtschaftsinformatik an. Das Modul „ERP und SCE: Standardprozesse und Erweiterungskonzepte“ betritt durch die Partnerschaft zwischen Hochschule und Industrieunternehmen Neuland im Hinblick auf die Gestaltung und die Inhalte. Ein langer Atem, eine gute Teamstruktur sowie eine Zusammenarbeit auf Augenhöhe werden als Erfolgsfaktoren für die auf Dauer angelegte Partnerschaft herausgearbeitet.

Keywords: Innovative Lehrveranstaltung, dauerhafte Kooperation, Hochschule, Industrieunternehmen

1. Einleitung

Zu dem Angebot der Fachhochschule Dortmund gehört ein Präsenzstudiengang Wirtschaftsinformatik auf Masterniveau. 2018 stellten sich der Studiengangsleitung hier zwei Aufgaben: Erstens hatten Studierendenbefragungen ergeben, dass ein Modul mit Schwerpunkt SAP® ERP, das auch Entwicklungsmethoden zum Inhalt hat, eine gute Ergänzung des Fächerangebotes wäre. Zweitens galt es, das Kriterium „Kontakt zur Berufspraxis“ auf Masterniveau zu stärken und dabei gleichzeitig die Vernetzung des Fachbereiches Informatik mit den regionalen Unternehmen weiter zu etablieren. Die Firma prismat hat in den letzten Jahren stark in die eigene Nachwuchsförderung mit einem durchgängigem Nachwuchs- und Karrierekonzept investiert. Hierbei wurden die jungen Kolleg:innen in innovativen Projektrealisierungen im Umfeld von SAP S/4HANA® integriert.



Diese Education-Strategie und die prisma-Projektmethodik kann auch Studierenden das Potenzial von SAP®-Lösungen im Bereich von Digitalisierungsstrategien in Unternehmen aufzeigen.

Ausgehend von der bereits seit Jahren sehr gut funktionierenden Zusammenarbeit sowohl bei der Betreuung dualer Studierender im Bachelor als auch bei der gemeinsamen Durchführung von Abschlussarbeiten wurde beschlossen, ein Mastermodul für den Studiengang Wirtschaftsinformatik gemeinsam zu konzipieren und durchzuführen. Dabei war die Prämisse, dass es sich um ein dauerhaft regelmäßig angebotenes Modul handeln muss, weil sonst der Aufwand der Erarbeitung nicht zu rechtfertigen wäre.

Für beide Partner stellte dies eine neue Herausforderung dar, für die es noch kein geeignetes Vorbild gab. Dieses Paper adressiert zwei Fragen:

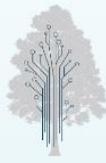
- Wie sieht die kooperative Gestaltung durch die prisma GmbH und den Studiengang Wirtschaftsinformatik an der FH Dortmund aus?
- Wie ist das Mastermodul konzipiert?

Abschließend werden die Erfolgsfaktoren für die Zusammenarbeit verallgemeinernd zusammengefasst und ein Ausblick gegeben.

2. Gestaltung der Partnerschaft

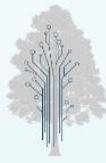
Verbreitete Formen der Beteiligung von Industriepartnern in der Lehre an Hochschulen sind Gastvorträge in Vorlesungen oder die Bereitstellung von Projektaufgaben als ein Element eines Moduls. In beiden Fällen stellen die Industriepartner ausgewählte Inhalte mit praktischer Relevanz für ein Modul bereit, dessen Gesamtkonzeption aber allein in den Händen der Dozierenden der Hochschule liegt. Dem gegenüber stehen hauptberuflich in der Industrie tätige Personen, die einen Lehrauftrag an einer Hochschule übernehmen und so für die vollständige Gestaltung eines Moduls verantwortlich sind. Hier wird die Zusammenarbeit aber eher durch die persönlichen Eigenschaften der Lehrbeauftragten als durch praxisrelevante Beiträge eines Industriepartners geprägt.

Für das Modul „ERP und SCE: Standardprozesse und Erweiterungskonzepte“ erproben die Firma prisma und der Masterstudiengang WI eine andere Form der Zusammenarbeit: Die jeweiligen Stärken von Hochschule und Industriepartner sollen in dem Modul so kombiniert werden, dass ein



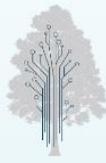
für die Studierenden attraktives neuartiges Angebot entsteht. Während die Fachhochschule Dortmund durch die verantwortliche hauptamtlich Lehrende sicherstellt, dass Form und Inhalt der Veranstaltung alle Anforderungen an ein Modul in einem akkreditierten Masterstudiengang erfüllen, gewährleistet die Firma prisma durch einen Lehrbeauftragten sowie weitere Vortragende stets aktuelle und praktisch relevante Inhalte.

Die Konzeptionierung des Moduls ist eine gemeinschaftliche Aufgabe, in der jeder Partner Schwerpunkte hat: Der Lehrbeauftragte der Firma prisma ist mit seinem Team verantwortlich für die Definition der Inhalte sowie deren Verteilung auf die einzelnen Veranstaltungstermine. Darüber hinaus formulieren sie auf Basis realer Projekte die Übungen und Projektaufgaben für die Studierenden. So wurden elf Theorieblöcke mit jeweils anschließendem Praxisanteil bestimmt, welche die Studierenden auf die zu lösenden Prüfungsaufgaben vorbereiten. Die Firma prisma setzt dafür bewährte Lehrmethoden ein, die auch für die interne Ausbildung der Fachkräfte genutzt werden. Gemeinsam mit der hauptamtlich Lehrenden der Fachhochschule Dortmund werden diese Lehrmethoden so ausgestaltet, dass sie für einen Masterstudiengang angemessen sind. Unter Federführung der Fachhochschule entsteht das Modulhandbuch, das die Lernziele definiert und Prüfungsformate festlegt. Dies beinhaltet wichtige Elemente moderner Lehre wie Projektorientierung, semesterbegleitende Prüfungsleistungen, Vermittlung von Methodenkompetenz ebenso wie Berufsfeldvorbereitung. Des Weiteren wird die korrekte Integration des Moduls in den Wahlpflichtkatalog des Master Wirtschaftsinformatik sichergestellt. Für das Modul stellt prisma eigene IT-Systeme zur Verfügung, um zu gewährleisten, dass aktuelle und für die Inhalte passende Technik zum Einsatz kommt. Die notwendige Systemverfügbarkeit für die Studierenden stellt hier eine Herausforderung dar. Der praktische Anspruch des Moduls setzt voraus, dass die Studierenden in den Veranstaltungen mit eigenen Accounts am System arbeiten. Dazu gehört auch, dass sie außerhalb der Präsenzveranstaltungen auf das verwendete SAP®-System zugreifen können, um ihr Wissen zu vertiefen und die gestellten Implementierungsaufgaben umzusetzen. Nach Ende der Vorlesungszeit muss das System den Studierenden weiter zur Verfügung stehen, damit sie Zugang zu ihren Arbeitsergebnissen haben und sich auf die Prüfungen vorbereiten können. Dies gilt nicht nur für die direkt anschließende Prüfungsphase, sondern auch für die Phase der Nachprüfungen sechs Monate später. Hier stand



prismat vor der Herausforderung, mit SAP ein geeignetes und wirtschaftlich realisierbares Lizenzmodell für die Verwendung von SAP S/4HANA® im Kontext der geplanten Veranstaltung zu finden.

Der zweite wichtige Aspekt für die Durchführung des Moduls ist der Ort der Präsenzveranstaltungen. Obgleich durch remote Zugriffe eine Durchführung an der Fachhochschule Dortmund denkbar wäre, finden die Veranstaltungen in den Räumlichkeiten der prismat statt. Möglich ist dies, weil die Niederlassung von der Fachhochschule aus mit öffentlichen Verkehrsmitteln im Rahmen des Studi-Tickets gut zu erreichen ist. Damit erhalten die Studierenden die Gelegenheit, in einem realen Firmenumfeld zu arbeiten. Ferner können so leicht Exponate aus laufenden Projekten als Beispiele in die Lehre einbezogen werden. Die Durchführung der Präsenzphasen erfordert die Organisation des Dozententeams und Stundenplans. Eine Besonderheit der Kooperation liegt darin, dass in der Präsenzlehre viele mitwirken: Die Dozierenden sind neben dem Lehrbeauftragten der prismat Expert:innen aus den Abteilungen SAP®-Beratung, SAP®-Entwicklung und Produktentwicklung/Neue Technologien. Sie präsentieren die Themen ihres jeweiligen Fachgebietes und beleuchten die Inhalte aus unterschiedlichen Blickwinkeln. So soll es gelingen, den Studierenden in einem sich ständig weiterentwickelnden, komplexen Themengebiet hochaktuelle und praxisrelevante Inhalte auf Masterniveau zu vermitteln. Aufgabe der hauptamtlich Lehrenden ist es, durch ständige Begleitung und regelmäßige aktive Anteile die Kohärenz der Veranstaltungen sicherzustellen und den Studierenden als Ansprechpartnerin auch an der Hochschule zur Verfügung zu stehen. Um die organisatorischen Anforderungen eines Präsenz-Masterstudiengangs ebenso zu berücksichtigen wie die unternehmerischen Rahmenbedingungen der prismat, ist eine „Seminaristische Vorlesung“ im Umfang von 4SWS am Montagvormittag geplant. Da beide Partner viele Ressourcen für die Planung des gemeinsamen Moduls investieren, wird die gegenseitige Verbindlichkeit durch einen Kooperationsvertrag auf Dauer untermauert. Dieser ist zwischen der Fachhochschule Dortmund, vertreten durch ihren Rektor, und der Geschäftsführung der prismat GmbH geschlossen.

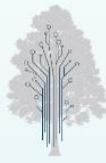


3. Konzeption der Veranstaltung

SAP eröffnet im Rahmen moderner Digitalisierungsstrategien für Unternehmen mit der neuen SAP Business Suite 4 SAP HANA (SAP S/4HANA®) viele neue Perspektiven für die Prozessgestaltung. Hier entstehen unzählige Möglichkeiten eines Zusammenspiels der SAP®-Standardkonfigurationen von Prozessen, die auch die nahtlose Integration von Technikkomponenten (z.B. Fördertechnik- oder Roboterintegration) und neuer Interface-Technologien im Bereich der User Experience für Endanwender zulässt. SAP-Partner wie die Firma prisma erweitern diese Standard-Systemebene zusätzlich mit optimierten Prozessen oder eigenen Add-on-Lösungen.

Um erfolgreiche SAP®-Projekte im Kontext der Industrie 4.0 umsetzen zu können, sind entsprechende Fachkenntnisse nötig. Die geplante Lehrveranstaltung zeigt den Studierenden auf, wie man im Rahmen dieser neuen Systeme und Technologien aus konkreten Kundensituationen heraus Erweiterungskonzepte entwerfen und umsetzen kann. Das soll den Teilnehmenden verdeutlichen, welches Potenzial die Abbildung und Umsetzung der Unternehmensprozesse durch eine flexibel erweiterbare Standardsoftware darstellt. So nutzt das Modul zum einen die im Bachelorstudium bspw. mit Hilfe der GBI-Fallstudien der UCC vermittelten Kenntnisse über SAP®-Standardprozesse und baut diese auf Masterniveau aus. Zum anderen vertiefen die Studierenden ihre Grundkenntnisse im Bereich der ABAP®-Syntax in Kombination mit der neuesten SAP®-Technologie.

Für die Umsetzung von komplexen Kundenanforderungen in SAP®-Projekten hat prisma in den vergangenen Jahren eine eigene Projektmethodik entwickelt und etabliert. Diese wird nach einem KVP-Ansatz kontinuierlich an die Marktanforderungen angepasst. Am Beispiel der prisma-Projektmethodik wird eine gängige SAP®-Implementierung im Hinblick auf unterschiedliche Einführungsstrategien beleuchtet. Dies bildet die Basis zur Vertiefung eines durchgängigen ERP und SCE End-to-end Prozesses mit den Modulen Materialmanagement (MM), Sales and Distribution (SD), Production Planning and Control (PP), Quality-Management (QM), Transportation Management (TM) und Extended Warehouse Management (EWM). Im Anschluss



wird auf das Thema der Technikintegration eingegangen. Dies beinhaltet zum einen die Integration von Förder- und Lagertechnik, zum anderen die Technik als Interface zur Buchung der Geschäftsprozesse. Hier rückt die Integration von Scannertechnik in Kombination mit prozessoptimierter Darstellung auf dem Gerät in den Fokus. Die nachfolgenden Sitzungen beleuchten die neuen Tools zur Erweiterung in ABAP® 7.50, die die Basis für die technischen Erweiterungskonzepte bilden, sowie die Besonderheiten von Datenbankzugriffen im Zusammenspiel mit der Memory-Technologie einer SAP HANA®-Datenbank. Den Abschluss der Lehrveranstaltung bildet die Implementierung von SAP Fiori® am praxisnahen Beispiel der Integration von digitalen Signaturen in den vorgestellten Prozess.

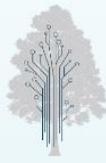
Die Veranstaltung ist als kontinuierliche Präsenzveranstaltung konzipiert. Jeder der wöchentlichen Präsenztermine enthält sowohl Anteile der Inhaltsvermittlung als auch der -übung. Die Modulabschlussprüfung besteht aus einer Projektaufgabe und einer mündlichen Prüfung. Um die Prüfungslast besser auf das Semester zu verteilen, sind semesterbegleitende Prüfungsleistungen vorgesehen.

Die Durchführung des Moduls wird entsprechend den dann gültigen Corona-Regelungen adaptiert und findet ggf. virtuell statt.

4. Erfolgsfaktoren bislang und Ausblick

Ein Modul von der beschriebenen organisatorischen und inhaltlichen Komplexität lässt sich nur erfolgreich gestalten, wenn die Kooperationspartner sehr gut zusammenarbeiten. In dem beschriebenen Fall der prismat GmbH und dem Masterstudiengang WI an der Fachhochschule Dortmund sind die folgenden drei Faktoren ausschlaggebend für den bisherigen Erfolg.

Ein langer Atem: Die ersten Überlegungen zu der Zusammenarbeit entstanden im Dezember 2018 - im Wintersemester 2021/22 wird das Modul erstmals angeboten. Verantwortlich für diese lange Projektdauer waren neben der Corona-Situation insbesondere die Verhandlung eines Lizenzmodells mit der SAP sowie die notwendigen Wege eines neuen Mastermoduls durch die Gremien der Hochschule. Um das angestrebte Ziel zu realisieren, benötigen alle Beteiligten viel

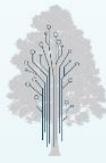


Durchhaltevermögen, das nur entstehen kann, wenn alle von dem Nutzen des Unterfangens überzeugt sind.

Gute Teamstruktur: Ein leitendes Team, bestehend aus je einer persönlich engagierten Person aus Unternehmen und Hochschule, bringt das Projekt nach vorne und stellt die Verbindung zu weiteren Mitstreiter:innen in der eigenen Organisation her.

Zusammenarbeit auf Augenhöhe: Die beschriebene Kooperation basiert darauf, dass beide Partner ihre Stärken einbringen. Hierfür sind gute Erfahrungen aus einer bisherigen Zusammenarbeit hilfreich. Als besonders relevant hat sich die fundierte Erfahrung der prisma im Bereich der SAP Schulungen herausgestellt. Als Mitglied der SAP UA (University Alliances) bringt die Fachhochschule Dortmund langjährige Erfahrung im Einsatz von SAP®-Systemen in der Hochschullehre mit.

Die erste Durchführung des Moduls wird begleitet von ausführlichen Evaluationen und Begleitforschung im Sinne von SoTL (Scholarship of Teaching and Learning). Über die Ergebnisse wird auf zukünftigen Konferenzen zu berichten sein.



Digital Twin – Ein Fallbeispiel zur Industrie 4.0 Lehre

Lukas Heschl, Christian Ploder, Dietmar Kilian & Peter J. Mirski

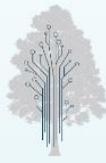
MCI – Management Center Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Abstract: Durch die Einführung von Industrie 4.0 und den damit verbundenen technologischen Weiterentwicklungen ergeben sich neue Herausforderungen für Unternehmen. Das für Industrie 4.0 benötigte Gestaltungs- und Umsetzungswissen gilt es unseren Studierenden praxisnahe zu vermitteln. Deshalb sehen die Autoren Handlungsbedarf in der Lehre, um die Abstraktheit aller Informationsflüsse der Ebenen von IT-Systemen verständlich zu machen. Ziel ist es mit dem Konzept des Digital Twins eine Demonstrationsplattform für Industrie 4.0 und Digitale Transformation zu schaffen. Durch den Einsatz der Lernfabrik von Fischertechnik wird eine Umgebung geschaffen, um die digitale Transformation vor ihrer Umsetzung im großen Maßstab zu simulieren. Der Digital Twin wird als Augmented-Reality-Anwendung für mobile Geräte mit einer bidirektionalen Kommunikation zur Lernfabrik umgesetzt. Das Ergebnis dieser Implementierung ist ein Use Case, der als Lernszenario eingesetzt werden kann.

Keywords: Digital Twin, Digital Transformation, Online Lehre, Fischertechnik, Simulation

1. Einführung

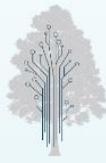
Der gesellschaftliche Wunsch nach Verbesserung der Lebensqualität führt zu einer stetigen Weiterentwicklung der Industrie. Durch nationale Strategien für die digitale Transformation, wie die Industrie 4.0 der deutschen Bundesregierung, wird diese Entwicklung im Fertigungsbereich zusätzlich vorangetrieben (Fuchs, 2018). Dabei ist die Interoperabilität zwischen der physischen und virtuellen Welt einerseits das gesetzte Ziel, andererseits aber auch die zentrale Herausforderung (Tao, Zhang, Liu, & Nee, 2018). Der entscheidende Faktor für die Umsetzung einer Synergie dieser beiden Bereiche ist die bidirektionale Kommunikation und Interaktion im physischen und virtuellen Raum (Tao, Zhang, Cheng, & Qi, 2017). Die Implementierung der



Internet of Things (IoT) in der Fertigungsumgebung ermöglichen bereits grundlegende Verbesserungen der industriellen Prozesse und des Lifecyclemanagements (Kagermann, Helbig, Hellinger, & Wahlster, 2013), das wiederum zu einer Verbesserung der Lebensstandards und der Arbeitsumgebung der Menschen führt (Wang, Wan, Li, & Zhang, 2016). Infolgedessen werden immer mehr digitale Artefakte erstellt und von verschiedenen Interessensgruppen verwendet (Rosen, von Wichert, Lo, & Bettenhausen, 2015). Die Vision des Digital Twins (DT) ermöglicht die nahtlose Integration zwischen dem virtuellen und dem physischen Raum und umfasst alle Informationen, die in allen Lebenszyklusphasen von Nutzen sein könnten (Tao et al., 2018; Boschert & Rosen, 2016).

Mit diesen rasanten Entwicklungen entstehen neue Herausforderungen für Unternehmen und ihren Mitarbeitern. Nach Prinz et al. (Prinz et al., 2016) ist die Technologie in den Unternehmen bereits vorhanden, aber der einzelne Mitarbeiter ist nicht auf die Integration von Industrie 4.0-Konzepten vorbereitet. Es entsteht eine wachsende Diskrepanz zwischen Industrie und Wissenschaft (Berman et al., 2018), die auch in kleine und mittlere Unternehmen wiederzufinden ist (Uhlemann, Schock, Lehmann, Freiberger, & Steinhilper, 2017). Aus diesem Grund sehen die Autoren überwiegenden Handlungsbedarf in der Lehre, da beispielsweise Studierende der Wirtschaftsinformatik gefordert sind, die Abstraktheit aller Schnittstellen und Informationsflüsse in den verschiedenen Ebenen der IT-Systeme zu verstehen (Ploder, Dilger, & Bernsteiner, 2020). Denn in der digitalen Industrie werden Spezialisten ausgeprägtem Systemdenken benötigt, die in der Lage sind, Probleme zu lösen, welche disziplinübergreifende Expertise erfordern (Nikolaev et al., 2018).

In diesem Zusammenhang wurde in den vergangenen Jahren die Anwendung von Lernfabriken mit dem Ansatz des handlungsorientierten Lernens eingesetzt. Mit ihrer Hilfe lassen sich fortschreitende Entwicklungen und Forschungen bis zur Marktreife von Produkten demonstrieren und sind somit eine Plattform für den Innovationstransfer. Darüber hinaus vermitteln sie dem Lernenden ein revidiertes Verständnis in der Anwendung von Problemen der realen Welt (Abele et al., 2017). Durch die Erweiterung dieses Ansatzes mit Mixed Reality, indem die reale mit der virtuellen Welt kombiniert wird, verschwindet die Bindung an die physische Hardware und es entsteht ein hohes Maß an Flexibilität. Als Schlüsseltechnologie ermöglicht die Augmented Reality (AR) die Verlagerung von Ort und Zeit der Bildung (Lee, 2012). In der Fertigungsumgebung wird

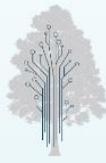


AR bereits in großem Umfang für Anwendungen wie Datenmanagement, Montageanleitungen und Anlagenwartung eingesetzt (Zhu, Liu, & Xu, 2019). Der Einsatz im Bildungsbereich befindet sich noch in einem frühen Stadium (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013), jedoch ermöglicht der DT die Visualisierung von einer riesigen Datenmenge in einem intuitive und interaktiven AR-Erlebnis (Zhu et al., 2019).

2. Theoretischer Hintergrund

Neben der Initiative Industrie 4.0 von der deutschen Regierung wurden weitere nationale strategische Initiativen rund um den Globus vorgeschlagen, um die Zukunft der Produktion voranzutreiben (Rosen et al., 2015). Das wesentliche Ziel bei der Umsetzung dieser Initiativen ist die Fusion von physischen und virtuellen Räumen zur Verbesserung der nationalen Industrie. Systeme mit der Fähigkeit, die Cyber-Welt der Informatik mit der physischen Welt zu verbinden, werden als cyber-physische Systeme (CPS) bezeichnet (Rajkumar, Lee, Sha, & Stankovic, 2010). Das Ziel dieser Systeme ist die Überwachung, Koordinierung und Steuerung der Vorgänge des physischen Raums durch die virtuelle Seite (Rajkumar et al., 2010; Tao, Zhang, & Nee, 2019). Das Framework von CPS wird hauptsächlich in der wissenschaftlichen Forschung verwendet. Im Gegensatz dazu ist der DT als pragmatische Lösung für die nahtlose Integration und Verschmelzung der physischen und virtuellen Welt beschrieben. Darüber hinaus kann auf Daten von beiden Seiten zugegriffen werden, um eine 360-Grad-Sicht auf das Produkt zu erstellen (Tao et al., 2019).

Der Ursprung des DT wird auf Michael Grieves und seine Arbeit mit John Vickers von der NASA zurückgeführt (Jones, Snider, Nassehi, Yon, & Hicks, 2020). Das Konzept wurde von Grieves (Grieves, 2014) im Jahr 2003 an der University of Michigan in einem Kurs über Product Life-cycle Management (PLM) vorgestellt. Zu diesem Zeitpunkt erklärten Grieves und Vickers das Konzept der virtuellen Produktdarstellungen als relativ neu und unausgereift. Außerdem waren die gesammelten Daten des physischen Produkts begrenzt und meist papierbasiert (Grieves, 2014). Der Ansatz, Zwillinge zu verwenden, stammt ursprünglich aus dem Apollo-Programm der NASA. In



diesem Zusammenhang kann ein Prototyp, der die realen Betriebsbedingungen für die Simulation widerspiegelt, als DT definiert werden (Rosen et al., 2015). Grieves (2014) definiert den DT als ein System, das aus drei Komponenten besteht:

- physisches Produkt
- virtuelle Darstellung dieses Produkts
- synchronisierte Datenverbindung

Diese bidirektionale Datenverbindung verbindet das virtuelle und das physische Produkt miteinander, da die Daten aus dem physischen in die virtuelle Repräsentation fließen und die in der virtuellen Repräsentation enthaltenen Informationen mit dem physischen Produkt synchronisiert werden (Jones et al., 2020; Grieves, 2014).

Basierend auf diesen Definitionen kann der DT im allgemeinen Verständnis als digitales Gegenstück eines physischen Objektes angesehen werden (Kritzinger, Karner, Traar, Henjes, & Sihn, 2018). Nach Kritzinger et al. (2018) können die Begriffe *Digital Model*, *Digital Shadow* und *Digital Twin* synonym verwendet werden, unterscheiden sich aber im Level der Datenintegration zwischen dem physischen und dem virtuellen Objekt, wie in Abbildung 1 dargestellt. Das *Digital Model* als digitales Abbild eines bestehenden physischen Objekts bietet keinen automatisierten Datenaustausch zwischen den beiden Artefakten. Außerdem hat eine Änderung des Zustands des einen Objekts keine direkte Auswirkung auf das andere. Im Gegenteil, mit dem *Digital Shadow* existiert ein einseitiger automatisierter Datenfluss, da eine Zustandsänderung im physischen Objekt zu einer Modifikation im virtuellen Objekt führt. Darüber hinaus existiert im *DT* ein vollständig integrierter automatisierter Datenfluss zwischen dem physischen und dem digitalen Objekt (Kritzler, Funk, Michahelles, & Rohde, 2017).

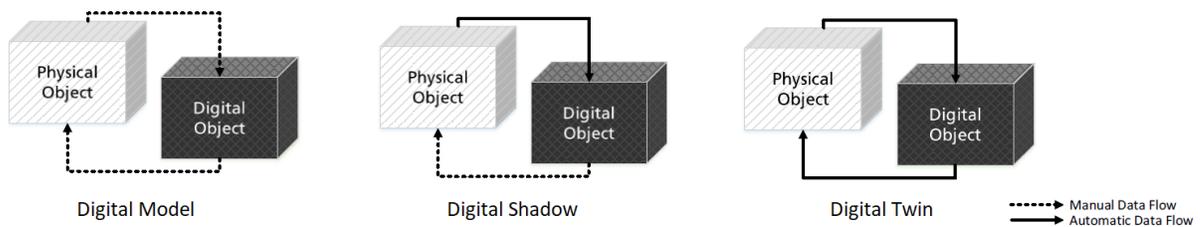
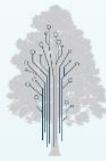
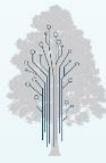


Abb. 1: Datenaustausch im Digital Model, Digital Shadow und Digital Twin (Kritzinger et al. 2018)

Während Virtual Reality-Systeme den Benutzer vollständig von der realen Welt inklusive ihrer traditionellen Werkzeuge abschirmen, unterstützt AR die Interaktion mit der realen Welt bei gleichzeitigem Einsatz von virtuellen Bildern/Objekten. Projekte wie Studierstube (Schmalstieg et al., 2002) und Transvision (Rekimoto, 1996) demonstrieren erfolgreich kollaborative AR-Anwendungen von Aufgabenstellungen der realen Welt (Billinghurst, Clark, & Lee, 2015). Für eine adäquate Implementierung von AR-Anwendungen muss die Wahrnehmung des Benutzers über den realen Standort der virtuellen Objekte präzise sein (Diaz, Walker, Szafir, & Szafir, 2017). Im Gegensatz zu Virtual Reality-Systemen weist AR eine höhere Genauigkeit der Tiefenschätzung auf (Ping, Liu, & Weng, 2019). Die Technologie von AR ist inzwischen so weit fortgeschritten, dass sie in einer Vielzahl von Bereichen angewendet werden kann (Billinghurst, 2002).

3. Implementierung

Der DT beschränkt sich in dieser Implementierung auf den konkreten Einsatz der FischertechnikLernfabrik 4.0. Die Lernfabrik selbst verfügt über eine bereits integrierte Software zur Abwicklung des Bestell-, Produktions- und Lieferprozess eines Werkstücks. Das virtuelle Modell repräsentiert daher nur den Bestellprozess zur Produktion eines Werkstücks. Da die Lernfabrik das IoT-Protokoll MQTT zur Kommunikation zwischen den einzelnen Steuerungen nutzt (Fischertechnik, 2019), wurde dieses Protokoll zur Datenerfassung der Simulationsanlage verwendet. Zusätzlich beschränken sich die Akteure für die Kommunikation zwischen dem DT und der Lernfabrik auf die definierten Schnittstellen in der von Fischertechnik implementierten



Software. Das virtuelle Modell ist daher auf die Daten der Steuerungen und des Umgebungssensors der Fischertechnik eingeschränkt. Außerdem wurde das AR-Erlebnis speziell für mobile Geräte entwickelt und ist auf Geräte beschränkt, auf denen die Vuforia View-Anwendung installiert werden kann. Der entwickelte Anwendungsfall stellt ein Beispiel aus der realen Welt dar, ist aber in seiner Nachbildung durch die kontrollierte Umgebung einer Simulation eingeschränkt. Dies muss bei der Schlussfolgerung dieser Forschung berücksichtigt werden.

Die Lernfabrik 4.0 von Fischertechnik ist ein hochflexibles, modulares und kostengünstiges Simulationsmodell, das den Bestell-, Produktions- und Lieferprozess abbildet. Sie besteht aus vier Stationen, darunter ein Vakuumsauggreifer, automatisches Hochregallager, Multiprozessstation mit Hochofen und eine Sortieranlage mit Farberkennung. Außerdem werden über einen Umweltsensor Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Luftqualität und Helligkeit gemessen. Zur Fernüberwachung der gesamten Lernfabrik kann eine schwenkbare Kamera eingesetzt werden, die die gesamte Anlage überblickt. Die Sichtbarkeit und Rückverfolgung des aktuellen Status im Prozess wird durch die eindeutige Identifikationsnummer für jedes einzelne Werkstück erleichtert, die mittels NFC verfolgt werden.

Für die Implementierung des DT-Anwendungsfalls wurden mehrere Softwarepakete zur Datenerfassung und Gestaltung des AR-Erlebnisses verwendet. Durch die Verwendung des PTC IoT-Ökosystems ist ein hoher Datenfluss und eine einfache Integration verschiedener Dateiformate gewährleistet. Das System der integrierten Software ist in Abbildung 2 und umfasst alle miteinander verbundenen Systeme, die zur Erstellung des DT-Anwendungsfalls erforderlich sind. Um eine Verbindung zwischen der Fischertechnik Lernfabrik und der IoT-Plattform ThingWorx herzustellen, wird ein MQTT-Server benötigt, so dass die Lernfabrik und ThingWorx beide als MQTT-Clients mit dem Open-Source-MQTT-Server Mosquitto¹ verbunden sind. Die Verwendung eines öffentlich zugänglichen Servers erwies sich als der beste Ansatz für die Untersuchung der MQTT-Nachrichten und die Herstellung einer stabilen Verbindung

¹ Weitere Informationen unter: <https://mosquitto.org>

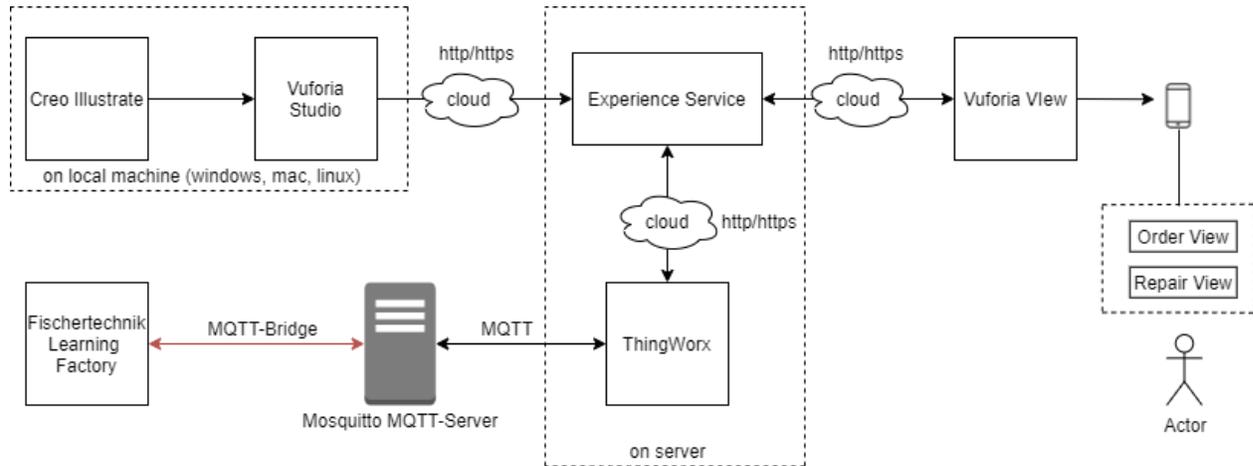
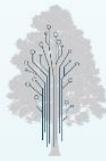


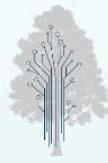
Abb. 2: Systemarchitektur der implementierten Software²

zwischen den beiden Clients. Diese Open-Source-Software wurde verwendet, da die Controller der Lernfabrik ebenfalls die Software von Mosquitto nutzen. In der weiteren Entwicklung kann dieser öffentliche Server durch einen Raspberry Pi³ für mehr Sicherheit und ein getrenntes Netzwerk ersetzt werden. Der Experience Service erweitert ThingWorx, um Vuforia Studio und Vuforia View mit den erforderlichen Funktionen auszustatten. Dieser Service verwaltet den Prozess des Veröffentlichens, Abrufens, Aktualisierens und Löschens von AR-Inhalten und ermöglicht die Autorisierung von Benutzern mit einem einzigen Account (PTC, 2020). Daher übernimmt der Experience Server die Speicherung und Bereitstellung der Erlebnisse. Dadurch kann der Benutzer das AR-Erlebnis mit einem mobilen Gerät betrachten und hat Zugriff auf die erstellten Inhalte. Creo Illustrate in Abbildung 2 ist dabei kein aktiver Teil des erstellten Systems, es ist eine Zusatzsoftware, um animierte 3D-Sequenzen aus einem CAD-Modell zu erstellen.

Im ausgearbeiteten Anwendungsfall wird die Fischertechnik Lernfabrik als eine alte Fabrik ohne vorhandenes Industrie 4.0-Konzept angenommen. Daher sind keine Daten verfügbar, um den Zustand der Werksanlagen zu verifizieren. In der Simulation des erstellten DT wird der

² Design-Leitfaden für die technische Architektur von PTC: <https://www.ptc.com/en/success-paths/develop-first-vuforia-studio-experience/design/design-technical-architecture>

³ Weitere Informationen unter: <https://www.raspberrypi.org>



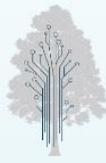
Bestellprozess mit einem vollen Lager inklusive neun Werkstücken demonstriert. Zunächst wird ein Stillstand der Fabrik simuliert, der durch ein Kugelgewindetrieb des Hochregallagers (HBW) verursacht wird. Da keine Daten vorhanden sind, warum es zu diesem Szenario gekommen sein könnte, werden die Fabrikkomponenten nachgerüstet. In der Folge werden Sensoren zur Messung der Axialkraft und des Reibmomentes implementiert. Somit stehen zusätzliche Daten der Werkskomponenten zur Verfügung und können in der Benutzeroberfläche der AR-Experience wie in Abbildung 3 dargestellt werden.

Um ein erfolgreiches AR-Erlebnis zu schaffen, folgt das Design den zehn Usability-Heuristiken von Nielsen (1995) und den Human Computer Interaction (HCI) Prinzipien für das Design von AR-Systemen nach Dünser et al. (2007). Eines der Ziele der HCI-Prinzipien für AR-Systeme ist es, dem Benutzer zu ermöglichen, sich auf die Aufgabe zu konzentrieren und die kognitive Überforderung, der durch die Interaktion mit der Anwendung entsteht, zu reduzieren (Dünser et al., 2007). Dieses Prinzip wurde von Kaufmann und Schmalsteig (2006) angewendet, als sie AR- und VR-Schnittstellen für den Bildungsbereich entwarfen. Daher werden in diesem Projekt die Usability-Heuristiken *visibility of system status*, *consistency and standards* und *recognition rather than recall* für das AR-Erlebnis umgesetzt.



Abb. 3: Digital Twin der Lernfabrik mit Benutzeroberfläche

Für eine klare Abgrenzung des virtuellen Modells werden in der Kopf- und Fußleiste allgemeine Informationen über den laufenden Bestellprozess einschließlich der Prozesszeit und der Menge der

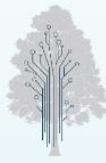


produzierten Werkstücke dargestellt. Für die Einfärbung der Elemente wurden helles Grün und Pink gewählt, da diese Farben in der realen Umwelt selten vorkommen und daher im AR-Erlebnis besser erkennbar sind. Durch die Heuristik *recognition rather than recall* weist das Fragezeichen-Symbol auf weitere Hilfe hin und durch Drücken des Symbols wird ein Pop-up mit der Beschreibung des Anwendungsfalls und den konkreten Schritten für die Interaktion angezeigt. Zusätzlich werden über jeder Komponente 3D-Schaltflächen zum Abspielen von Audiospuren mit weiteren Informationen zu den einzelnen Werkskomponenten angezeigt. Auf diese Weise kann der Benutzer im AR-Erlebnis auf Multimedia-Informationen zugreifen. Diese interaktiven Multimedia-Inhalte haben das Potenzial, die Lernleistung zu steigern, indem sie die Zufriedenheit und das Engagement des Benutzers verbessern (Cheng, Basu, & Goebel, 2009).

Die Funktionalität der Fußleiste besteht darin, die animierte Sequenz der Lernfabrik zu starten und zu stoppen. Durch die Anwendung der Heuristik *visibility of system status* haben die Schaltflächen drei Zustände mit individuellen Farbschemata, um ein Feedback zu den Benutzerinteraktionen zu geben. Diese Schaltflächen-Zustände werden auch für die Schaltflächen im linken Panel verwendet, wo jede Werkskomponente (HBW, VGR, MPO, SLD) eine eigene Schaltfläche hat, um ihre Statusinformationen anzuzeigen. Auf diese Weise wird die Heuristik *consistency and standards* angewendet, um eine einheitliche Gestaltungsrichtlinie zu haben. Unter den Statusinformationen der einzelnen Fabrikkomponenten werden der Energieverbrauch, die Axialkraft und das Reibmoment des Kugelgewindetrieb mit ihren Maßeinheiten dargestellt. Weiterhin werden die Werte von Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck und Helligkeit des Umgebungssensors der Lernfabrik angezeigt. Oberhalb dieses Ausschnitts im linken Panel werden die aktuelle Werkstück ID und dessen Produktionsstatus angezeigt, um dem Anwender Informationen über das aktuelle Werkstück im Produktionsprozess zu geben.

4. Weiterführende Forschung

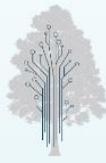
Die Lernfabrik von Fischertechnik bietet eine ideale Umgebung, um die digitale Transformation zu simulieren. Das hochflexible und modulare Simulationsmodell, das den Bestell und Produktionsprozess abbildet, ermöglicht die Erstellung eines Anwendungsfalls für die Lehre mit



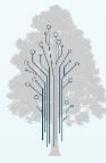
Industrie 4.0-Konzepten. Die Einführung des DT in der Lehre ist durch seine Wiedergabetreue im Produktionsprozess gerechtfertigt und hilft den Studierenden, die Abstraktheit der IT-Ebenen auf eine intuitive Weise zu erleben. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden in Vorlesungen als zusätzliches Lernmaterial für Studierende eingesetzt, um die Abstraktheit in IT-Prozessen und Industrie 4.0-Konzepten zu verstehen. Der nächste Schritt ist die Entwicklung des AR-Erlebnisses für die Microsoft HoloLens, um eine intuitivere Oberfläche bzw. die Interaktion mit dem virtuellen Modell zu erreichen.

Literaturverzeichnis

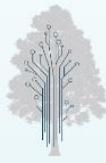
- Abele, E., Chryssolouris, G., Sihn, W., Metternich, J., ElMaraghy, H., Seliger, G., ... others (2017). Learning factories for future oriented research and education in manufacturing. *CIRP annals*, 66(2), 803–826.
- Berman, F., Rutenbar, R., Hailpern, B., Christensen, H., Davidson, S., Estrin, D., ... others (2018). Realizing the potential of data science. *Communications of the ACM*, 61(4), 67–72.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. *New horizons for learning*, 12(5), 1–5.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality.
- Boschert, S., & Rosen, R. (2016). Digital twin—the simulation aspect. In *Mechatronic futures* (pp. 59–74). Springer.
- Cheng, I., Basu, A., & Goebel, R. (2009). Interactive multimedia for adaptive online education. *IEEE Multim.*, 16(1), 16–25.
- Diaz, C., Walker, M., Szafir, D. A., & Szafir, D. (2017). Designing for depth perceptions in augmented reality. In *2017 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)* (pp. 111–122).
- Dünser, A., Grasset, R., Seichter, H., & Billinghurst, M. (2007). Applying HCI principles to AR systems design



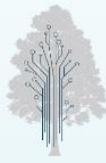
- Fischertechnik. (2019). Lernfabrik 4.0 - Begleitheft. Entnommen von:
https://www.fischertechnik.de//media/fischertechnik/fite/service/elearning/lehren/lernfabrik/fabrik_2019_englisch_neu.ashx
- Fuchs, C. (2018). Industry 4.0: The digital german ideology. *Triplec: Communication, Capitalism & Critique*, 16(1), 280–289.
- Grieves, M. (2014). Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. *White paper*, 1, 1–7.
- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the digital twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0: Securing the future of german manufacturing industry; final report of the industrie 4.0 working group*.
Forschungsunion.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2006). Designing immersive virtual reality for geometry education. In *Ieee virtual reality conference (vr 2006)* (pp. 51–58).
- Kritzinger, W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., & Sihn, W. (2018). Digital twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1016–1022.
- Kritzler, M., Funk, M., Michahelles, F., & Rohde, W. (2017). The virtual twin: controlling smart factories using a spatially-correct augmented reality representation. In *Proceedings of the seventh international conference on the internet of things* (pp.1–2).
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13–21.
- Nielsen, J. (1995). 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*, 1(1).
- Nikolaev, S., Gusev, M., Padalitsa, D., Mozhenkov, E., Mishin, S., & Uzhinsky, I. (2018). Implementation of “digital twin” concept for modern project-based engineering education. In *Ifip international conference on product lifecycle management* (pp.193–203).



- Ping, J., Liu, Y., & Weng, D. (2019). Comparison in depth perception between virtual reality and augmented reality systems. In *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)* (pp. 1124–1125).
- Ploder, C., Dilger, T., & Bernsteiner, R. (2020). Improving knowledge transfer in simulation games based on cognitive load theory.
- Prinz, C., Morlock, F., Freith, S., Kreggenfeld, N., Kreimeier, D., & Kuhlenkötter, B. (2016). Learning factory modules for smart factories in industrie 4.0. *Procedia Cirp*, 54, 113–118.
- PTC. (2020). Installing and deploying an experience service. Entnommen von:
https://www.ptc.com/en/support/refdoc/Vuforia_Experience_Service/8.4.2/ESInstallDeploy_173159?&posno=1&q=VuforiaExperienceService&DocumentType=ReferenceDocument&Product=VuforiaExperienceService&source=search
- Rajkumar, R., Lee, I., Sha, L., & Stankovic, J. (2010). Cyber-physical systems: the next computing revolution. In *Design automation conference* (pp. 731–736).
- Rekimoto, J. (1996). Transvision: A hand-held augmented reality system for collaborative design. In *Proceeding of virtual systems and multimedia* (Vol. 96, pp. 18–20).
- Rosen, R., von Wichert, G., Lo, G., & Bettenhausen, K. (2015). About the importance of autonomy and digital twins for the future of manufacturing. *ifac papers online* 48 (3): 567–572. In *15th ifac symposium on information control problems in manufacturing*.
- Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., Hesina, G., Szalavári, Z., Encarnação, L. M., Gervautz, M., & Purgathofer, W. (2002). The studierstube augmented reality project. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 11(1), 33–54.
- Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. (2018). Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(4), 2405–2415.
- Tao, F., Zhang, M., Cheng, J., & Qi, Q. (2017). Digital twin workshop: a new paradigm for future workshop. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 23(1), 1–9.
- Tao, F., Zhang, M., & Nee, A. Y. C. (2019). *Digital twin driven smart manufacturing*. Academic Press.



- Uhlemann, T. H.-J., Schock, C., Lehmann, C., Freiberger, S., & Steinhilper, R. (2017). The digital twin: demonstrating the potential of real time data acquisition in production systems. *Procedia Manufacturing*, 9, 113–120.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International journal of distributed sensor networks*, 12(1), 3159805.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, 41–49.
- Zhu, Z., Liu, C., & Xu, X. (2019). Visualisation of the digital twin data in manufacturing by using augmented reality. *Procedia CIRP*, 81, 898–903.



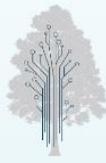
Innovation durch Kooperation: Eine Forschungsk Kooperation zwischen der Universität Oldenburg und der abat AG

René Kessler

Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg, Deutschland

Abstract: Universitäten nehmen eine wichtige Rolle in Innovationssystemen ein und haben den Auftrag neue Erkenntnisse durch Forschung zu generieren. Unternehmen adaptieren diese Erkenntnisse und lassen diese in ihre Geschäftstätigkeit einfließen. Gleichzeitig haben Universitäten neben dem Forschungsauftrag auch den Auftrag zur Lehre und Ausbildung der Studierenden. Ziel ist es dabei, Studierende möglichst optimal auf die Anforderungen des Arbeitsmarktes vorzubereiten. Da sich die Anforderungen des Arbeitsmarktes stetig verändern, unterliegt auch die Hochschullehre einem steten Wandel, um eine angemessene Ausbildung der Studierenden gewährleisten zu können. Einen Schlüssel um dieses Ziel zu erreichen, kann das forschungsbasierte Lernen an realen Problemstellungen sein. Am Beispiel einer laufenden Forschungsk Kooperation zwischen der Universität Oldenburg und der abat AG wird dargelegt, wie die Etablierung von forschendem Lernen und die aktive Integration der Studierenden in laufende Forschungsprojekte im Bereich der Wirtschaftsinformatik gelingen kann. Dabei werden Lehrformate, aber auch Formate und Methoden zur Ergebnisverwertung und zum Wissenstransfer beschrieben. Neben der grundsätzlichen Beschreibung der Formate und Methoden werden diese auch an einem realen Projektbeispiel aufgezeigt.

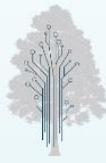
Keywords: Innovation, Forschungsorientiertes Lernen, Wissenstransfer, Prozessoptimierung, Data Science



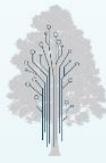
1. Motivation und Ziele der Forschungs Kooperation

Innovationen und Innovationsprozesse finden meistens im Rahmen von Innovationssystemen statt und sind geprägt durch Arbeitsteilung (Fritsch et al. 2007). Ohne Austausch, Kommunikation und Diskussion von Ergebnissen kann nur bedingt Nutzen gestiftet werden. Innovationssysteme setzen sich stets aus verschiedenen Elementen zusammen: Neben Unternehmen aus der Wirtschaft nehmen vor allem Universitäten, Hochschulen und öffentliche Einrichtungen eine tragende Rolle ein (Fritsch et al. 2007). Aufgabe der öffentlichen Forschungseinrichtungen ist es dabei vor allem, den Wissenstransfer zu unterstützen und zu fördern. Dies schließt zum einen das Übertragen von Informationen auf Dritte, aber vor allem auch die Verknüpfung von Akteuren innerhalb und außerhalb des Innovationssystems ein (Schmid 2013, Fritsch et al. 2007). Unternehmen aus der Wirtschaft nehmen in klassischen Innovationssystemen vor allem die Rolle des Fertigers ein, d.h. Unternehmen adaptieren das Wissen aus der Forschung und lassen dieses in Produkte einfließen oder überführen Erkenntnisse in neue Produkte und Dienstleistungen (Fritsch et al. 2007). Die Zusammenarbeit von Unternehmen und Universitäten ist dabei keinesfalls selbstverständlich, auch wenn grundsätzlich die Verbindung von Forschung und Praxis spätestens seit der Einführung der Bachelor-Studiengänge einen integralen Bestandteil des Studiums darstellen soll, um so Studierende möglichst umfassend auf den Berufseinstieg vorzubereiten (Multrus 2014, Tremp und Hildbrand 2012). Auch ist zu erkennen, dass sich immer mehr feste Kooperationsbeziehungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft etablieren und so auch als Enabler für zeitgemäße, praxisorientierte Lehre dienen (Kergel und Hepp 2016).

Forschung kann dabei selbst als eine spezifische Form der Praxis angesehen werden, allerdings sehen sich Studierende in der bisherigen Studienlage eher als Konsumenten von Wissen. Praktische Erfahrungen in der Wirtschaft haben grundsätzlich für viele Studierende eine höhere Bedeutung als selber forschend tätig zu werden (Multrus 2014). Gründe dafür können zum einen die höhere Priorisierung von Praxiserfahrungen (bspw. über Praktika) sein, zum anderen ist aber auch klar erkennbar, dass das Studienangebot nur selten forschungsnah ausgerichtet ist und wenig Mitarbeit von aktuellen Forschungsprojekten möglich ist (Multrus 2014, Tremp und Hildbrand 2012).



Das Lehrparadigma des forschenden Lernens (oder auch forschungsbasiertes Lernen) widmet sich dieser Problematik und versucht im Kern, Inhalte über die eigene Erforschung von Problemstellungen zu vermitteln und die Einheit von Forschung und Lehre zu stärken. Dadurch können auch neue Herausforderungen des Arbeitsmarktes, die durch die Globalisierung entstanden sind, adressiert werden. Konkret heißt das, dass durch eigenständige Forschung im Studium die Fähigkeiten im Bereich des eigenverantworteten Arbeitens gestärkt werden können und so Berufseinsteiger besser auf den Arbeitsmarkt vorbereitet werden können (Kergel und Hepp 2016). Voraussetzung ist hierzu stets der Dialog zwischen den Studierenden und den Forschenden. Gelingt dies, kann durch das unterstützte, aber eigenverantwortete Arbeiten sowohl die Sachkompetenz, die Sozialkompetenz, aber eben auch die Selbstkompetenz gefördert werden (Euler 2005). Eine Möglichkeit ist die Integration von forschungstypischen Tätigkeiten und Aktivitäten in den Lernprozess der Studierenden (Burkhardt et al. 2009). Dazu müssen Formate und Möglichkeiten geschaffen werden, um Studierende zum Forschen anzuregen (Reinmann 2017). Ein besonderes Augenmerk muss daraufgelegt werden, dass Studierende auch lernen mit Misserfolgen in der Forschung umzugehen und diese transparent zu präsentieren, anstatt unbedingt eine “Lösung verkaufen” zu wollen. Neben den fachlichen müssen Lehrstrukturen somit um methodische Inhalte ergänzt werden, um den Studierenden Forschungsmethoden näher zu bringen und vor allem auch um Raum zu schaffen, Forschungsmethoden selbst anwenden zu können (Reinmann 2017). Diesen Herausforderungen widmet sich auch die Forschungsk Kooperation “POINT (Praxisnahe Forschung im Bereich innovativer SAP-Technologien)” zwischen der Universität Oldenburg und der abat AG und betrachtet dabei alle Etappen des Forschungsprozesses von der Entwicklung von Fragestellungen aus der Praxis, über die Sichtung des Forschungsstandes, die Entwicklung von Lösungen bis hin zur Publikation der Ergebnisse. Die Integration von Studierenden in die Forschung stellt dabei den zentralen Aspekt der Forschungsk Kooperation dar. Thematisch werden vor allem moderne Problemstellungen aus dem Bereich Industrie 4.0 mit Fokus auf Data Science und KI behandelt, allerdings stets mit einem Bezug zu SAP oder Themenfeldern der abat AG (Logistik, Automotive und Nachhaltigkeit). Die abat AG ist ein internationaler SAP-Dienstleister und Produktanbieter und nimmt sieht sich weiterhin als Prozessoptimierer. Dabei zählt abat zu den führenden SAP-Dienstleistern der Automobil-Branche und erwirtschaftet mit mittlerweile über 700



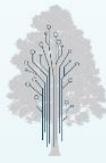
Mitarbeitern (weltweit) über 70 Millionen Euro (Stand 2020). Zusätzlich zu den SAP-Themenfeldern ist ab jetzt auch in den Geschäftsfeldern Nachhaltigkeit, Smart Manufacturing, Informationssicherheit und neuen Technologien (z. B. Data Science) aktiv.

Im Folgenden werden zunächst Formate zur Integration der Forschungsaktivitäten in die Lehre beschrieben. Im dritten Abschnitt dieser Arbeit wird die Ergebnisverwertung und der Wissenstransfer beschrieben. Die Lehrformate und Methoden zur Ergebnisverwertung werden dann anhand eines Beispiels aus dem Projekt demonstriert. Zum Abschluss werden die Inhalte zusammengefasst.

2. Formate und Integration in die Lehre

Ein wichtiger Bestandteil der Forschungsk Kooperation ist die starke Integration dieser in die Lehre und gleichzeitig auch die aktive Integration von Studierenden in die Forschungsk Kooperation. Es hat sich gezeigt, dass diese Verzahnung sowohl für beteiligte Unternehmen, als auch für die Universität viele Vorteile bietet. Aus Unternehmenssicht ergeben sich vor allem zwei große Vorteile: Zum einen können innovative Inhalte mit einem neutralen Blick von außen erarbeitet werden. Zum anderen wird durch die Präsenz in der Lehre auch die Außenwirkung und Sichtbarkeit gestärkt, was insbesondere in Zeiten des Fachkräftemangels (Bundesagentur für Arbeit 2021) einen immensen Vorteil darstellen kann und zu späteren Einstellungen oder bereits Einstellungen während des Studiums führen kann.

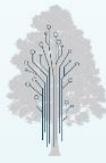
Doch auch aus Sicht der Universität bietet die intensive Kooperation mit einem Unternehmen große Vorteile. So können durch Vorträge von Unternehmen Praxisblicke geboten werden und gezeigt werden, welchen Impact theoretische Inhalte des Studiums in der Praxis haben können. Gleichzeitig kann die akademische Lehre durch die Kooperation mit der Wirtschaft praxisnaher ausgerichtet und die Studierenden somit besser auf die Herausforderungen des Arbeitsmarktes vorbereitet werden. Auch ergeben sich durch die Kooperation ganz neue Möglichkeiten in vielen Themenbereichen. So können beispielsweise durch das zur Verfügung stellen von realen Daten durch die Unternehmen neue Formate wie Hackathons in Lehrmodule integriert werden – zwar ist



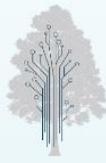
dies auch mit öffentlichen Daten möglich, allerdings schränkt das die möglichen Anwendungsfälle stark ein.

Zur Integration der Forschungsk Kooperation in die Lehre werden verschiedene Lehrformate verwendet:

- **Praxisvorträge:** Die Universität Oldenburg bietet in der Wirtschaftsinformatik (Very Large Business Applications) ein breites Spektrum an Lehrmodulen aus Bachelor- und Master-Niveau. Dabei sind zahlreiche Überschneidungen zu Themenfeldern der abat AG gegeben: Insbesondere in den Modulen *Digitale Transformation*, *ERP-Technologie*, *Business Intelligence*, *Data Analytics* sowie *Nachhaltigkeitsinformatik* ist dies der Fall. In diesen Modulen sind regelmäßig Vorlesungsslots eingeplant, in denen die abat AG Anwendungsfälle und Praxisbeispiele vorstellt und so die vorangegangenen theoretischen Konzepte der Vorlesung auf die Praxis überträgt und vertieft.
- **Praxismodule:** Neben Praxisvorträgen werden auch regelmäßig ganze Lehrmodule mit einem Praxisfokus durchgeführt. In der Vergangenheit wurde beispielsweise ein zweiwöchiger SAP-Customizing-Kurs angeboten, in dem die Studierenden die Grundlagen des Customizings erlernen und in geeigneten Beispielen selber anwenden konnten. Im aktuellen Lehrangebot enthalten ist die *Data Challenge*, eine Lehrveranstaltung die sich am Hackathon-Prinzip orientiert (Nandi und Mandernach 2016). Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung lösen die Studierenden eine betriebswirtschaftliche Fragestellung mit Datenanalyse-Methoden. Dabei werden zwar grobe Vorgaben (z. B. Technologieeingrenzungen) gemacht, der eigentliche Weg zur Lösung ist aber völlig freigestellt. Auch hier unterstützt die abat AG durch eine praktische Fragestellung und dem zur Verfügung stellen von Daten.
- **Exkursionen:** Regelmäßig werden in der Forschungsk Kooperation auch Exkursionen zur abat AG angeboten. Neben fachlichen Inhalten stehen dabei auch Einblicke in den Arbeitsalltag in der SAP-Beratung im Vordergrund. Zusätzlich ist bei diesen Angeboten auch viel Zeit für Fragen der Studierenden und Networking eingeplant.



- **Projektgruppen und studentische Forschungsprojekte:** Projektgruppen und studentische Forschungsprojekte stellen eine Besonderheit im Master-Programm der Universität Oldenburg dar. Im Rahmen dieses Lehrmoduls wird in einer Gruppe von bis zu zwölf Studierenden eine Themenstellung bearbeitet. Die Studierenden agieren dabei selbstorganisiert und müssen selbstständig Lösungen für definierte Probleme erarbeiten. Die abat AG steht im Rahmen dieses Lehrmoduls regelmäßig als “Auftraggeber” zur Verfügung und stellt Anforderungen an die zu erarbeitende Lösung. In der Vergangenheit wurde beispielsweise ein SAP S/4HANA-Demosystem konzeptioniert und implementiert. Dabei haben Ansprechpartner der abat AG Prozesse definiert und die typische Rolle des Kunden in einem SAP-Einführungsprojekt übernommen. Die Studierenden haben dann im ersten Schritt die Prozesse aufgenommen und modelliert, diese mit dem bestehenden SAP-Standard abgeglichen (Fit-Gap-Analyse) und entsprechend Anforderungen zur Umsetzung definiert. Im Anschluss daran wurden die identifizierten Anforderungen mittels Customizing und Erweiterungsprogrammierung implementiert und schließlich vom “Kunden” (abat AG) abgenommen.
- **Abschlussarbeiten:** Ein weiterer wichtiger Baustein der Forschungskooperation stellt die gemeinsame Durchführung von Abschlussarbeiten dar. Hierzu werden in regelmäßigen Treffen aktuelle Themen und Trends aus Wissenschaft und Wirtschaft diskutiert und Themenideen festgehalten. Aus diesen Themenideen werden im Nachgang Themenstellungen für Abschlussarbeiten erarbeitet, ausgeschrieben und in Lehrveranstaltungen beworben. Bei der thematischen Ausgestaltung wird großer Wert daraufgelegt, dass stets ein Gleichgewicht zwischen Praxisnutzen und wissenschaftlichem Mehrwert erreicht wird. Häufig werden in Abschlussarbeiten auch reale Problemstellungen von Kunden der abat AG bearbeitet. Die Studierenden haben dadurch die Chance schon während der Abschlussarbeit Einblicke in den Projektalltag zu sammeln.



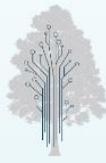
3. Verwertung von Ergebnissen und Wissenstransfer

Im Mittelpunkt der Forschungs Kooperation steht neben der Erarbeitung von Themen und Lösungen vor allem auch die Verwertung von Ergebnissen und der Wissenstransfer. Die Art der Verwertung ist dabei bewusst offengehalten, es ist aber das oberste Ziel, dass Ergebnisse der Arbeit einen Nutzen stiften. Wichtig ist dabei, dass auch negative Ergebnisse nutzbar gemacht werden, um zukünftige Entscheidungen zu optimieren und ggf. Fehler nicht zu wiederholen. Ein elementarer Bestandteil der Ergebnisverwertung ist immer der Wissenstransfer. So wird schon während der Erarbeitung im Rahmen der Forschungs Kooperation versucht, Erkenntnisse möglichst frühzeitig zu streuen und in beiden Organisationen (Universität und Unternehmen) verfügbar zu machen. Die verschiedenen Maßnahmen und Ansätze zur Verwertung und zum Wissenstransfer beziehen sich dabei zum einen auf die interne Nutzung der Ergebnisse (Organisation und Unternehmen), aber auch gezielt auf die externe Nutzung durch Dritte (Öffentlichkeit).

3.1. Interne Verwertung und interner Wissenstransfer

Bei der internen Verwertung und dem internen Wissenstransfer steht vor allem das Streuen von Erkenntnissen in den beteiligten Organisationen im Vordergrund. So werden Ergebnisse häufig von einer Gruppe an Akteuren erarbeitet, sind aber gleichzeitig für weitere Personen von hoher Relevanz. Durch verschiedene Formate wird daher versucht, dieses Wissen zu externalisieren und in weiteren Projekten oder der täglichen Arbeit von Akteuren verfügbar zu machen:

- **Workshops und Präsentationen:** Durch eigene Veranstaltungen zu bestimmten Themen oder der Vorstellung von in der Kooperation erarbeiteten Themen im Rahmen von etablierten Veranstaltungen (z. B. interne Vortragsreihen zu Innovationsthemen) werden in regelmäßigen Abständen Ergebnisse vorgestellt. Dies geschieht je nach Thema und Relevanz für die Beteiligten sowohl in den Veranstaltungen der Universität Oldenburg, als auch in den internen Veranstaltungen der abat AG.

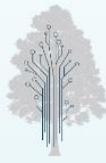


- **Prototyping:** Neben dem Erkenntnisgewinn steht in der Forschungsk Kooperation die Prototypisierung und die Implementierung von Demonstratoren im Vordergrund. Ziel ist es, dass – sofern möglich – zu jedem bearbeiteten Projektthema ein Prototyp oder Softwareartefakt entsteht, auf dem weitere Projekte oder sogar Produkte aufgebaut werden können. Immer dann, wenn Prototypen aufgebaut und neue Technologien angewandt werden, entstehen parallel How-To-Guides um die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen gewährleisten zu können.

3.2. Externe Verwertung und externer Wissenstransfer

In diesem Bereich werden vor allem die Öffentlichkeitsarbeit und die Publikation von wissenschaftlichen Ergebnissen fokussiert. Dabei werden je nach Ziel und Zweck verschiedene Kanäle bespielt, um eine möglichst breite Masse an Personen zu erreichen.

- **Wissenschaftliche Publikationen (Konferenzen/Journals):** Zur wissenschaftlichen Verwertung der Ergebnisse und um einen Beitrag zur wissenschaftlichen Community zu leisten, werden auch regelmäßig Projektergebnisse in nationalen und internationalen Konferenzen und Journals platziert. Adressiert werden dabei vor allem Konferenzen und Journals die gezielt auch “Application”-Tracks anbieten, um so die praktischen Ergebnisse der Forschungsk Kooperation verwerten zu können. In der Vergangenheit wurden zahlreiche Beiträge in der deutschen Fachzeitschrift “HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik” platziert (ein Beitrag davon mit dem Best Paper Award 2020 ausgezeichnet). Zusätzlich wurden auch Beiträge auf der Business Information Systems-Konferenz und auf der Konferenz der Association for the Advancement of Artificial Intelligence publiziert.
- **Whitepaper:** Einen weiteren wichtigen Baustein für den Wissenstransfer nach außen stellt die Veröffentlichung von Whitepapers dar. Diese orientieren sich stark an wissenschaftlichen Publikationen, sind aber noch praxisorientierter ausgestaltet. Der Fokus liegt hier klar auf der Funktionsweise und Umsetzung von Prototypen, aber eben auch den



damit verbundenen Potenzialen und Möglichkeiten zur Optimierung von Prozessen. Adressat ist hierbei nicht die Wissenschaft, sondern vor allem die Praxis.

- **Webinare:** Aufbauend auf Whitepaper wurden auch zu nachgefragten Themen Webinare durchgeführt. Hierbei wurden gezielt Erkenntnisse an das interessierte Publikum vermittelt und gleichzeitig beide Perspektiven der Forschungskooperation dargestellt: Die Wissenschaft und die Praxissicht.
- **Vorträge auf Veranstaltungen:** Zur Verbreitung der Ergebnisse und der Öffentlichkeitsarbeit werden auch regelmäßig Vorträge auf externen, regionalen, aber auch überregionalen Veranstaltungen gehalten, in denen Ergebnisse und Erkenntnisse vorgestellt werden.

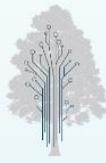
4. Beispiele aus der Forschungskooperation: Automatisierung der Inventur mit Drohnen und Computer Vision

In den vorangegangenen Abschnitten wurden Methoden und Formate beschrieben, die in der Forschungskooperation zwischen der Universität Oldenburg und der abat AG zur Anwendung kommen. Diese sollen nun durch die Beschreibung an einem realen Projektbeispiel greifbarer gemacht werden.

Ein Schwerpunkt der Tätigkeiten der abat AG liegt in der Optimierung von Logistikprozessen. Im Rahmen eines Kundenprojektes ist daher die Idee aufgekommen, die Lagerinventur durch den Einsatz von Drohnen und Computer Vision zu automatisieren. Diese wurde dann in die Forschungskooperation eingebracht und dort weiter ausgearbeitet.

Im ersten Schritt fand eine erste Ausarbeitung und Diskussion statt, in der eine Themenstellung für eine erste Masterarbeit entstand. Diese Masterarbeit fokussierte den Durchstich und demonstrierte die grundsätzliche Machbarkeit des Vorhabens.

Nach Fertigstellung der Masterarbeit wurden die Ergebnisse durch Mitarbeiter der Universität und der abat AG über den Rahmen der Masterarbeit hinaus, reflektiert und evaluiert. Daraufhin wurden



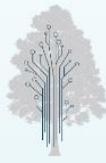
weitere Arbeitspakete definiert, die wiederum in studentische Tätigkeiten einfließen konnten. Durch eine weitere Abschlussarbeit (Bachelor-Niveau) konnten Schwächen des ersten Ansatzes beseitigt und somit der technische Durchstich erweitert werden. Begleitet wurden beide Abschlussarbeiten durch Betreuer aus der Praxis (abat) und aus der Wissenschaft (Universität Oldenburg). Ergebnisse wurden in regelmäßigen Jour Fixes besprochen und offene Fragen durch die Expertise der Teilnehmer geklärt. Auch Kunden der abat AG wurden in diesen Prozess zur Qualitätssicherung (Passt die Lösung zum operativen Prozess?) der Entwicklung einbezogen.

Die Ergebnisse der Abschlussarbeiten wurden auf verschiedenen Wegen aufgearbeitet und veröffentlicht. So entstand neben einem Blog-Beitrag auf der Unternehmenswebsite auch ein Whitepaper, eine wissenschaftliche Publikation auf dem AAI-MAKE-Symposium, mehrere Beiträge in Logistik- und Hochschulmagazinen sowie mehrere Vorstellungen des Anwendungsfalls auf öffentlichen Veranstaltungen. Dabei hat sich gezeigt, dass die Formate zur Publikation der Ergebnisse und des Wissenstransfers direkte Wirkung zeigen konnten: Durch die Veröffentlichung über die Kanäle (Webseiten, Social Media und weitere) wurden weitere Unternehmen aus der Wirtschaft (allein bei diesem Anwendungsfall zwei nationale und zwei internationale Unternehmen) auf die Ergebnisse aufmerksam, woraus wiederum neue Partnerschaften und Folgeprojekte entstehen konnten.

5. Zusammenfassung

Die Hochschullehre steht insbesondere im Zeitalter der Globalisierung und Digitalisierung vor verschiedenen Herausforderungen. Die Anforderungen des Arbeitsmarktes verändern sich stetig, was dazu führt, dass auch das Lehrangebot der Hochschulen einem stetigen Wandel unterliegt. Insbesondere in der Zusammenarbeit mit Unternehmen entsteht für Universitäten eine Chance, an realen Problemstellungen zu forschen und gleichzeitig die Praxisorientierung im Studium zu erhöhen.

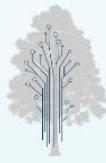
In diesem Beitrag wurden Formate zur Integration von Industriekooperation in die Lehre und erprobte Methoden und Möglichkeiten zur Verwertung von Ergebnissen und des Wissenstransfers



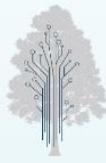
dargelegt. Im Rahmen der hier vorgestellten Forschungsk Kooperation muss dabei insbesondere zwischen der internen Verwertung (Streuung von Wissen innerhalb der beteiligten Organisationen) und der externen Verwertung (Wissenstransfer in die Öffentlichkeit) unterschieden werden. Grundsätzlich muss festgehalten, dass dieser Beitrag nur einen Einblick in eine bestehende, erfolgreiche Zusammenarbeit liefern kann. Andere Industriekooperationen können auf anderen Verhältnissen und Erwartungen fußen und somit eventuell andere Anforderungen mit sich bringen.

Literaturverzeichnis

- Burkhardt, C., Dirksen, U., Heiner, M., Jahnke, I., Tekkaya, A. E., Terkowsky, C., Wildt, J. (2009): Forschendes E-Learning. Live-Experimente mit Design-based Research entwerfen. Hochschuldidaktisches Zentrum der TU Dortmund. Heft 2.
- Bundesagentur für Arbeit (2021): Statistik – Fachkräftebedarf. URL: <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Angebote/Fachkraeftebedarf/Fachkraeftebedarf-Nav.html?sessionId=5F9DC785BADA3C4F9702289A4E40D249>
- Euler, D. (2005): Forschendes Lernen. In: Wunderlich, W., Spoun, S. (Hrsg.): Universität und Persönlichkeitsentwicklung. Frankfurt, New York, Campus.
- Kergel, D., Hepp, R.-D. (2016): Forschendes Lernen zwischen Postmoderne und Globalisierung. In: Kergel, D., Heidkamp, B.: Forschendes Lernen 2.0. Springer Gabler. S. 19-43.
- Multrus, F. (2014): Forschung und Praxis im Studium. Studium und Beruf: Studienstrategien – Praxiskonzepte – Professionsverständnis. Transcript-Verlag, Bielefeld, S. 141-162.
- Fritsch, M., Henning, T., Slavtchek, V., Steigenberger, N. (2007): Hochschule, Innovation, Region – Wissenstransfer im räumlichen Kontext. Edition Sigma, Berlin.
- Nandi, A. und Mandernach, M. (2016): Hackathons as an Informal Learning Platform. In Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education (SIGCSE 16). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 346-351.



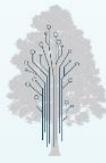
- Reinmann, G. (2017). Prüfungen und Forschendes Lernen. In H.A. Mieg & J. Lehmann (Hrsg.),
Forschendes Lernen. Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden
kann (S. 115-128). Frankfurt: Campus.
- Schmid, H. (2013): Barrieren im Wissenstransfer – Ursachen und deren Überwindung. Springer
Gabler.
- Tremp, P., Hildbrand, T. (2012): Forschungsorientiertes Studium – universitäre Lehre. Das
“Zürcher Framework” zur Verknüpfung von Lehre und Forschung. In: Brinker, Tobina
(Hrsg.); Tremp, Peter (Hrsg.): Einführung in die Studiengangentwicklung. Bielefeld:
Bertelsmann Verl. (2012) S. 101-116.



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

VON SAP ERP ZU SAP S/4HANA



Fehlerbasiertes Lernen in einer spielerischen Selbstlernumgebung zu integrierten Geschäftsprozessen in S/4 HANA

Anke Schüll, Laura Brocksieper & Anastasia Safontschik

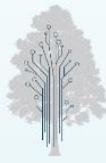
Universität Siegen, Siegen, Deutschland

Abstract: Die Notwendigkeit digitaler Lernkonzepte führte im Wintersemester 20/21 zu einer spielerischen Selbstlernumgebung zu integrierten Geschäftsprozessen im SAP ERP-System. Die Erfahrungen und positiven Rückmeldungen führten dazu, dass die E-Learning-Umgebung für S/4 HANA weiterentwickelt wird. Ein Mix aus verschiedenen Medien und interaktiven Design-Elementen soll autonomes Lernen fördern und Studierende aktiv in ihren Lernprozess einbinden. Als Vorbereitung auf die berufliche Praxis sollen sich Fehler in der Datenqualität auf die Prozessdurchführung auswirken. Durch korrekatives Feedback werden Fehler nicht als Hemmnis im Lernfortschritt, sondern zur Förderung des Lernprozesses genutzt. Motivation und Erfolg der Studierenden sollen hierdurch unterstützt werden. Die Weiterentwicklung dieser spielerischen E-Learning-Umgebung auf S/4 HANA vorzustellen, ist Gegenstand dieses Beitrags.

Keywords: Lernen aus Fehlern, E-Learning, Gamification, ERP-Training, S/4 HANA

1. Einleitung

Studierende müssen an akademischen Institutionen autonom und selbstorganisiert lernen können (Anurugwo 2020), um auf lebenslanges Lernen vorbereitet zu werden (Bautista 2015). Dass bedingt durch die Rahmenbedingungen E-Learning weltweit zur Regel wurde, stellt hierfür keine Einschränkung dar, sondern kommt dem vielmehr entgegen: Studierende nehmen in E-Learning - Umgebungen eine aktive Rolle im Lernprozess ein, mit höheren Anforderungen an Selbstorganisation, Selbsteinschätzung und Eigenmotivation (Ontai 2021). Aus dem Grund wurde die Chance genutzt, zum Wintersemester 20/21 die bislang in Präsenz durchgeführte Veranstaltung zu integrierten Geschäftsprozessen im SAP ERP-System auf eine E-Learning-Umgebung



umzustellen. Die Selbstlernumgebung sollte die ursprünglichen Inhalte vollständig und ohne Abstriche in Umfang und Inhalt abdecken. Die Erfahrungen im WS 20/21 waren so positiv, dass diese Lernumgebung weiterentwickelt wurde, um den Umstieg auf S/4 HANA zum WS 21/22 zu begleiten. Der Umstieg hat zugleich eine Hürde aus dem Weg geräumt, die einigen Studierenden im vorausgegangenen Semester den Einstieg erschwert hat: Die Installation der GUI sowie die Einrichtung der Verknüpfung zum Server des SAP UCC. Die Studierenden griffen mit verschiedenen Devices auf

das System zu: Laptops, Tablets bis hin zu Smartphones betrieben unter Windows, Android oder iOS. Bei ca. 400 Studierenden in der Veranstaltung hat die Heterogenität der Systeme im letzten Jahr einen hohen Betreuungsaufwand verursacht, ehe alle Studierenden den Zugriff auf das System eingerichtet hatten. Über SAP Fiori entfällt diese Einstiegshürde: Dem Start-Button der Lernumgebung ist der Link auf den Zugang via SAP Fiori hinterlegt.

2. Design der Lernumgebung

Um die Studierenden durch die Inhalte der Veranstaltung zu leiten, wurde ein interaktives Spielbrett vorbereitet, das einen Überblick über die Inhalte sowie den Bearbeitungsfortschritt bietet. Der Einsatz spielerischer Elemente in nicht-spielerische Aktivitäten (Gamification) soll u.a. Motivation, Engagement und Durchhaltevermögen der Studierenden fördern (Bakker und Demerouti 2007; Aguilera und Martínez 2017).

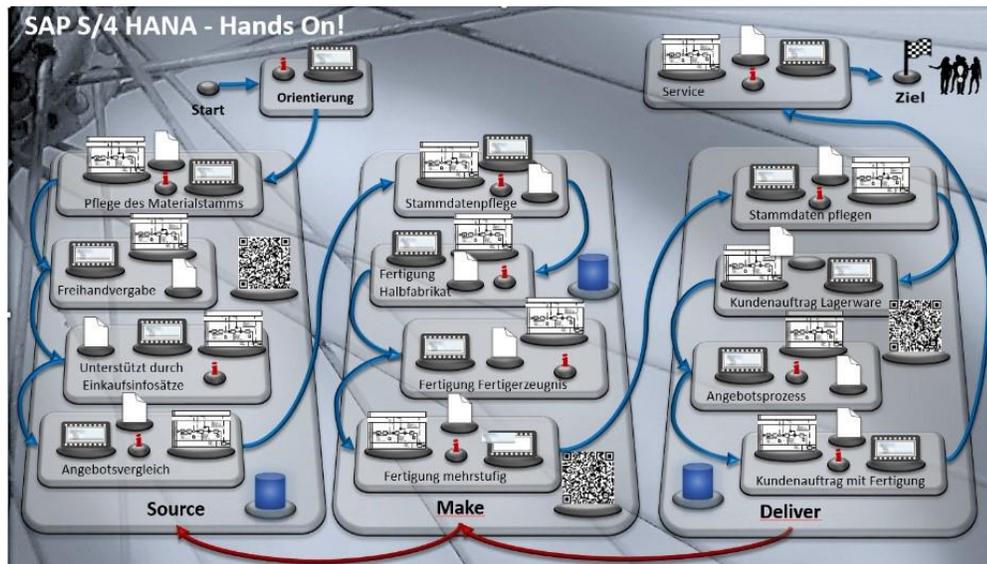
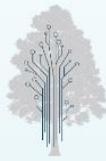
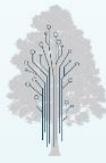


Abb. 1: Layout der Lernumgebung

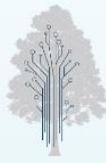
Gegenstand der Veranstaltung werden zum WS 21/22 integrierte Geschäftsprozesse in S/4 HANA sein. Die Fallstudie ist im Schulungsmandanten der Global Bike Inc. angesiedelt. Die Komplexität nimmt mit dem Fortschritt zu: beginnend mit der Beschaffung von Rohstoffen, über die Produktion von Halbfertig- und Fertigprodukten bis hin zum Vertrieb von Fertigerzeugnissen. Die Stückliste ist mehrstufig. Über die Selbstlernumgebung werden die Daten zur Ausführung des Prozesses von „Source“ über „Make“ zu „Deliver“ aufgebaut. Sobald die Stammdaten definiert und die Aktivitäten getestet sind, wird sowohl in „Make“ als auch in „Deliver“ mehrfach ein Pull-Effekt ausgelöst, indem Kunden- bzw. Fertigungsaufträge angelegt werden. Erst nach einer Fahrradproduktion in entsprechender Menge können die Kundenaufträge bedient werden. Hierfür sind entsprechend der Bestandslage Halbfabrikate zu produzieren bzw. Rohmaterialien zu beschaffen. Die Integration der Geschäftsprozesse lässt sich dadurch nachvollziehen und Abhängigkeiten werden deutlich. Zugleich bewirkt jeder Schritt zurück eine Wiederholung vorausgegangener Aktivitäten, die zunehmend frei von Anleitungen durchgeführt werden müssen. Quizze werden eingesetzt, um eine Reflektion über die einzelnen Abschnitte zu fördern.

Die einzelnen Szenarien entsprechen Missionen, die Studierende im System absolvieren können. Der erfolgreiche Abschluss einer Mission wird mit einem Badge honoriert. Die Anerkennung erfolgreich erreichter Ziele mit Badges soll den Anreiz erhöhen (Hamari 2017) und – da die



Gesamtzahl vergebener Badges im Kurs angezeigt wird – den Wettbewerb fördern. Zu einer Mission gehörende Informationen werden auf einer Platte gebündelt. Hierzu gehört ein Prozessdiagramm nach BPMN 2.0. In die statische Darstellung sind Videos eingebettet, die den Prozess erklären. Data Sheets fassen die zu pflegenden Daten zusammen und gestatten die Erfassung der Belegnummern, die nach dem Upload der ausgefüllten Datenblätter für eine Kontrolle zur Verfügung stehen und für einen Support genutzt werden können, falls Probleme bei der Bearbeitung der Szenarien auftreten. Ziele der einzelnen Szenarien werden über kurze Videos vorgestellt, die passend zum Thema (Produktion von Fahrrädern) auf Waldwegen im Umland gedreht wurden. Assoziationen zu Freizeitaktivitäten sollen dem Lernprozess mehr Leichtigkeit geben.

Zur Vorbereitung auf die berufliche Praxis müssen sich Fehler in der Datenqualität auswirken. An jedem Punkt der Szenarien können daher Fehler passieren und wenn sie auftreten, wird ihre Auswirkung auf den Prozess nicht abgefangen. In Folge wird etwas nicht oder nicht wie erwartet funktionieren. Die Studierenden müssen dann rekonstruieren, an welcher Stelle welcher Fehler die Ursache für den aufgetretenen Effekt gewesen sein kann und diesen beheben, bevor sie fortfahren können. Um „Hilfe zur Selbsthilfe“ zu geben, werden in einem TroubleShooting-Portal Screenshots von Fehlermeldungen auf einer Pinnwand dargestellt. Studierenden erleichtert die visuelle Darstellung ein Wiedererkennen des eigenen Fehlers. Als zweite Eskalationsstufe steht ein Support-Team bereit, das bei der Problemlösung unterstützt. Das Verständnis für Ursache-Wirkungs-zusammenhänge steigt insbesondere bei denjenigen Studierenden, die sich mit solchen Fehlern auseinandersetzen müssen. Zugleich steigt der Realitätsbezug der Szenarien und die Sensibilität für Datenqualität wird gefördert. Das Bewusstsein, dass Fehler auftreten können und ein Erfolg nicht selbstverständlich ist, erhöht zudem die Aufmerksamkeit der Studierenden und steigert den Wert eines erzielten Badges. Ein konstruktiver Umgang mit Fehlern im Lernprozess in Verbindung mit korrektivem Feedback kann entsprechend den Lernerfolg verbessern (Tulis et al. 2016; Metcalfe 2017).



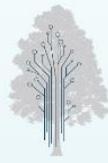
3. Fazit

Die Weiterentwicklung der Selbstlernumgebung veranschaulicht in S/4 HANA spielerisch den Einsatz betrieblicher Anwendungssystemen zur Unterstützung betrieblicher Geschäftsprozesse. Ein Mix aus verschiedenen Medien und interaktiven Elementen bindet Studierende aktiv in den Lernprozess ein und steigert ihre Motivation. Sie bewegen sich zunehmend freier im System und halten aufgrund ansteigender Schwierigkeitsgrade ihre Konzentration über den Bearbeitungszeitraum aufrecht. Durch die überwiegend eigenständige Arbeit mit der Fallstudie sowie innerhalb der Selbstlernumgebung wird autonomes Lernen der Studierenden gefördert.

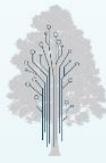
Insbesondere das Lernen durch Fehler ist hierfür ein entscheidender ein Faktor: Die Auseinandersetzung mit Fehlern, deren Ursachen und deren Behebung fördert ein Problembewusstsein und tiefgehendes Verständnis von Ursache-Wirkungszusammenhängen in betrieblichen Geschäftsprozessen. „Sich selbst helfen zu können“ stärkt das Bewusstsein für Eigenverantwortung und Selbstwirksamkeit und fördert bei auftretenden Problemen die Zuversicht, diese lösen zu können. Dies zu ermöglichen, ist das Ziel dieser Umgebung. Ob dies erreicht werden konnte, wird die Evaluation der E-Learning Plattform durch die Studierenden im Winter zeigen müssen.

Literaturverzeichnis

- Aguilera, Brenda Villegas; Martínez, Elizabeth Alvarado (2017) (2017): Gamification, a Didactic Strategy In Higher Education. In: Proceedings of EDULEARN17, S. 6761–6771.
- Alcivar, Isabel; Abad, Andres G. (2016): Design and evaluation of a gamified system for ERP training. In: *Computers in Human Behavior* 58, S. 109–118. DOI: 10.1016/j.chb.2015.12.018.
- Anurugwo, Appolonia O. (2020): ICT Tools for Promoting Self-paced Learning among Sandwich Students in a Nigerian University. In: *European Journal of Open Education and E-learning Studies* 5 (1).



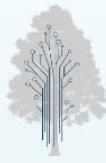
- Bakker, Arnold B.; Demerouti, Evangelia (2007): The Job Demands-Resources model: state of the art. In: *Journal of Managerial Psych* 22 (3), S. 309–328. DOI: 10.1108/02683940710733115.
- Barata, Gabriel; Gama, Sandra; Fonseca, Manuel J.; Gonçalves, Daniel (2013): Improving student creativity with gamification and virtual worlds. In: Lennart E. Nacke, Kevin Harrigan und Neil Randall (Hg.): Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Re-search, and Applications - Gamification '13. the First International Conference. Toronto, Ontario, Canada, 02.10.2013 - 04.10.2013. New York, New York, USA: ACM Press, S. 95–98.
- Bautista, Romiro Gordo (2015): Optimizing classroom instruction through self-paced learning prototype. In: *J. Technol. Sci. Educ.* 5 (3). DOI: 10.3926/jotse.162.
- Hamari, Juho (2017): Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification. In: *Computers in Human Behavior* 71, S. 469–478. DOI: 10.1016/j.chb.2015.03.036.
- Herzig, Philipp; Strahringer, Susanne; Amerling, Michael (2012): Gamification of ERP Systems – Exploring Gamification Effects on User Acceptance Constructs. Hg. v. Dirk Christian Mattfeld und Susanne Robra-Bissantz. Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012, Tagungsband der MKWI 2012.
- Metcalfe, Janet (2017): Learning from Errors. In: *Annual review of psychology* 68, S. 465–489. DOI: 10.1146/annurev-psych-010416-044022.
- Ontai, Gil (2021): Reflections on Teacher's Role in SRL. In: *Academia Letters*. DOI: 10.20935/AL248.
- Tulis, Maria; Steuer, Gabriele; Dresel, Markus (2016): Learning from errors: A model of individual processes. In: *FLR* 4 (4), S. 12–26. DOI: 10.14786/flr.v4i2.168.



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

INDUSTRIE 4.0 UND INTERNET OF THINGS



Industrie 4.0 in der betriebswirtschaftlichen Hochschuldidaktik - neue Anforderungen am Beispiel des flecsimo Projekts

Ralf Banning

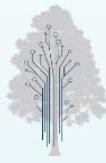
Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt a. M., Deutschland

Abstract: Die technischen Aspekte der Digitalisierung, insbesondere im Bereich der Industrie 4.0, werfen die Frage auf, wie diese Themen in der Lehre betriebswirtschaftlicher Studiengänge didaktisch behandelt werden können, da die damit verbundene technische Komplexität den Zugang für Studierende dieser Fächer erschwert. Zwar kann eine Reduktion der technischen Komplexität den Zugang erleichtern, sie findet aber dort ihre Grenze, wo hierdurch die Problemstellungen, die sich aus dem Thema ergeben, nicht mehr fassbar oder verschleiert werden. Mit dem Projekt einer flexiblen Fertigungssimulation auf Basis physischer Modelle (*flecsimo*) soll eine mögliche Lösung für dieses Problem aufgezeigt werden. Dazu wird zunächst der hochschuldidaktische Kontext experimenteller Lehr- und Lernformate im Bereich der Wirtschafts- und Technikdidaktik erläutert und daraus der Ansatz einer „inversen“ technisch-didaktische Konzeption entwickelt. Auf dieser Grundlage werden die daraus folgenden konzeptionellen und technischen Überlegungen für das *flecsimo*-Projekt erläutert, sowie einige Anwendungsfälle für Lehrformate entwickelt, die hiermit möglich werden.

Keywords: Simulation, Flexible Fertigungssysteme, Industrie 4.0, Didaktik

1. Einleitung

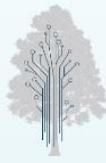
Die aktuellen Entwicklungen in der Produktionslogistik – vielfach unter den Begriffen Digitalisierung oder Industrie 4.0 gefasst – werden erhebliche Auswirkungen auf die Arbeits- und Lebenswelt der Zukunft haben, auch wenn diese unterschiedlich diskutiert werden (vgl. Bauernhansl et al. 2014, Schell et al. 2017, Weisbecker et al. 2018). Wesentliche Elemente dieses Wandels sind u. a. „Cyber-Physische-Produktions-Systeme“, bei denen vernetzte IT-Systeme



direkt in die Maschinen integriert sind, sowie das Konzept der „vertikalen Integration“, mit dem IT-Systeme der betriebswirtschaftlichen Planung und Steuerung mit solchen der Produktionstechnik gekoppelt werden. Obwohl das Thema „Industrie 4.0“ damit auch für nicht-technische, insbesondere betriebswirtschaftliche Studiengänge relevant ist, erschwert dessen technische Komplexität den thematischen Zugang für die Studierenden und stellt damit neue Anforderungen an die Wirtschaftsdidaktik. Anders als in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen kann hier nicht von einer homogenen technischen „Grundausbildung“ ausgegangen werden, so dass die Lehre weitgehend voraussetzungslos gestaltet werden muss. In dieser Arbeit wird hierzu der Einsatz eines einfach zu nutzenden Labor- und Experimentalsystems vorgeschlagen, das den Charakter der Digitalisierung in der Produktion physisch erfahrbar, begreiflich und verständlich macht und zudem einen Zugang zu Themen der Produktionslogistik, der Data Analytics und der Auswirkungen auf die Geschäfts- und Arbeitsprozesse eröffnet. Zunächst werden die didaktischen Rahmenbedingungen untersucht, die für den Einsatz eines solchen Systems bedeutsam sind. Darauf aufbauend wird dann die Konzeption und Umsetzung im Rahmen des *flecsimo*-Projekts erläutert.

2. Didaktische Rahmenbedingungen

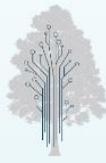
Experimentelle Unterrichtsformate werden in der Wirtschaftsdidaktik für die aktivitäts- und problemorientierte Lehre angewendet (vgl. Beyer & Rathje 2013) oder auch als „Classroom Experiments“, wie sie in den Arbeiten von Maier, Emerson & Hazlett und McGoldrick & Ziegert in (Hoyt & McGoldrick 2012) beschrieben werden. In der natur- und technikwissenschaftlichen Hochschullehre werden Experimente als „charakteristisches Merkmal“ (Zinn 2018a, S. 150) angesehen. Zugleich wird ein lückenhafter Forschungsstand zu den Wirkungseffekten für diese Art der Lehre im berufsbildenden Schulen wie auch im Hochschulbereich festgestellt (vgl. Pittich 2018, S. 290, Zinn 2018a, S. 152). Insofern spricht Zinn nur von „unterstellten Wirkungseffekten des Experimentierens“, wenn er die „Veranschaulichung technischer Konstruktionsprinzipien“ und „Entwicklung von Fragestellungen, Hypothesen und Problemstellungen“ benennt. Dies beschreibt aber zugleich die Zielsetzung des *flecsimo*-Projekts recht genau.



Man muss allerdings berücksichtigen, dass trotz der genannten Verwendung experimenteller Lehrformate in beiden Gebieten der Didaktik ein wesentlicher Unterschied hinsichtlich der Lerninhalte und Lernziele besteht. Stehen in der Technikdidaktik Kompetenzen im Vordergrund, mit denen technische Lösungen *entwickelt und umgesetzt* werden können, geht es im betriebswirtschaftlichen Kontext um das Verständnis, wie technische Lösungen in die wirtschaftlichen Lösungsmodelle *eingreifen*. In der Wirtschaftsdidaktik wird daher eine andere Art der Technikvermittlung benötigt: nicht die Technik als Sachgegenstand ist der Bildungsinhalt, sondern deren Wirkung und Nutzung in den Fachgegenständen der Wirtschaftswissenschaften. Ein Ansatz für eine dementsprechend angepasste Didaktik besteht darin, in einer geeigneten Laborumgebung die technische Komplexität auf ein betriebswirtschaftlich relevantes Maß zu reduzieren und zugleich die technischen Abläufe den Studierenden möglichst einfach zugänglich zu machen, ohne dabei den systemischen Zusammenhang der technischen Prozesse zu stören. Dies sei beispielhaft an zwei Komponenten eines solchen Labors aufgezeigt: anstatt den Materialtransport über ein selbstfahrendes autonomes Transportgerät durchzuführen (das dadurch aber sehr „unzugänglich“ ist), kann ein manuell geführtes Transportgerät eingesetzt werden, das in die Anlagenkommunikation des Labors eingebunden ist und so integraler Bestandteil der digitalisierten Prozesse im Sinne der Industrie 4.0 bleibt. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, ein Datenprotokoll für die Kommunikation zwischen den Maschinen zu verwenden, dessen Nachrichten mit einfachen Werkzeugen für die Studierenden interpretierbar ist. Dies kann als „inverse“ technisch-didaktische Konzeption eines technischen Labormodells verstanden werden. Konkrete Umsetzungsvorschläge hierzu werden im nächsten Abschnitt ausgeführt.

3. Das *flecsimo* Projekt

Das *flecsimo* Projekt (**f**lexible **c**ell manufacturing **s**imulation **m**odel) wurde im Jahr 2020 an der Frankfurt University of Applied Sciences (FRA-UAS) begonnen und durch den hessischen Innovationsfonds „Digitalisierung in der Lehre“ gefördert. Das Projekt bildet eine „flexible Zellenfertigung“ ab, in der mit modularen Fertigungszellen eine skalierbare, taktfreie Produktion



ohne fixierte Transportwege aufgebaut werden kann. Es folgt damit u. a. Ideen für eine Industrie 4.0 Produktion, wie sie in von Küper et al. (2018) dargestellt wurden.

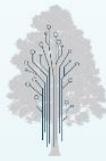
Die didaktische Zielsetzung des Projekts besteht darin, dass Studierende verschiedene (ggf. vordefinierte) Modell-Konfigurationen aufbauen können und in einer solchen Konfiguration

- Produktionsaufträge planen, durchführen, vergleichen und beurteilen,
- Vorgänge der Planung, Steuerung und Integration auf allen Ebenen der Anlage beobachten und mit Einsatzszenarien in der Industrie vergleichen,
- Modifikationen der Anlage hinsichtlich des Datenschutzes, der Anlagensicherheit u. a. vornehmen und deren Auswirkungen untersuchen.

Im Folgenden wird eine lauffähig eingerichtete Konfiguration als „*flecsimo*-Labor“ bezeichnet. Durch den thematisch eingegrenzten Modellrahmen mit der experimentellen Nutzung physischer Modelle unterscheidet sich das *flecsimo*-Projekt von anderen Ansätzen wie z. B. KOSMO (Wakai et al. 1986), Info Sim (Ayadi et al. 2015) oder FlexSim (Pawlewski et al. 2019), die in Forschung, Lehre oder dem Digital Prototyping eingesetzt werden und auf eine themenoffene Simulation im Rahmen einer reinen Softwaresimulation abzielen.

3.1. Konzeption als Experimentalsystem

Nach Zinn (2018a, S. 151) sind „Experimente in der Wissenschaft [...] allgemein methodisch angelegte Untersuchungen zur empirischen Gewinnung von Daten“. Grundlegend ist dabei, dass sie „unter möglichst eindeutig definierten Ausgangsbedingungen Prognosen mit hoher Zuverlässigkeit und einem hohen Grad an Allgemeingültigkeit ermöglichen“, wobei in technischen Experimenten „nach technischen Gestaltungs- und Problemlösungsmöglichkeiten“ oder nach der „Optimierung einer Mittel-Zweck-Relation eines technischen Systems“ gesucht wird. In Tab. sind die Eigenschaften, die Zinn als wesentlich für die unterrichtliche Nutzung von Experimenten nennt, den implementierenden Funktionen eines *flecsimo*-Labors gegenübergestellt:



Tab. 1: Wesentliche Eigenschaften eines Experimentalsystems

Eigenschaft	Implementierende Funktion in einem <i>flecsimo</i> -Labor
Definierte Ausgangsbedingung	Physische Fertigungszellen in wahlfreier Rasteranordnung Einheitliche Integration und Kommunikation der Fertigungszellen auf IT-Anwendungsebene
Empirische Gewinnung von Daten	Auftragsabwicklung verschiedener Fertigungskonfigurationen Offene Schnittstellen für Sensorik und Datenbanken
Didaktische Funktion	Induktiv: Hypothesen nach Analyse von Messdaten Deduktiv: Verifikation logistischer Modelle und Theorien Optimierung: Gestaltung von Fertigungslayouts

Die Fertigungszellen basieren auf Fischertechnik-Modellen (ca. 20 x 30 cm Grundfläche) und können gemäß Abb. auf einem Trägermodul („Area“, ca. 100 cm x 80 cm) in vier Feldern oder in Reihe positioniert werden. Dadurch entsteht wahlweise das Raster einer sog. „flexiblen Zellenfertigung“, wie es für Industrie 4.0 Szenarien auch in der Praxis angewendet wird, oder das Modell einer seriellen Fertigung. Die Materialflüsse zwischen den Fertigungszellen übernimmt ein manuell geführtes Transportsystem, das über die Anlagenkommunikation in die Auftragsabwicklung und Transportplanung eingebunden ist.

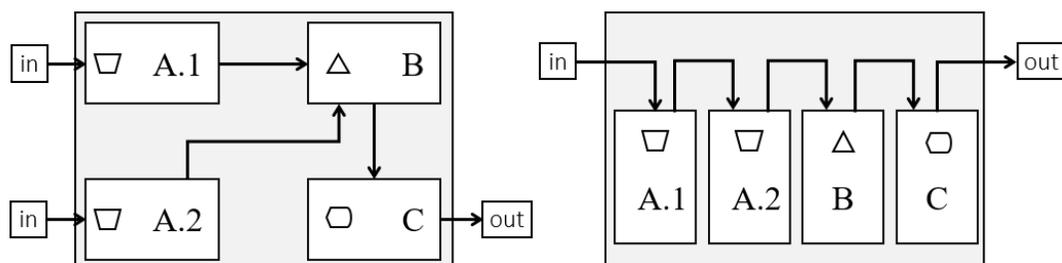
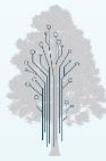


Abb. 1: Konfigurationsbeispiele mit flecsimo Fertigungszellen A1, A2, B und C innerhalb einer Area

Jedes *flecsimo*-Labor ist gemäß einem vierstufigen Produktionsmodell aufgebaut, wie es in (Molina & Bell 1999) vorgeschlagen wurde: die Fabrik (Site) bildet die oberste Ebene, auf der



planerische Prozesse ausgeführt werden, darunter können mehrere Produktionsbereiche (Areas) verwaltet werden, die für die Zuteilung von Fertigungsaufträgen zu den Fertigungszellen (Cells) zuständig sind. Die Fertigungszellen verwalten wiederum die darin betriebenen Arbeitsstationen, wobei für *flecsimo*-Labore derzeit genau eine Arbeitsstation je Zelle vorgesehen ist. Dies ist in Abb. zusammenfassend dargestellt.

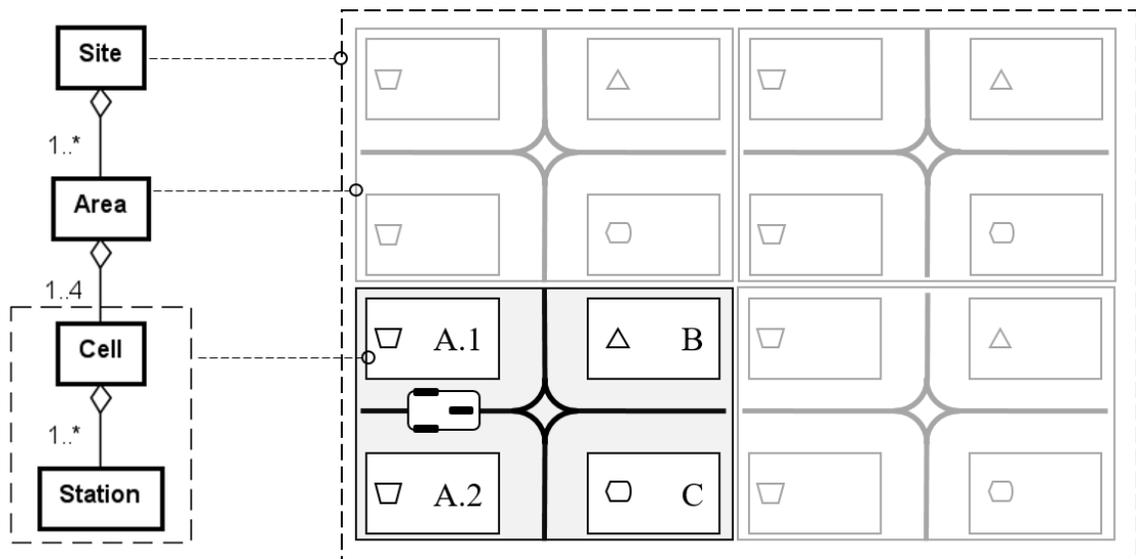
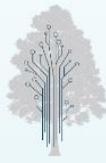


Abb. 2: Produktionsmodell (vgl. Molina & Bell 1999) und Einsatzbeispiel (rechts)

Eine *flecsimo* Site umfasst mindestens eine Area, kann aber um weitere Areas, Hochregallager oder weitere Modelle erweitert werden, sofern diese in das Produktionsmodell und die Anlagenkommunikation eingebunden werden.

Sind hiermit bereits einige Elemente in Bezug auf den Ansatz einer „inversen“ technisch-didaktischen Laborkonzeption genannt, so werden in

weitere Unterschiede zwischen der technischen Implementierung in der betrieblichen Praxis und der Umsetzung in einem *flecsimo*-Labor gegenübergestellt. Der Verzicht auf bestimmte Aspekte von Datenschutz (Security) und Anlagensicherheit (Safety) ergibt sich hierbei rein aus der Abwägung, dass diese Funktionen für den Betrieb eines *flecsimo*-Labors nicht unmittelbar notwendig sind (Reduktion von Komplexität). Es bedeutet keineswegs, dass diese Themen



unwichtig wären; vielmehr sollten diese in eigenständigen Formaten oder Modell-Konfigurationen behandelt werden.

Tab. 2: Vergleich der betrieblichen Situation mit dem *flecsimo* Modell

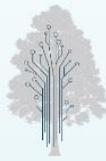
Komponente	In der betrieblichen Praxis	In einem <i>flecsimo</i> -Labor
Fördertechnik	Weitgehend automatisiert, z. B. als Automated Guided Vehicle	Manueller Transport mit Anbindung an die Informationslogistik der Anlage
Maschinen-Kommunikation	Abgesicherte Industrie-Protokolle (z. B. OPC/UA, AS-Interface)	Offenes MQTT Messaging mit JSON Nachrichten
Safety	Erforderlich (verhindert Gefährdung durch die laufende Maschine)	Nicht erforderlich – direkte Interaktion Mensch-Maschine ist möglich
Security	Erforderlich – macht aber die Prozessdaten schwerer lesbar	Nicht erforderlich – kann aber bei Bedarf hinzugefügt werden.
Vertikale Integration	Multi-Layer-Kopplung mit hoher Komplexität. Diverse kommerzielle verteilte Systeme sind beteiligt.	Komponenten sind über einheitliches Framework gekoppelt. Alle Bestandteile sind Open Source.
	Automatisierte Auftragsübergabe von Planungssystemen (z. B. ERP-Systeme über IDoc oder BAPI)	Manuelle Übernahme von Aufträgen. IDocs können als XML oder Excel-Export importiert werden.

3.2. Technische Umsetzung

Ein *flecsimo*-Labor besteht aus den folgenden Komponenten:

- dem *flecsimo* Softwareframework,
- einem MQTT Server (Eclipse Mosquitto, s. u.)
- mindestens einer Fertigungszelle,

sowie den erforderlichen Rechnern (Linux oder Windows-Betriebssystem), um die Software zu betreiben. Die meisten Komponenten können auch auf Kleinstrechnern wie einem Raspberry Pi 3 betrieben werden.



Das *flecsimo* Softwareframework wird vollständig in der Programmiersprache Python entwickelt und kann in Laufzeitumgebung der Version 3.7 oder höher eingesetzt werden. Es ist auf dem Python Packaging Index mit einer GNU General Public License frei verfügbar. Die spezifischen Softwarekomponenten eines *flecsimo*-Labors werden mittels dieses Frameworks erstellt und folgen einem Agent-Controller-Ansatz der in Abb. dargestellt ist. Die Agents übernehmen hauptsächlich die Kommunikation auf Ebene der Anlage, die Controller implementieren die operativen Prozesse, die Planung von Aufträgen, die Steuerung von Fertigungszellen, aber auch die Supervision von Laborabläufen. Zusätzlich kann ein im flask Web Framework entwickelter digitaler Zwilling verwendet werden, der über einen Webserver für die Studierenden bereitgestellt werden kann und die vollständige Softwaresimulation der Anlage ermöglicht.

Für die Anlagen-Kommunikation, Integration und Messwertübertragung wird das Message Queuing Telemetry Transport Protocol (MQTT) genutzt. Für eine einfache Visualisierung der Anlagen-Kommunikation kann der frei verfügbare MQTT-Explorer verwendet werden.

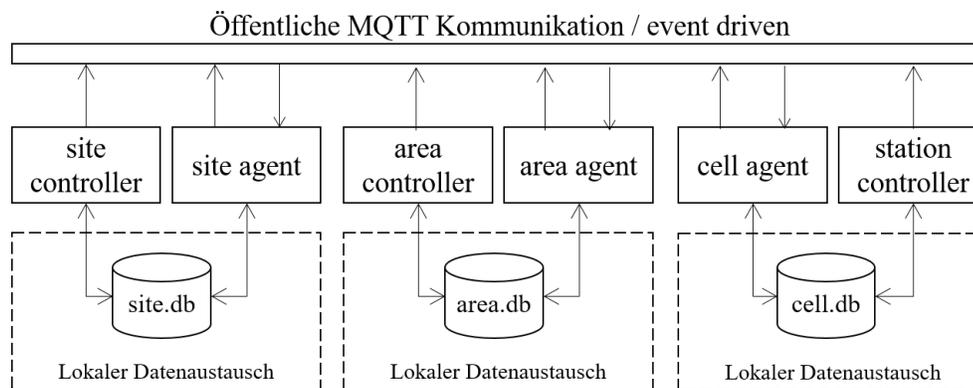
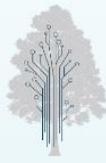


Abb. 3: Aktive *flecsimo* Komponenten

Derzeit sind drei Modell-Prototypen für Fertigungszellen fertiggestellt: eine Bohr- und Frässtation mit Werkzeugwechsel, eine Schweißstation mit individuellen Produktparametern und eine Montagezelle, die jeweils verschiedene experimentelle Fragestellungen unterstützen.



Die Modelle basieren auf Fischertechnik-Bauteilen und werden über einen TXT-Controller gesteuert. Ein Doppelboden nimmt die Pneumatik und Verkabelung auf und eine Kamera ermöglicht die Erkennung der Palettennummer über QR-Codes. Alle Modelle können für Vorführzwecke auch eigenständig betrieben werden. In Abb. wird dieses Konzept einem fertigen Modell gegenübergestellt.

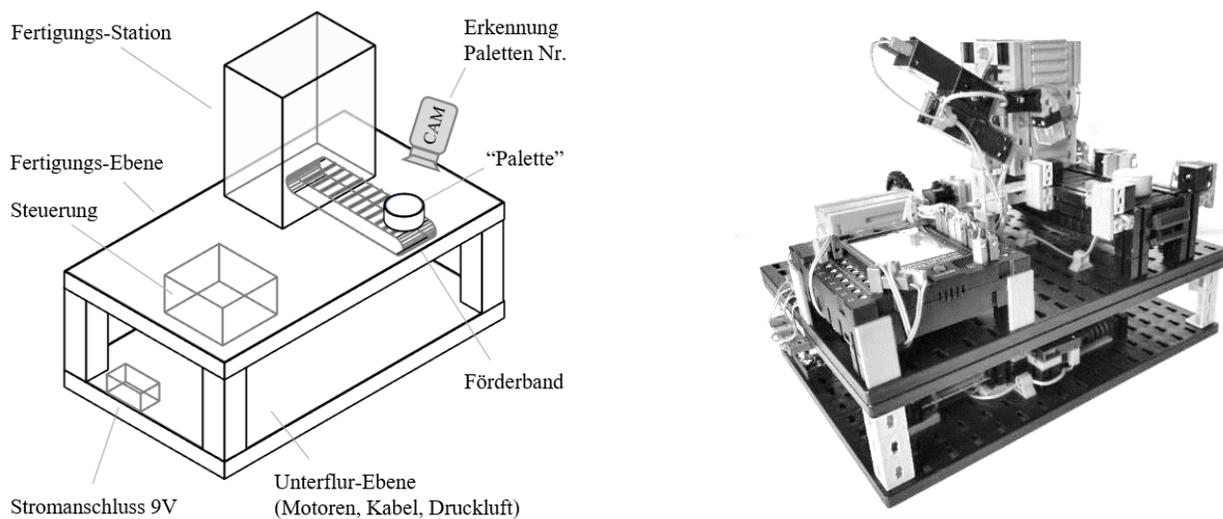
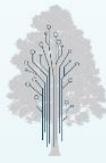


Abb. 4: Konzeption und Beispiel einer Fertigungszelle (als Fischertechnik-Modell)

3.3. Didaktische Anwendung

Das *flecsimo*-Modell ermöglicht durch seine Konzeption verschiedene Lehr-Lernformate:

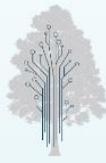
- „Experimentell vor Ort“: In Gruppen- oder Projektarbeiten bearbeiten je drei bis sechs Studierende Fallstudien oder „offene“ Fragestellungen und entwickeln daraus Lösungshypothesen, die sie vor Ort an der Anlage experimentell bestätigen oder falsifizieren. So können z. B. logistische Fragestellungen der Wege-, Lager- und Prozessoptimierung untersucht werden. Größere Gruppen arbeiten in Teams rollierend am physischen Modell, während die jeweils anderen Lern- oder Reflexionsphasen durchlaufen oder parallel am digitalen Zwilling der Anlage arbeiten.



- „Fach- und ortsübergreifend“: Die gesammelten Mess- und Betriebsdaten können zwischen Fachbereichen oder Hochschulen ausgetauscht werden. So können Problemstellungen aus der Betriebswirtschaft, aus der Informatik und Data-Science gemeinsam untersucht werden. Durch Einbindung einer Videoübertragung und Nutzung eines gemeinsamen MQTT-Servers sind auch standortübergreifende Laborformate möglich.
- „Off-Site und Online“: Video-Aufzeichnungen von Fallstudien und die Bereitstellung interaktiver Lernobjekte für das *flecsimo*-Modell können für ortsungebundene Lern- und Reflexionsphase eingesetzt werden. Die Videos stellen dabei den Realitätsbezug her, die Lernobjekte können eingesetzt werden, um wichtige Konzepte und Wissens Elemente zu wiederholen und eine Ergebnissicherung zu erreichen, während eine interaktive Erfahrung durch die Nutzung des digitalen Zwillinges der Anlage möglich ist.

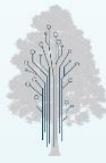
4. Zusammenfassung und Ausblick

Das *flecsimo*-Projekt ermöglicht neue Lehr- und Lernformate im Bereich betriebswirtschaftlicher Studiengänge, die den Theorie-Praxis-Bezug durch eine experimentelle Laborumgebung herstellen und damit dazu beitragen können, die Studierbarkeit zu verbessern. Aufgrund der durch die COVID-19 pandemiebedingten Einschränkungen waren bis jetzt allerdings keine praktischen Erprobungen des Labors in der Lehre möglich; eingehende Untersuchungen, inwieweit der spezifische experimentelle Ansatz die erhoffte bessere Vermittlung technischer Aspekte wirklich erbringt, sind also noch erforderlich. Es wäre hierbei auch interessant zu untersuchen, ob der in der Technikdidaktik diskutierte „mehrperspektivische Ansatz“ (Zinn 2018b, S. 66) die technische Perspektiverweiterung der Wirtschaftsdidaktik ergänzt oder auch zu einer teilweisen Konvergenz der Didaktik-Ansätze führt. Unabhängig davon ist deutlich geworden, dass eine hybride Ausrichtung von Laboren, die einen physischen Präsenz-Betrieb mit einem digitalen Zwilling vereinen, nicht nur die Einsatzfähigkeit in Ausnahmesituationen verbessert, sondern insgesamt mehr didaktische Möglichkeiten bereitstellt. Das *flecsimo*-Projekt steht somit – nicht nur in technischer Hinsicht – noch am Anfang seiner Entwicklung und soll in den nächsten Jahren weiter ausgebaut werden.

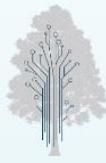


Literaturverzeichnis

- Ayadi, M., Affonso, R. C., Cheutet, V. & Haddar, M. (2015) „Info Sim: Prototyping an information system for Digital Factory management“, *Concurrent Engineering*, Vol. 23, No. 4, S. 355–364.
- Bauernhansl, T., Hompel, M. ten & Vogel-Heuser, B. (Hg.) (2014) *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration*, Wiesbaden, Springer Vieweg.
- Beyer, A. & Rathje, B. (2013) *Methodik für Wirtschaftswissenschaftler: Neue Lehr- und Prüfmethode für die Praxis*, München, Oldenbourg.
- Hoyt, G. M & McGoldrick, K. (Hg.) (2012) *International handbook on teaching and learning in economics* [Online], Cheltenham, U.K, Edward Elgar. Verfügbar unter <http://www.elgaronline.com/view/9781848449688.xml>.
- Küper, D., Sieben, C., Kuhlmann, K. & Ahmad, J. (2018) *Will Flexible-Cell Manufacturing Revolutionize Carmaking?* [Online]. Verfügbar unter <https://www.bcg.com/de-de/publications/2018/flexible-cell-manufacturing-revolutionize-carmaking> (Abgerufen am 5 Juli 2021).
- Molina, A. & Bell, R. (1999) „A manufacturing model representation of a flexible manufacturing facility“, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 213, No. 3, S. 225–246.
- Pawlewski, P., Hoffa-Dabrowska, P., Golinska-Dawson, P. & Werner-Lewandowska, K. (2019) *FlexSim in Academe: Teaching and Research*, Cham, Springer International Publishing.
- Pittich, D. (2018) „Technisches Lernen an Fachhochschulen und Universitäten“, in Zinn, B., Tenberg, R. & Pittich, D. (Hg.) *Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme* [Online], Franz Steiner Verlag, S. 279–299. Available at <https://elibrary.steiner-verlag.de/book/99.105010/9783515119429>.



- Schell, O., Schmid-Lutz, V., Schocke, K.-O., Stockrahm, V. & Zinovieva, J. (2017) *Industrie 4.0 mit SAP: Strategien und Anwendungsfälle für die moderne Fertigung*, Bonn, Rheinwerk Verlag GmbH.
- Wakai, H., Kado, S., Sakamoto, C. & Sata, T. (1986) „KOSMO — a Simulator for Flexible Manufacturing Systems“, *CIRP Annals*, Vol. 35, No. 1, S. 347–350.
- Weisbecker, A., Zaiser, H. & Wilke, J. (2018) „Das Phänomen Technik aus arbeitswissenschaftlicher Perspektive“, in Zinn, B., Tenberg, R. & Pittich, D. (Hg.) *Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme* [Online], Franz Steiner Verlag, S. 51–59. Available at <https://elibrary.steiner-verlag.de/book/99.105010/9783515119429>.
- Zinn, B. (2018a) „Das technische Experiment als ein zentrales methodisches Element in der technischen Bildung“, in Zinn, B., Tenberg, R. & Pittich, D. (Hg.) *Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme* [Online], Franz Steiner Verlag, S. 147–155. Available at <https://elibrary.steiner-verlag.de/book/99.105010/9783515119429>.
- Zinn, B. (2018b) „Technikdidaktik in der Allgemeinbildung“, in Zinn, B., Tenberg, R. & Pittich, D. (Hg.) *Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme* [Online], Franz Steiner Verlag, S. 63–69. Available at <https://elibrary.steiner-verlag.de/book/99.105010/9783515119429>.



Development and implementation of Industry 4.0 scenarios in a virtual and collaborative teaching environment

Heike Markus & Aditya Patole

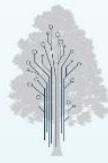
Hof University of Applied Sciences, Hof, Germany

Abstract: Digitalization and Industry 4.0 have led organizations to adopt technology-driven approaches in various business segments. Integrated environments in organizations mandate the requirement of having in-depth knowledge of process, data and technology integration. This is also a requirement for organizations to develop towards sustainability, as data-driven business models can help to reduce waste and increase efficiency. Hence, universities have to provide skills in Industry 4.0 and in developing integrated systems across companies. Furthermore, online learning methods are required to prepare students for distributed teams in global industries. Consequently, you need a holistic approach to teach integrated thinking and working in distributed teams at the same time. The problems addressed by this paper are how to teach complex and heterogeneous aspects of Industry 4.0 concepts and how to integrate data-driven business processes. The paper describes didactic solutions with reduced complexity in a fictitious company to understand interrelationships between business segments in end-to-end processes. A virtual teaching concept encourages the exchange between students in distributed teams. Empirical runs of the concept show that students develop own approaches, learn to estimate the complexity of integrated systems and develop practical skills to find suitable solutions in a value-adding network.

Keywords: Industry 4.0, collaborative teaching, virtual teaching, integrated thinking

1. Introduction

Industry 4.0 is about the integration of data and processes in connected organizations (BMW 2019). Internet of Things (IoT), Big Data and data analytics provide an opportunity to develop processes that have not been realizable up to now (Rüßmann et al. 2015). An example of the recent



developments is SAP that supports the trend towards Industry 4.0 with technical innovations for data storage, data exchange and data use (Fig. 1). Regarding data storage, SAP offers the in-memory database system SAP HANA, which enables fast data access. The vertical integration of SAP Plant Connectivity in combination with SAP Manufacturing Execution can exchange data between an ERP system and the shop floor level. An example of innovations towards data integration are SAP Fiori Apps that represent role-based applications with built-in analytical functions (Hochmuth et al. 2017). A successful implementation of those concepts in companies requires a tailored concept to achieve optimal use of the data. This is a main challenge for every company to adapt flexibly and dynamically to changing markets (Kaufmann 2015).



Fig. 1: How SAP supports data in Industry 4.0, based on Hochmuth et al. 2017

Limited resources, high costs of scaling, a lack of clarity about business value and a high number of use cases in Industry 4.0 leave a majority of companies stuck in pilot projects (McKinsey 2019). Therefore, it is of great importance that teaching concepts address this issue and provide students with the skills to implement projects in Industry 4.0 successfully (Fig. 2).

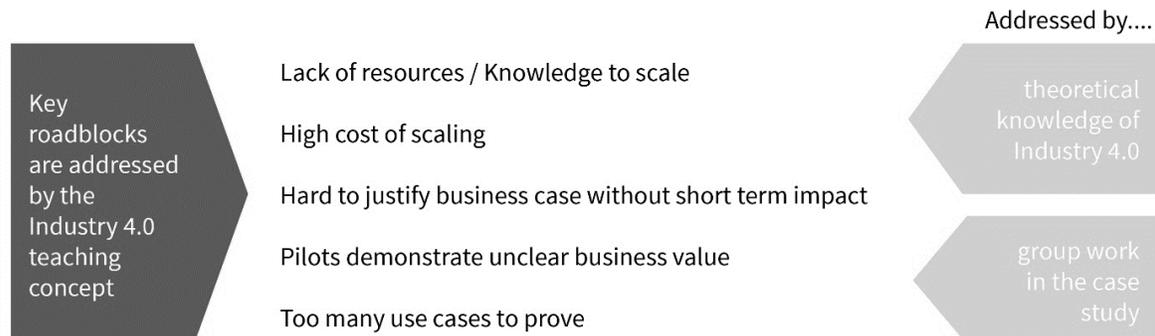
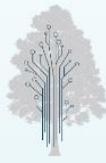
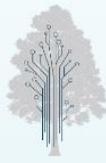


Fig. 2: Roadblocks that are addressed with the Industry 4.0 teaching concept, based on McKinsey 2019

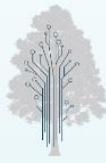
In addition to the challenges above, employees are working in distributed teams triggered through the pandemic in 2020 or an international context. In the same way, the education will develop towards flexible online learning within the next years (Bitkom 2020, Handke 2020). This development is not limited to educational institutes; companies also need online learning concepts as they meet the requirements of flexibility (Nielsen et al. 2020). In addition, data-driven approaches based on online learning platforms can improve learning quality, which supports the benefit of online learning (Njeru et al. 2017). To prepare their students for those challenges, universities have to create new didactic concepts to teach knowledge of process, data and technology integration across companies combined with authentic experiences and soft skills like teamwork and digital collaboration. Existing teaching concepts address parts of this knowledge but do not refer to the difficulties in developing integrated solutions (Gleason 2018, Klös 2021). One example is the Enterprise Resource Planning (ERP) teaching approach based on a fictitious company called Global Bike that explains the different components of SAP along end-to-end processes. There are case studies that use integrated processes to explain SAP modules and business process understanding at the same time (Drumm et al. 2019). ERPSim as another example is a simulation game that focuses on the teamwork factor and as a result, student engagement and team dynamics have positive effects on the learning outcome (Eder et al. 2019). However, due to the preconfigured processes in both approaches, students do not understand the difficulties regarding the creation of integrated processes. Another challenge is teaching the complexity of the Internet of Things (IoT). In this field, an example of a team-based approach with miniature models



of real-life systems can achieve positive effects (Silvis-Cividjian 2019). The mentioned concepts address important topics but cannot meet the requirements in companies that are developing towards distributed teams and online collaboration in combination with new technologies and a high level of process integration. The learning goal of the teaching concept in this paper is the understanding of the challenges to integrate processes, data and systems across organizations. It addresses Master's degree programs with an engineering background. Basic knowledge about the related subjects is required because the focus lies on integrated thinking in virtual environments. Working experience is helpful for the students as it increases the understanding of the difficulties in connecting data and processes between departments and across companies. The paper first describes the development of a virtual teaching concept with a focus on Industry 4.0. Then a case study based on a fictitious company called Muesli Company follows. The case study makes it possible to put the teaching concept into practice within study modules at university. Afterwards the explanation follows, why SAP can add value to Industry 4.0 solutions in the context of the case study. Finally, examples in procurement, production, sales and logistics show the practical use of the approach.

2. Virtual and collaborative teaching concept with a focus on Industry 4.0

The virtual and collaborative teaching concept describes didactic solutions with additional value compared to existing teaching concepts in the context of Industry 4.0. In a case study, students will learn about the difficulties to develop integrated concepts between teams with different backgrounds and have to find compromises to achieve the best solution for a value-adding network instead of their department. There is no sample solution for the case study and the students will make their own experiences based on their decisions as an important skill for future work (acatech 2016). Students will reflect theoretical input in four practical tasks and have to transfer their understanding to a virtual company. They work together in virtual groups and exchange knowledge and experiences as a way of collaborative learning (Wannemacher et al. 2016). In each task, the students develop ideas of data-driven process designs across companies. There are teams that represent different partners in a value-adding network and the ideas they develop have impacts on



each other. By the end of each task, the students present their results, discuss the requirements of other partners in the network and find compromises. The method increases the level of integration from one task to another (Fig. 3).

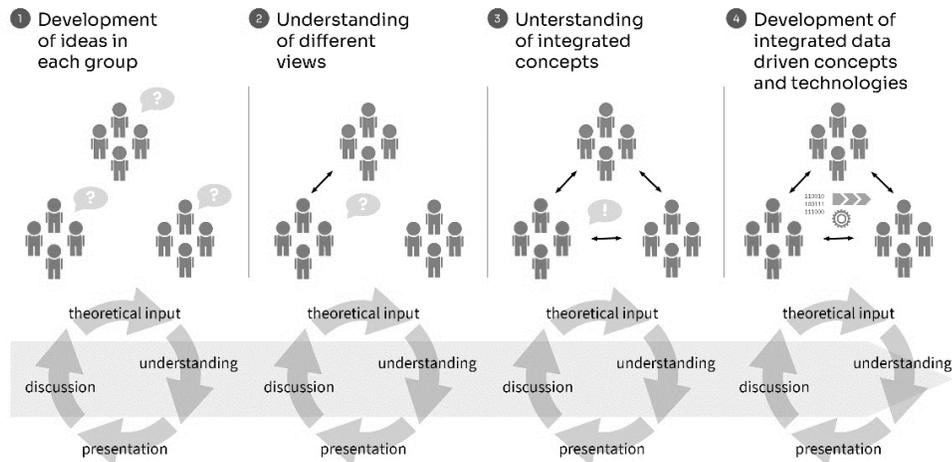


Fig. 3: Virtual and collaborative teaching concept (own illustration)

3. The case study as a practical component in the teaching concept

The case study uses a fictitious company called Muesli Company and makes it possible to put the virtual teaching concept into practice. The company's business model is to produce and distribute customized mueslis. Customers select muesli compositions in an online configurator and receive their individual product within a few days. To reduce complexity, the product choices are simple. The company has no knowledge about Industry 4.0, most process steps require manual work and are inefficient.

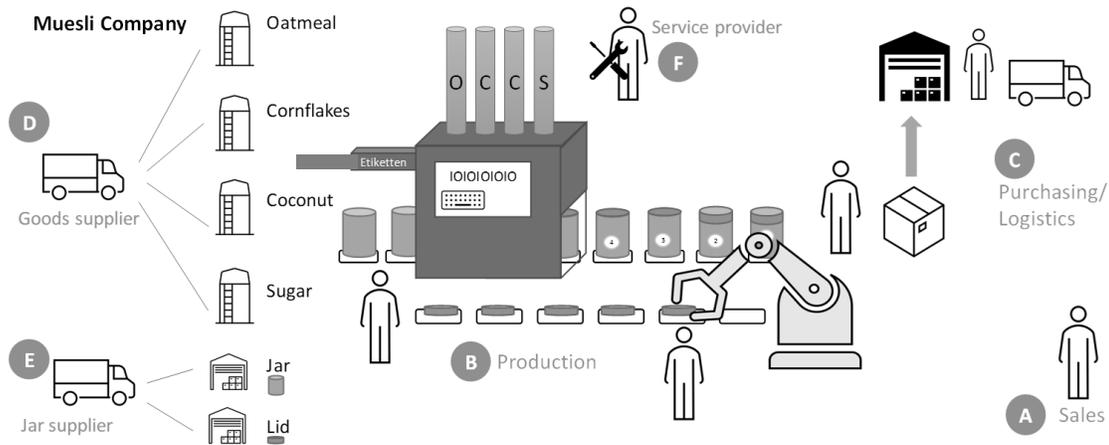
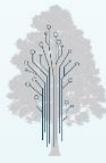
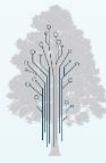


Fig. 4: Muesli Company case study (own illustration)

The case study contains descriptions of make-to-order, purchasing and maintenance processes. The production process consists of a filling step for the ingredients and a closing step for placing lids on the muesli jars. CSV-files with sample data for one typical month are also part of the case study. The processes and systems are not integrated. Six partners have to work together in fixed groups in the case study. Three groups are departments of the Muesli Company and the other groups are external partners of the company: sales, purchasing/ logistics, production, two suppliers and one service provider (Fig. 4). The students have the goal to develop the company and its partners towards an Industry 4.0 value-adding network. Each group aims to convince the other groups to support their approach to integrating business processes and IT systems. During the development of the projects, the groups define requirements for other partners and they receive requirements from them. For example, you need an integration between sales and production planning if you want to implement a real-time customer order confirmation based on the availability of production capacities. In the first task, the groups get familiar with the processes and data and develop ideas for improvements in terms of time, quality, costs and risks in the context of Industry 4.0. In a further outlook of the teaching concept, this task can also focus on sustainability aspects. Each group chooses one idea from task one and details it in the second task. Based on the actual situation in the company, the students think about necessary changes in terms of processes, data and technologies. The next step is to create a scenario to implement the previously defined project



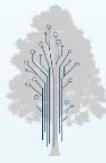
based on the process descriptions and sample data. Communication between the groups is important to develop harmonized data structures. The last task is to create a tailored concept for the implementation project. The groups explain the effects of the changes on the partners and the benefits for the value-adding network.

4. The role of SAP in the Muesli Company case study

The students are free to use any technology for their implementation concepts. Four empirical runs of the teaching concept in 2020 and 2021 show that the students develop different ideas of Industry 4.0 and that SAP plays an important role in the development of ideas. SAP provides new technologies and solutions for integrated and data-driven business processes as mentioned above. The benefits of standardized business processes in SAP are part of every run until now because real-time data access and intelligent data analysis in SAP S/4HANA® can significantly increase the efficiency and transparency of process execution. As mentioned above, tailored concepts are a main requirement for companies to develop data-driven business processes and the Muesli Company case study offers students the opportunity to create tailored concepts in a not too complex but sufficiently integrated environment.

5. Implementation scenarios for Industry 4.0 in the case study

The following parts of the paper explain different approaches that are possible in the Industry 4.0 teaching concept to develop the Muesli Company towards a modern data-driven company. The scenarios represent examples from the empirical runs of the teaching concept in the years 2020 and 2021. At the beginning of the course, the Muesli Company has mostly manual processes without system integration. As integration approaches include different technological and processual aspects, the students develop ideas that vary from one group to another.

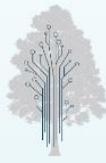


5.1. Implementation of Industry 4.0 with SAP in procurement and maintenance

This paragraph addresses the procurement and maintenance teams in the Muesli Company case study and describes possible scenarios for those groups. Talking about Industry 4.0, important components are sensors and actuators with low prices (Reinhart (ed.) 2017). In this particular example, sensors can recognize failures in the production equipment by measuring the temperature and vibration of the machine and transmit the signals to the SAP ERP system. In most cases, a direct connection between the IoT modules and sensors exists. An IoT platform serves as a data hub and acts as an intermediary between processing systems and the IoT hardware. In case of an equipment breakdown, the data transfer becomes useful for the maintenance team and the purchasing team. The maintenance team can act on the issue in real-time to avoid loss of time and productivity. It further enables the team to schedule predictive maintenance based on historical data. As far as the purchasing team is concerned, the failure of equipment triggers a purchase requisition if required. In a value-adding network, automated conversion of a purchase requisition to a purchase order enables fast transmission of a purchase order to the supplier. As the students focus on different hierarchy levels of the company, they face the complexity to integrate sensor data with new technologies and business processes from different perspectives and experience the challenge to coordinate the requirements.

5.2. Implementation of Industry 4.0 with SAP in Production

The following section describes a possible scenario for the production team in the Muesli Company. The muesli configurator is a web tool to select the muesli ingredients. In a modern approach, the web shop can exchange data with an SAP ERP system through Intermediate Document (IDoc) processing (Nagle 2012). The IDoc contains all relevant information about the order like product components and customer data. As soon as the data is available in the SAP system as a customer order, the production planning process can start. SAP will exchange data with the Manufacturing Execution System (MES) that is responsible for the filling level and provides jars and lids. SAP delivers all relevant information like order number, required components and quantities to the MES. After completion of the production order, the MES will send an order



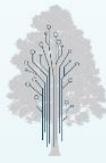
confirmation to SAP. In the moment when the finished product is available in stock, SAP will confirm the open customer order and the logistics processes will start. In an Industry 4.0 scenario, the Muesli Company can achieve a high level of efficiency with real-time processing of the described process steps.

5.3. Implementation of Industry 4.0 with SAP as a supplier

The supplier teams play an important role in the Muesli Company case study and the following scenario describes a possible approach in this context. Electronic Data Exchange (EDI) can support the information exchange between manufacturers and suppliers, either using traditional standards or innovative web solutions (Van de Putte 2003). Companies can achieve error-free sales order processing, demand planning and forecasting processes in SAP through EDI. You can avoid human errors in entering data for various materials, periods and figures. Developing a demand planning process is one possible approach for the students in the case study. They have to define which data they need and how they will exchange this data between manufacturer and suppliers. Therefore, they need to coordinate internal and external partners and a technical data understanding.

5.4. Implementation of Industry 4.0 with SAP in Logistics

The last paragraph describes a possible Industry 4.0 scenario for the logistics team in the Muesli Company. There is a need to improve material handling processes in the company to achieve faster deliveries. One possible approach in the case study is the implementation of Radio-frequency identification (RFID) technology because RFID tags on pallets, boxes and items simplify the material handling process. This technology enables tracking of material data and goods movements and an automated data storage in SAP (SAP Documentation). Antennas of a Real-time location system (RTLS) scan the active RFID tags from three different angles to identify the location of items. Hence, the technology provides a fast way to manage logistics processes (Jones 2019). The examples show that there are different possibilities to develop the Muesli Company towards Industry 4.0 and that a successful implementation of new technologies requires changes in business processes, data structures and IT systems.

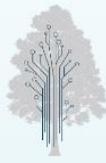


6. Conclusion

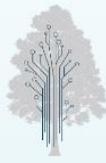
The paper addresses the need for universities to provide knowledge of process, data and technology integration to their students in the context of Industry 4.0. The challenges are correspondingly high in the context of a growing trend towards online learning. The virtual and collaborative teaching concept in this paper represents a holistic approach and combines integrated thinking, working in distributed teams and Industry 4.0. The Muesli Company case study puts the concept into practice and creates a collective understanding of integrated data processing with reduced complexity. The students develop their own approaches and learn to estimate the complexity of an idea that may look easy at the beginning. The examples in the paper demonstrate various possibilities of implementing Industry 4.0 concepts in the Muesli Company to develop it towards a more efficient and digital company. Students experience that Industry 4.0 and IoT in combination with SAP can help to increase efficiency with appropriate use of new technologies. Four empirical runs with international students in 2020 and 2021 have proven the benefits compared to existing teaching approaches. The experiences also show that the approach offers an equal opportunity for every individual to learn even at a local distance from a university. Continuous evaluation is a basis for the further development of the concept. Additionally, there will be a strong focus on sustainable industries based on Industry 4.0.

Bibliography

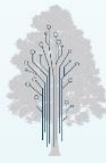
- acatec (2016): *Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen*. Retrieved from https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20110/Folder%20OE%20110/Kompetenzentwicklungsstudie_Industrie40.pdf on 09.08.2021.
- Bitkom (2020): *Weiterbildung 2025. Eine Studie von der Bitkom Akademie und HRpepper Management Consultants*. Berlin, Deutschland: Bitkom Akademie.



- BMW (2019): *Leitbild 2030 für Industrie 4.0*. Retrieved from https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Leitbild-2030-f%C3%BCr-Industrie-4.0.pdf?__blob=publicationFile&v=11 on 05.07.2021.
- Drumm, C. et al. (2019): *Einstieg in SAP ERP: Geschäftsprozesse, Komponenten, Zusammenhänge; erklärt am Beispielunternehmen Global Bike*. Bonn, Deutschland: Rheinwerk Verlag.
- Eder, L. B. et al. (2019): Developing a Framework to Understand Student Engagement, Team Dynamics, and Learning Outcomes Using ERPsim. In: *Journal of Information Systems Education*, 30(2), 127-140.
- Gleason, N. W. (2018): *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution*. Singapore, Singapore: Palgrave Macmillan.
- Handke, J. (2020): *Handbuch Hochschullehre digital*. Baden-Baden, Deutschland: Tectum.
- Hochmuth, C. A. et al. (2017): *Industry 4.0 - Is your ERP system ready for the digital era?*. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology/Deloitte_ERP_Industrie-4-0_Whitepaper.pdf on 07.07.2021.
- Jones, E. (2019): *Supply Chain Engineering and Logistics Handbook: Inventory and Production Control*. United Kingdom: CRC Press.
- Kaufmann, T. (2015): *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*. Wiesbaden, Deutschland: Springer Vieweg.
- Klös, H.-P. et al. (2021): Geschäftsmodelle und berufliche Bildung im digitalen Wandel. In: *IW-Policy Paper*, 9/2021. Köln, Deutschland: Institut der deutschen Wirtschaft (IW).
- McKinsey (2019): *Industry 4.0 - Capturing value at scale in discrete manufacturing*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/capturing-value-at-scale-in-discrete-manufacturing-with-industry-4-0> on 07.07.2021.
- Nagle, N. (2012): *IDoc Basics For Functional Consultants*. Retrieved from <https://blogs.sap.com/2012/12/31/idoc-basics-for-functional-consultants/> on 07.07.2021.
- Nielsen, N. C. et al. (2020): A transformation of the learning function: Why it should learn new ways. In: *IEEE International Conference on Applied System Innovation*, 2020, 515-518.



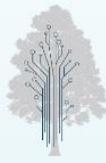
- Njeru, A. M. et al. (2017): *Using IoT technology to improve online education through data mining*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/318698141_Using_IoT_technology_to_improve_online_education_through_data_mining on 17.08.2021.
- Reinhart, G. (ed.) (2017): *Handbuch Industrie 4.0 – Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik*. München, Deutschland: Hanser.
- Rüßmann, M. et al. (2015): *Industry 4.0- The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Retrieved from https://www.bcg.com/de-de/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries on 05.07.2021
- SAP Documentation. Retrieved from https://help.sap.com/saphelp_ewm900/helpdata/en/15/b1b7a620e04c23ba2b543dcd0bcd0f/frameset.htm on 07.07.2021.
- Silvis-Cividjian, N. (2019): Teaching Internet of Things (IoT) Literacy: A Systems Engineering Approach. In: *IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)*, 2019, 50-61.
- Techzle (2020): *Industrial IoT – from the sensor to the ERP system*. Retrieved from <http://techzle.com/industrial-iot-from-the-sensor-to-the-erp-system> on 07.07.2021
- Van de Putte, G. (2003): *Implementing EDI Solutions*, IBM
- Wannemacher, K. et al. (2016): *Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich*. Arbeitspapier Nr. 15. Berlin, Deutschland: Hochschulforum Digitalisierung.



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

FUTURE OF WORK & LIFELONG LEARNING



Identifying and evaluating mentors' and mentees' expectations towards academic mentoring programs

Peter J. Mirski, Dietmar Kilian, Susann Kruschel & Arno Rottensteiner

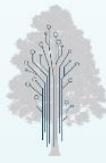
Department MCiT at MCI – The Entrepreneurial University, Innsbruck, Austria

Abstract: Mentoring in the academic context is one of the major tools in order to provide young talents with a head start on their individual career paths. Aligning mentors' and mentees' expectations builds the foundation for a sustainable and effective mentoring relationship. Therefore, this paper aims to evaluate which elements are important for an effective mentoring program according to mentors and mentees and what the level of consensus is regarding the expectations between the two perspectives. A dual-purpose questionnaire was used to address the abovementioned aim with a quantitative research approach.

Keywords: Career Mentoring, Expectation Management, Mentor and Mentee Relationship, Academic Mentoring Programs

1. Introduction

Mentoring programs in the business and the educational sector have grown in importance in recent years. The number of mentoring programs offered by universities is constantly growing across the globe. An academic education often includes the offering of mentoring programs to provide students with a head start into their career (Hamilton et al., 2019). Especially during the early career development stages mentorship can be crucial for mentees. Career preparation as well as positive changes in the areas of reflection, behaviour, motivation, relationship building and attitudes are potentially beneficial outcomes of well-designed mentoring programs and can pave the way to a successful career for graduates (Campbell et al., 2012; Eby et al., 2008; Ragins et al., 2000).



While the benefits of mentorship for mentees as well as mentors seem undeniable, its beneficial outcomes highly depend on the mutual expectations towards a mentoring program and the relationship between the two actors (Fagenson-Eland et al., 1997; Lee et al., 2006).

An effective mentor-mentee-relationship builds the foundation of successful mentoring (Hudson, 2013a). For such a relationships to form a safe, trusting and nurturing environment is paramount (Schäfer et al., 2015). In order to develop and sustain an effective mentoring relationship it is essential that the mentor's and the mentee's expectations are aligned over time. It is important to assess critical success factors as well as critical incidents that could hinder the formation of effective relationships to ensure the beneficial outcome of a mentoring program (Schunk & Mullen, 2013).

Heeneman and Grave (2019) developed a dual-purpose questionnaire to measure the level of alignment in expectations and perceptions of mentors and mentees in the context of health profession education.

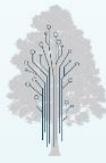
This study however, aims to answer the following research question in the context of a career focussed mentorship in academic settings:

Which elements are important for an effective mentoring program according to mentors and mentees and what is the level of consensus regarding the expectations between the two perspectives?

2. Methodology

2.1. Setting

In order to evaluate mentors' and mentees' expectations towards a potential mentoring program students, alumni as well as academic and business partners were asked to fill out the questionnaire. At the start of the questionnaire the participants were asked to choose between the role of a mentor or mentee and to answer the following questions from the chosen perspective.



2.2. Questionnaire design

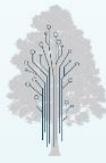
The questionnaire was based on a previous study performed by Heeneman and Grave (2019) at Maastricht University in the Netherlands to evaluate mentors' and mentees' perceptions and expectations towards a mentoring program in health profession education. In order to apply the questionnaire to this study's context, a slight adaption and enhancements with dimensions from the business perspective were necessary.

The initial questionnaire of Heeneman and Grave (2019) was based on different mentoring dimensions found in literature (Allen, 2008; Barnett, 1995; Bray & Nettleton, 2007; Buddeberg-Fischer & Herta, 2006; Driessen & Overeem, 2013; Fleming et al., 2013; Hudson, 2013b; Sambunjak et al., 2006; Schunk & Mullen, 2013) and an earlier performed study based on qualitative interviews (Heeneman & Grave, 2017).

To evaluate expectations, the participants were asked to assess 33 different critical incident statements that prevent the mentoring program from being effective, based on a 5-point Likert Scale (1 = strongly disagree; 5 = strongly agree). Each of the 33 critical incident statements can be associated to one of the five main categories defined by Heeneman and Grave (2019) and are illustrated in Tab.

Tab. 1: Mentoring Questionnaire Categories defined by Heeneman and Grave (2019)

Category	Description
C1	Mentor stimulation of reflection
C2	Mentor presence
C3	Mentor addressing personal issues
C4	Mentor stimulating conditions and perspectives for behavioural change
C5	Mentor addressing professional identity development



2.3. Data collection and sample description

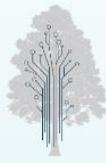
The questionnaire to evaluate mentors' and mentees' expectations was distributed among students of different study programs from the fields of Technology and Life Sciences as well as Management and Business, alumni of the study programs and business and academic partners which resulted in an overall sample size of 103 participants.

The participants were invited via E-Mail, internal learning platforms and social platforms to participate in the study and fill out the web-based questionnaire. In order to be included in the statistical analysis the participants had to fulfil the following criteria:

- The questionnaire has to be filled out completely
- The participant can be assigned to one of the abovementioned groups (student, alumni or business and academic partner)
- The participant takes one of the roles (mentor or mentee) at the beginning of the questionnaire

A set of demographical questions at the end of the questionnaire provides the opportunity to further describe the sample in a more detailed way.

The overall sample consists of 55 participants who chose the mentors' perspective and 48 participants who chose the mentees' perspective. In the further course of this paper the two groups are referred to as mentors and mentees. 47.3 % of mentors have already collected experiences in mentoring programs compared to 29.2 % of mentees. The average age of mentors is 35.51 years with a standard mean error of ± 1.506 . For mentees, the average age is 26.63 years with a standard mean error of ± 0.734 . The majority of mentors (49.1 %) holds a master's degree followed by doctorate (20 %) and bachelor's degree (20 %). The remaining mentors hold a high school diploma or did not provide details about their highest education. From the mentees' group 43.8 % hold a bachelor's degree while 33.3 %, hold a high school diploma. Master's degrees are held by 18.8 % followed by doctorate degrees, which are held by 4.2 %. The most represented countries of origin for both groups are Austria (57.3 %), Germany (19.4 %) and Italy (16.5 %).

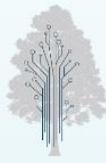


2.4. Statistical analysis

Each critical incident statement mentioned in the questionnaire can be associated to one of five different categories, each of them consisting of four to nine questions ($n_{C1} = 9$, $n_{C2} = 6$, $n_{C3} = 8$, $n_{C4} = 6$, $n_{C5} = 4$). In order to measure internal consistency of the related questions, the given answers were grouped into mentors' and mentees' perspective to calculate Cronbach's Alpha for each category. All categories with a Cronbach's Alpha above 0.5 can be evaluated as sufficiently reliable. In order to further explore the collected dataset, an overall average score per category, derived from the answers to the category related critical incident statements per participant, was calculated. After that the sample was split into the mentors' and mentees' group in order to calculate the average category score for each group. By subtracting the average mentees' category score from the average mentors' category score a delta value was calculated which provides information about the difference in expectations per category. This value is interpreted as the expectation gap. The higher the delta value, the bigger the expectation gap between the two groups. Furthermore, to substantiate and further evaluate the described expectation gap, correlations between the five categories were calculated and evaluated.

3. Results

As Cronbach's Alpha was above 0.5 for each category, the category related critical incident statements can be evaluated as reliable and consistent. Cronbach's Alpha for each category can be found in Tab.



Tab. 2: Cronbach's Alpha per category and group

Cronbach's Alpha		
C1	Mentor	0.625
	Mentee	0.728
C2	Mentor	0.644
	Mentee	0.702
C3	Mentor	0.638
	Mentee	0.634
C4	Mentor	0.630
	Mentee	0.649
C5	Mentor	0.587
	Mentee	0.557

The mentors achieved the following average scores and standard mean errors per category:

C1 = 4.15 (\pm 0.056), C2 = 4.18 (\pm 0.069), C3 = 4.06 (\pm 0.063), C4 = 4.22 (\pm 0.063) and

C5 = 4.39 (\pm 0.081). The highest scoring category is C5 “Mentor addressing professional identity development”. The lowest scoring category is C3 “Mentor addressing personal issues”.

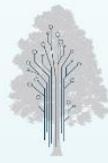
The mentees achieved the following average scores and standard mean errors per category:

C1 = 3.95 (\pm 0.071), C2 = 4.23 (\pm 0.075), C3 = 3.87 (\pm 0.064), C4 = 4.03 (\pm 0.072) and

C5 = 4.21 (\pm 0.069). The highest scoring category is C2 “Mentor presence”. The lowest scoring category is “Mentor addressing personal issues”.

The expectation gaps between the groups towards each category are C1 = 0.203, C2 = 0.041,

C3 = 0.189, C4 = 0.196 and C5 = 0.177. The biggest expectation gap between mentors and mentees can be found in C1 “Mentors stimulation of reflection”. Mentors assign greater importance to this



category than mentees. The greatest consensus in expectations of mentors and mentees can be found in category C2 “Mentor Presence”.

Performing a statistical correlation revealed a moderate to strong relation among the five categories with the strongest correlation between C1 and C3 on the mentors’ perspective with

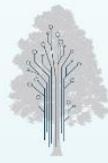
$r = 0.627$ and a significance of $p < 0.01$. On the mentees’ side the strongest correlation can be observed between C4 and C5 with $r = 0.598$ and a significance of $p < 0.01$.

4. Discussion

This study adapted and applied a dual-purpose questionnaire to evaluate the expectation gap between mentors and mentees. The expectations between mentors and mentees differ the most in C1 “Mentors stimulation of reflection”. The fact that mentors assign greater importance to this category than mentees can be associated to several different factors. One of the reasons for this outcome may be attributed to the already existing experience in mentoring programs on the mentors’ side. Having already participated in mentoring programs may have heightened the awareness about the importance of reflection in order to support personal and professional growth. Additionally, category C5 “Mentor addressing professional identity development” is the highest scoring category from the mentors’ perspective which points in a similar direction. Campbell et al. (2012) supports this outcome by stating that reflection is a crucial part of successful career development.

The highest level in consensus of the both perspectives was found in C2 “Mentor presence”. According to Hudson (2013a) aligned expectations on mentor presence are paramount for creating and maintaining a successful mentoring relationship. Furthermore, a good relationship and rapport should be established between the mentor and mentee for a mentoring program to be beneficial for both parties (Fagenson-Eland et al., 1997; Lee et al., 2006).

Although, overall the expectations of mentors and mentees deviate little from each other in the abovementioned categories, it is still highly important to align the two expectations by focussing



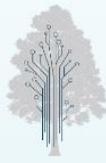
on even seemingly small differences to develop and sustain an effective mentoring relationship over time (Schunk & Mullen, 2013).

5. Limitations and Further Research

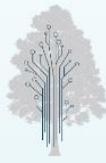
The selected sample can be mentioned as one of the limitations. Since the questionnaire was mainly distributed in central Europe, the sample of the study can be seen as limited geographically, culturally and by size. As a second step, it would be interesting to expand the sample and collect data in different regions such as Africa, Asia and Latin America. This would not only provide insights into different cultural backgrounds, but allow for an international comparison on mentoring expectations. To gain further insights into the causation of the discovered gap, a qualitative study, consisting of semi structured interviews, could enrich the existing analysis. Monitoring a group of mentors and mentees without previous mentoring experiences over the course of a mentoring cycle may reveal changes in expectations over time.

References

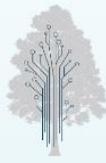
- Allen, T. D. (2008). Mentoring relationships from the perspective of the mentor. In *The handbook of mentoring at work: Theory, research, and practice* (pp. 123–148). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412976619.n5>
- Barnett, B. G. (1995). Developing reflection and expertise: Can mentors make the difference? *Journal of Educational Administration*, 33(5), 45–59. <https://doi.org/10.1108/09578239510098527>
- Bray, L., & Nettleton, P. (2007). Assessor or mentor? Role confusion in professional education. *Nurse Education Today*, 27(8), 848–855. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2006.11.006>
- Buddeberg-Fischer, B., & Herta, K.-D. (2006). Formal mentoring programmes for medical students and doctors--a review of the medline literature. *Medical Teacher*, 28(3), 248–257. <https://doi.org/10.1080/01421590500313043>



- Campbell, C. M., Smith, M., Dugan, J. P., & Komives, S. R. (2012). Mentors and college student leadership outcomes: The importance of position and process. *The Review of Higher Education*, 35(4), 595–625. <https://doi.org/10.1353/rhe.2012.0037>
- Driessen, E., & Overeem, K. (2013). Mentoring. In K. Walsh (Ed.), *Oxford textbook of medical education* (pp. 265–274). Oxford University Press.
- Eby, L. T., Allen, T. D., Evans, S. C., Ng, T., & Dubois, D. (2008). Does mentoring matter? A multidisciplinary meta-analysis comparing mentored and non-mentored individuals. *Journal of Vocational Behavior*, 72(2), 254–267. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2007.04.005>
- Fagenson-Eland, E. A., Marks, M. A., & Amendola, K. L. (1997). Perceptions of mentoring relationships. *Journal of Vocational Behavior*, 51(1), 29–42. <https://doi.org/10.1006/jvbe.1997.1592>
- Fleming, M., House, S., Hanson, V. S., Yu, L., Garbutt, J., McGee, R., Kroenke, K., Abedin, Z., & Rubio, D. M. (2013). The mentoring competency assessment: Validation of a new instrument to evaluate skills of research mentors. *Academic Medicine: Journal of the Association of American Medical Colleges*, 88(7), 1002–1008. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318295e298>
- Hamilton, L. K., Boman, J., Rubin, H., & Sahota, B. K. (2019). Examining the impact of a university mentorship program on student outcomes. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education*, 8(1), 19–36. <https://doi.org/10.1108/IJMCE-02-2018-0013>
- Heeneman, S., & Grave, W. de (2017). Tensions in mentoring medical students toward self-directed and reflective learning in a longitudinal portfolio-based mentoring system - an activity theory analysis. *Medical Teacher*, 39(4), 368–376. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2017.1286308>
- Heeneman, S., & Grave, W. de (2019). Development and initial validation of a dual-purpose questionnaire capturing mentors' and mentees' perceptions and expectations of the mentoring process. *BMC Medical Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1574-2>



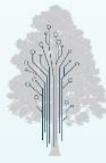
- Hudson, P. (2013a). Developing and sustaining successful mentoring relationships. *Journal of Relationships Research*, 4. <https://doi.org/10.1017/jrr.2013.1>
- Hudson, P. (2013b). Mentoring as professional development: 'growth for both' mentor and mentee. *Professional Development in Education*, 39(5), 771–783. <https://doi.org/10.1080/19415257.2012.749415>
- Lee, J. M., Anzai, Y., & Langlotz, C. P. (2006). Mentoring the mentors: Aligning mentor and mentee expectations. *Academic Radiology*, 13(5), 556–561. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2006.01.050>
- Ragins, B. R., Cotton, J. L., & Miller, J. S. (2000). Marginal mentoring: The effects of type of mentor, quality of relationship, and program design on work and career attitudes. *Academy of Management Journal*, 43(6), 1177–1194. <https://doi.org/10.5465/1556344>
- Sambunjak, D., Straus, S. E., & Marusić, A. (2006). Mentoring in academic medicine: A systematic review. *JAMA*, 296(9), 1103–1115. <https://doi.org/10.1001/jama.296.9.1103>
- Schäfer, M., Pander, T., Pinilla, S., Fischer, M. R., Borch, P. von der, & Dimitriadis, K. (2015). The Munich-evaluation-of-mentoring-questionnaire (memeq)--a novel instrument for evaluating protégés' satisfaction with mentoring relationships in medical education. *BMC Medical Education*, 15, 201. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0469-0>
- Schunk, D. H., & Mullen, C. A. (2013). Toward a conceptual model of mentoring research: Integration with self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 25(3), 361–389. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9233-3>



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

EMERGING TECHNOLOGIES



An Overview of Explainable Predictive Process Monitoring

Clemens Drieschner, Sami Ibishi, Omar Shouman, Holger Wittges & Helmut Krcmar

Technical University of Munich, Munich, Germany

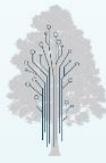
Abstract: Predictive process monitoring has been an active field of research in the Business Process Management communities. It shall help to mark a running process as critical before the process violates specific conditions or policies. Predictive process monitoring can estimate the remaining time, predict the next event, or detect anomalies. With this research, we grant a basic overview of predictive process monitoring by providing basic ideas and showing different approaches. Furthermore, we focus on the explainability of these approaches. Our research can be used as a starting point for researchers and practitioners who are interested in this field and want to get a rough overview.

Keywords: Predictive Process Monitoring, Machine Learning, Explainability

1. Introduction

Predictive process monitoring (PPM), a subfield of Business Process Management (BPM) and Process Mining (PM), is an active research area (Márquez-Chamorro et al. 2018). The basic idea of PPM is to quantify Key-Performance-Indicator (KPI), or relevant process features in advance (Di Francescomarino et al. 2018). In other words, an ongoing process can be identified as critical or non-optimal before it violates quality thresholds. This in turn allows the user to adjust those deviating processes such that the errors do not occur at all. PPM can be utilized in various forms. It can detect deviating processes as anomalies, or determine all remaining events until the process completes. Furthermore, it can estimate the remaining time of one particular event or the remaining time of the entire process. Those are just a few examples of how PPM can be used.

In recent years, the predominant machine algorithms used for PPM are coming from the field of deep learning. The results are sufficient since they outperform classical machine learning in almost



all aspects. There is only one big issue remaining. In addition to all the beneficial aspects of using deep learning for PPM, the lack of explainability deters industrial users from using these techniques (Adadi and Berrada 2018; Márquez-Chamorro et al. 2018).

The recent trend in academia towards explainable PPM methods is an opportunity for the industry (Galanti et al. 2020; Pauwels and Calders 2020; Rizzi et al. 2020; Sindhgatta et al. 2020). The objective of this paper is to give an overview of PPM approaches. We have formulated the following RQ: Which machine learning method is explainable and sufficient for which predictive process monitoring task?

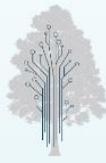
This paper is structured as follows: First, we present related work. By analyzing several studies, we will extract characteristics of machine learning techniques. Furthermore, we will investigate the current usage of those techniques for PPM. Finally, we conclude our research.

2. Related Work

PPM involves various prediction problems. Each prediction problem needs to be formulated as a standard machine learning problem, identifying inputs and outputs. This step is crucial in applied machine learning in order to map the business problem to a commonly known machine learning setup and select suitable models for the task at hand. After modeling a business problem with machine learning, business stakeholders are usually interested to understand how the model's decision-making functions. This is where the interpretability and explainability of machine learning models come into play. In this section, we summarize the types of prediction problems in PPM, map them to the corresponding machine learning tasks, and briefly introduce explainability and interpretability in the context of machine learning for PPM.

2.1. Machine Learning

Machine learning (ML) is built on statistical algorithms and methods. It is a subcategory of artificial intelligence that seeks to make human-like (intelligent) decisions without hand-written rules (Goodfellow et al. 2016). It does so by learning underlying patterns in the data. In order to achieve



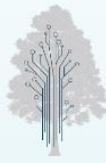
significant results, one needs to use an extensive dataset that fully resamples the underlying distribution. ML is usually divided into distinct learning types; supervised, semi-supervised, unsupervised, and reinforcement learning (Bishop 2006; Goodfellow et al. 2016; Witten et al. 2011). The focus of this paper is on supervised learning techniques since the historical dataset (event log) provides a large amount of labeled training data. Supervised learning problems are generally categorized based on the type of the outcome into classification and regression, where the outcome is categorical and numerical, respectively (Witten et al. 2011).

Deep learning is a subcategory of ML that leverages neural networks, other methods are usually denoted as classical ML models. Classical ML models are different from deep learning in the fact that they depend on feature engineering. To boost performance or even make them work properly, one needs to preprocess the data manually to retain high-level feature information (LeCun et al. 2015; Witten et al. 2011). In the case of deep learning, this step is integrated into the model architecture. Neural networks learn the high-level features automatically (Goodfellow et al. 2016). The most common approaches in classical ML are Logistic Regression (Hosmer et al. 2013), Random Forests (Breiman 2001), Support Vector Machines (Cortes and Vapnik 1995), and Bayesian Networks (Ben-Gal 2007). In deep learning, one can use feedforward Deep Neural Networks (DNNs), Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Networks (RNN) (Rumelhart et al. 1988), Long Short-Term Memory networks (LSTM) (Hochreiter and Schmidhuber 1997), or more advanced architectures like Generative Adversarial Networks (GANs) (Goodfellow et al. 2014) and Transformer Neural Networks (Vaswani et al. 2017).

2.2. Types of Prediction

PPM predictions tasks can be categorized based on the type of outcome. There are three different types of predictions: numerical, categorical, and sequence predictions.

Numeric Predictions: This problem formulation aims to predict a continuous numeric value. While several numerical outcomes can be predicted, prediction of the remaining time and the process cost are two common outcomes of interest. The remaining time can be defined as the time until the next event is finished, until the next n-events are finished, or until the whole process is



completed. Cost predictions estimate how much one specific event/activity or how much the entire process will cost. The process cost can incorporate a variety of expenses; the manual labor cost, the material cost, or a combination of both.

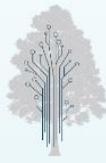
Categorical Predictions: PPM algorithms of this type focus on predicting a categorical outcome. A common example is the detection of anomalies in a running or a complete process, where the outcome is binary, whether the event is anomalous or not. Another problem formulation is the On-Time delivery prediction which is relevant to the Order-to-Cash process. The aim is to predict whether a delivery process will be completed in a particular timeframe or not. This approach is an easier alternative to predicting the remaining time as a numerical outcome.

Sequences Predictions: The setup of this prediction is to use the available historical sequence of events to estimate what the future series will be. This is a more complex prediction task relative to the aforementioned types because of the large space of inputs and outputs. Simple approaches include only the most recent event as an input to the prediction model, while more complex ones additionally include a series of past events. For the outcome of the prediction, different formulations also exist, including predicting the next event, the next n-events, or all the remaining events. Predicting all remaining events is also referred to as suffix prediction.

2.3. Explainability and Interpretability

As defined by Miller (2019) “Interpretability is the degree to which a human can understand the cause of a decision”. If an ML model is interpretable, it should be relatively easy for someone to comprehend why it makes certain decisions or predictions. Both terms interpretable and explainable are often used interchangeably (Molnar 2021). Explainability is essential to business and industrial applications since users can prefer a model over the other given that it is more explainable (Adadi and Berrada 2018; Márquez-Chamorro et al. 2018).

Deep learning models are inherently not interpretable, which is why they are referred to as black boxes. Because of their profoundly complex design, humans cannot comprehend the underlying mechanism after the model is trained. On the other hand, many classical ML models are inherently interpretable. This means that the algorithm provides sufficient reasoning allowing the user to



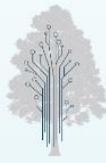
understand why the algorithm made a certain prediction. A very intuitive example is a decision tree, where predictions depend on specific rules applied to model inputs. Every prediction of a new data point can be understood by traversing the path from the root node to the leaf node, following the rules developed while training the model (Moreira et al. 2021).

Such a kind of explanation techniques is called ante-hoc explainer because they it is include in the model itself. A second group of explanation techniques are the post-hoc explainers. Thereby, the explanation will be created after the machine learning model is built in a separate model. Two often-used post-hoc techniques are Local Interpretable Model-Agnostic Explanations (LIME) and SHapley Additive exPlanations (SHAP) (Adadi and Berrada 2018). LIME can be used to justify an individual prediction for numerical, text, and visual input features. It focuses on a set of very close (local) observations around the input used to generate that prediction (Ribeiro et al. 2016). SHAP is similar to LIME a local explainer that provide an explanation for singular predictions. The approach is based on the game theory concept "Shapley Values" that can compute the average marginal contribution of all contributors to a particular outcome (Lundberg et al. 2018).

3. Overview of Approaches for Predictive Process Monitoring

This chapter aims to present a broad overview of existing ML approaches regarding PPM. The most important restriction for the investigated approaches is that the models do not incorporate an explicit process model for their predictions. Those kinds of PPM methods are also described as non-process aware (Márquez-Chamorro et al. 2018). The idea is that the model itself is as agnostic as possible. Thus, it should be trivial to use a pre-trained model for similar processes without the need to derive the explicit process model.

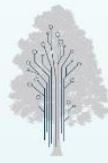
For creating an overview, we have used existing systematic literature reviews. Those surveys tackled the different domains of ML and various types of PPM. They also used individual constraints, like process awareness, to narrow down the list of approaches and provide a good overview. Following surveys were our basis for finding relevant approaches: (Di Francescomarino et al. 2018; Harane and Rathi 2020; Márquez-Chamorro et al. 2018; Neu et al. 2021; Teinmaa et al. 2019; Verenich et al. 2019).



Since there are over 160 papers collectively listed in those surveys, it was essential to truncate the list to focus on a handful of papers. As already stated previously, the approaches should not utilize process awareness. Furthermore, the models should achieve acceptable performance on a qualitative scale. The input data is also limited to the activity, the event time, and the attributes. To further reduce the number of papers, approaches were filtered out that incorporated more complex encodings than the one-hot encoding. The reason for this decision was that those techniques typically only improve the performance but do not change the topology of the used algorithm or its explainability. Besides all those criteria, the most important one was always the explainability. The thought was that only ML algorithms that are inherently interpretable or ML algorithms that can be explained via post-hoc explainer should be further considered. A criterion more related to the implementation itself was that the paper is also linked to an existing GitHub repository. That helps to realize an approach since the implementation typically raises its issues. To overcome them more easily, it is suitable to understand how the publisher of the papers tackled those issues. The final set of papers is stated in Tab. . We will describe our findings from those approaches in the next chapters.

Tab. 1: Comparison of predictive monitoring algorithms

Main Paper	Model	Input Data			Prediction Types			Explainab.
		Activity	Timestamp	Attributes	Numerical	Categorical	Sequence	
(Grigori et al. 2001)	DT	X	X	X		X		In-Model
(Pauwels and Calders 2020)	DBN	X		X			X	In-Model
(Pauwels and Calders 2019)	eDBN	X		X		X		In-Model
(Pasquadibisceglie et al. 2019)	CNN	X	X				X	No
(Pasquadibisceglie et al. 2020)	CNN	X	X	X		X		No
(Evermann et al. 2017)	LSTM	X	X		X			No
(Tax et al. 2017)	LSTM	X	X		X		X	No
(Lin et al. 2019)	LSTM	X	X	X	X		X	No
(Galanti et al. 2020)	LSTM	X	X		X		X	Post-Hoc
(Sindhgatta et al. 2020)	BiLSTM	X	X	X	X		X	In-Model
(Taymouri et al. 2020)	GAN	X	X	X	X		X	No
(Khan et al. 2018)	MANN	X	X	X			X	No
(Harl et al. 2020)	CGNN	X	X			X		In-Model



3.1. Bayesian Networks

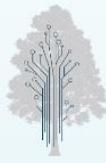
One of the most novel approaches in recent years was proposed by Pauwels and Calders (2020). Their overall goal was to detect process instances that deviated from verified paths. The approach itself was to predict the next event in advance using Dynamic Bayesian Networks (DBN). The algorithm, in general, uses the existing and complete process data from the event log to model the conditional dependencies between the attributes and the activities. After training the model, one could derive a "Conditional Probability Table", which can be seen as a transition table from the current event to the next event.

The concept is very intuitive and comprehensible, which is beneficial regarding trustworthiness when used in the industry. The explanation of the prediction itself can be derived from the transition probabilities or, to be more accurate, the conditional dependency. Another advantage is the training time compared to LSTM models. Bayesian networks require not more than a minute, while training LSTMs can take many hours. As a disadvantage, Bayesian networks need to be remodeled at least once a new combination of attributes and activities appears that was not observed previously. But also, every time a case is completed as every new information can change the probability distribution that was previously analyzed. This is why the time advantage is less critical in this case. Another significant disadvantage is the missing concept on how to handle unseen combinations of attributes and activities. The authors proposed one could marginalize the attributes to resolve the conditional dependency. But this is not a general solution for this issue.

DBN predicts the next event, and it can be used to predict the suffix of the running case. The authors compared their model accuracy with LSTM models and achieved similar results. This indicates a reasonable tradeoff such that one should consider using DBN instead of black-box models (LSTMs) (Pauwels and Calders 2020).

3.2. Long Short-Term Memory

One of the first papers that utilized LSTMs was published by Evermann et al. (2017). Many more approaches utilizing the same concept were published in the following years. Most of those approaches are very similar. They usually vary in their architecture, using more or fewer layers,

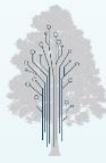


rearranging their input/output structure (e.g., many-to-one, many-to-many), and formulating the LSTM model as a classification or regression task. Classification tasks typically are used for sequential prediction like the next event or suffix prediction. The same concept can also be used to predict categorical information like the process outcome or process anomalies. The regression tasks are used when one wants to predict the event-time of the next event or any specific future event. It can also be used to estimate the duration until the running case is completed. Some approaches even combine both predictions tasks. Where the model predicts the next event and its remaining time at the same time (Tax et al. 2017).

In the paper Galanti et al. (2020), the authors presented a framework that utilized Shapley Values from the game theory to generate post-hoc explanations for process predictions. This approach is derived from the original SHAP paper of Lundberg et al. (2018). The authors used an LSTM model as their black-box model. The target predictions of their model are the remaining time, cost prediction (numerical prediction), and activity occurrence (categorical prediction).

3.3. Bidirectional LSTM + Attention

Another more complex architecture based on LSTMs was proposed by Sindhgatta et al. (2020). Their approach tries to transform the Bi-LSTM, presented by Schuster and Paliwal (1997), model from its black-box form into an interpretable model by utilizing the concept of attention layers. Compared to the explanation approach LSTM + SHAP, which generates an additional model to provide insights into the prediction model, this approach wants to incorporate the explanation part into the network architecture itself. Their fundamental prediction approach uses the activity, the attributes, and the timestamp as its input for every event. The embedding layer transforms all categorical features into binary features before the input vector is forward to the bidirectional LSTMs.



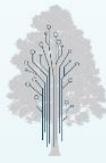
4. Conclusion

A variety of machine learning models can be used for the different use-cases in PPM. We reviewed the most common methods from both classical machine learning as well as deep learning. We also explored the explainability of the discussed models. From a machine learning perspective, we would want to find a model that generalizes well on unseen data, achieving a relatively high prediction performance. From the perspective of the PPM domain, we would require a model that can predict multiple targets of interest and handle the different prediction problem formulations. Additionally, we would strive for a higher level of explainability. Since no machine algorithm can completely satisfy all such criteria, a trade-off has to be made based on understanding both the capabilities of the different algorithms and the user's priorities.

The Dynamic Bayesian Network from Pauwels and Calders (2020) is an auspicious method that satisfies most of the criteria mentioned above. It has comparable performance to the current LSTM implementations regarding the next event prediction. At the same time, it is maintaining intuitive interpretability regarding its global decision-making. However, the significant disadvantage of DBN is its limitation regarding prediction targets. It can only predict the categorical features of the next event, including the activity and attributes, but it cannot predict continuous values like event time.

Since LSTMs are performant deep learning models for sequential data, Galanti et al. (2020) combined an LSTM model with the post-hoc explainer SHAP to utilize the high performance of deep learning and provide a possibility to explain the predictions. Besides its relatively high performance, LSTMs allow predicting all targets; numerical, categorical, and sequential. It can be adjusted to predict them separately or all together in one model. The downside of LSTM-based methods is their need for large datasets and long training time. Although SHAP provides the possibility for interpretation, it has disadvantages related to providing misleading results or requiring some extra effort to explain the predictions.

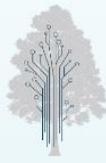
An alternative concept was proposed by Sindhgatta et al. (2020), where they extended a single LSTM to a bidirectional LSTM and incorporated attention layers that compute attention-weights



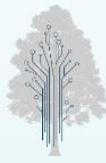
for each input. Their primary motivation was to replace the post-hoc explainer (e.g. SHAP) with a built-in explanation that transforms the black-box model into an interpretable one. Their approach was to use the trained attention-weights to explain the importance of the inputs features and subsequently the final model predictions.

References

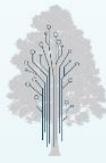
- Adadi, A., and Berrada, M. 2018. "Peeking inside the Black-Box: A Survey on Explainable Artificial Intelligence (Xai)," *IEEE Access* (6), pp. 52138-52160.
- Ben-Gal, I. 2007. "Bayesian Networks," in *Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability*.
- Bishop, C. 2006. *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer-Verlag.
- Breiman, L. 2001. "Random Forests," *Machine Learning* (45:1), pp. 5-32.
- Cortes, C., and Vapnik, V. 1995. "Support-Vector Networks," *Machine Learning* (20:3), pp. 273-297.
- Di Francescomarino, C., Ghidini, C., Maggi, F. M., and Milani, F. 2018. "Predictive Process Monitoring Methods: Which One Suits Me Best?," Cham: Springer International Publishing, pp. 462-479.
- Evermann, J., Rehse, J.-R., and Fettke, P. 2017. "A Deep Learning Approach for Predicting Process Behaviour at Runtime," Cham: Springer International Publishing, pp. 327-338.
- Galanti, R., Coma-Puig, B., Leoni, M. d., Carmona, J., and Navarin, N. 2020. "Explainable Predictive Process Monitoring," 2020 2nd International Conference on Process Mining (ICPM), pp. 1-8.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A. 2016. *Deep Learning*. MIT Press.
- Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., and Bengio, Y. 2014. "Generative Adversarial Nets," in: 28th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2014). Montréal, Canada.



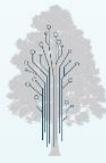
- Grigori, D., Casati, F., Dayal, U., and Shan, M.-C. 2001. "Improving Business Process Quality through Exception Understanding, Prediction, and Prevention," in: Proceedings of the 27th International Conference on Very Large Data Bases. Morgan Kaufmann Publishers Inc., pp. 159–168.
- Harane, N., and Rathi, S. 2020. "Comprehensive Survey on Deep Learning Approaches in Predictive Business Process Monitoring," in Modern Approaches in Machine Learning and Cognitive Science: A Walkthrough: Latest Trends in Ai, V.K. Gunjan, J.M. Zurada, B. Raman and G.R. Gangadharan (eds.). Cham: Springer International Publishing, pp. 115-128.
- Harl, M., Weinzierl, S., Stierle, M., and Matzner, M. 2020. "Explainable Predictive Business Process Monitoring Using Gated Graph Neural Networks," *Journal of Decision Systems*, pp. 1-16.
- Hochreiter, S., and Schmidhuber, J. 1997. "Long Short-Term Memory," *Neural Computation* (9:8), pp. 1735-1780.
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., and Sturdivant, R. X. 2013. *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons, Inc.
- Khan, A., Le, H., Do, K., Tran, T., Ghose, A., Dam, H., and Sindhgatta, R. 2018. "Memory-Augmented Neural Networks for Predictive Process Analytics."
- LeCun, Y., Bengio, Y., and Hinton, G. 2015. "Deep Learning," *Nature* (521:7553), pp. 436-444.
- Lin, L., Wen, L., and Wang, J. 2019. "Mm-Pred: A Deep Predictive Model for Multi-Attribute Event Sequence," 2019 SIAM International Conference on Data Mining (SDM), pp. 118-126.
- Lundberg, S. M., Nair, B., Vavilala, M. S., Horibe, M., Eisses, M. J., Adams, T., Liston, D. E., Low, D. K.-W., Newman, S.-F., Kim, J., and Lee, S.-I. 2018. "Explainable Machine-Learning Predictions for the Prevention of Hypoxaemia During Surgery," *Nature Biomedical Engineering* (2:10), pp. 749-760.
- Márquez-Chamorro, A. E., Resinas, M., and Ruiz-Cortés, A. 2018. "Predictive Monitoring of Business Processes: A Survey," *IEEE Transactions on Services Computing* (11:6), pp. 962-977.



- Miller, T. 2019. "Explanation in Artificial Intelligence: Insights from the Social Sciences," *Artificial Intelligence* (267), pp. 1-38.
- Molnar, C. 2021. *Interpretable Machine Learning - a Guide for Making Black Box Models Explainable*.
- Moreira, C., Chou, Y.-L., Velmurugan, M., Ouyang, C., Sindhgatta, R., and Bruza, P. 2021. "Linda-Bn: An Interpretable Probabilistic Approach for Demystifying Black-Box Predictive Models," *Decision Support Systems*, p. 113561.
- Neu, D. A., Lahann, J., and Fettke, P. 2021. "A Systematic Literature Review on State-of-the-Art Deep Learning Methods for Process Prediction," *Artificial Intelligence Review*.
- Pasquadibisceglie, V., Appice, A., Castellano, G., and Malerba, D. 2019. "Using Convolutional Neural Networks for Predictive Process Analytics," *2019 International Conference on Process Mining (ICPM)*, pp. 129-136.
- Pasquadibisceglie, V., Appice, A., Castellano, G., Malerba, D., and Modugno, G. 2020. "Orange: Outcome-Oriented Predictive Process Monitoring Based on Image Encoding and Cnns," *IEEE Access* (8), pp. 184073-184086.
- Pauwels, S., and Calders, T. 2019. "An Anomaly Detection Technique for Business Processes Based on Extended Dynamic Bayesian Networks," in: *Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing*. Limassol, Cyprus: Association for Computing Machinery, pp. 494–501.
- Pauwels, S., and Calders, T. 2020. "Bayesian Network Based Predictions of Business Processes," *Cham: Springer International Publishing*, pp. 159-175.
- Ribeiro, M. T., Singh, S., and Guestrin, C. 2016. "'Why Should I Trust You?'" Explaining the Predictions of Any Classifier," *Annual Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, San Diego, California: Association for Computational Linguistics, pp. 97–101.
- Rizzi, W., Di Francescomarino, C., and Maggi, F. M. 2020. "Explainability in Predictive Process Monitoring: When Understanding Helps Improving," *Cham: Springer International Publishing*, pp. 141-158.



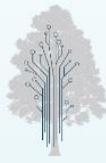
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., and Williams, R. J. 1988. "Learning Internal Representations by Error Propagation," in Readings in Cognitive Science, A. Collins and E.E. Smith (eds.). Morgan Kaufmann, pp. 399-421.
- Schuster, M., and Paliwal, K. K. 1997. "Bidirectional Recurrent Neural Networks," IEEE Transactions on Signal Processing (45:11), pp. 2673-2681.
- Sindhgatta, R., Moreira, C., Ouyang, C., and Barros, A. 2020. "Exploring Interpretable Predictive Models for Business Processes," Cham: Springer International Publishing, pp. 257-272.
- Tax, N., Verenich, I., La Rosa, M., and Dumas, M. 2017. "Predictive Business Process Monitoring with Lstm Neural Networks," Cham: Springer International Publishing, pp. 477-492.
- Taymouri, F., Rosa, M. L., Erfani, S., Bozorgi, Z. D., and Verenich, I. 2020. "Predictive Business Process Monitoring Via Generative Adversarial Nets: The Case of Next Event Prediction," Cham: Springer International Publishing, pp. 237-256.
- Teinemaa, I., Dumas, M., Rosa, M. L., and Maggi, F. M. 2019. "Outcome-Oriented Predictive Process Monitoring: Review and Benchmark," ACM Trans. Knowl. Discov. Data (13:2), p. Article 17.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., and Polosukhin, I. 2017. "Attention Is All You Need," in: 31st Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2017). Long Beach, CA, USA.
- Verenich, I., Dumas, M., Rosa, M. L., Maggi, F. M., and Teinemaa, I. 2019. "Survey and Cross-Benchmark Comparison of Remaining Time Prediction Methods in Business Process Monitoring," ACM Trans. Intell. Syst. Technol. (10:4), p. Article 34.
- Witten, I. H., Frank, E., and Hall, M. A. 2011. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Boston: Morgan Kaufmann.



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

DATA ANALYTICS & PROCESS MINING



Entwurf einer Unterrichtseinheit für Process Mining in der Lehre im Kontext von Business Process Management (BPM)

Uta Mathis

Hochschule Esslingen, Esslingen am Neckar, Deutschland

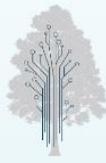
Abstract: Process Mining ist ein Thema, das in der Informationstechnik schon lange beforscht wird. (Van der Aalst, W. et al. 2011) Die Anwendung der Analysen mit Process Mining erfordert betriebswirtschaftliche Kenntnisse und kann dem Bereich Business Process Management (BPM) zugeordnet werden. Durch zahlreiche Softwareanbieter auf dem Markt wenden auch Unternehmen immer häufiger die Methoden des Process Mining an. Einige Anbieter unterstützen auch Hochschulen mit freien Zugängen und Unterrichtsmaterialien, meist in Form von Lerneinheiten und Fallstudien. Doch wie können diese Angebote mit der Lehre so verzahnt werden, dass die Studierenden sowohl die Inhalte verorten als auch die Ergebnisse der Anwendungen verstehen und interpretieren können?

Um diese Frage zu klären, zunächst die Frage aufgegriffen, wie Lehre nachhaltig gestaltet werden kann. Nachhaltigkeit in der Lehre wird folgendermaßen operationalisiert:

- Unterstützung eines nachhaltigen Lernerfolgs im Sinn von Erfahrungslernen,
- eine hohe Variationsbreite an Lernformen für unterschiedliche Lerntypen und
- Was macht BPM und Process Mining nachhaltig?

An diesen Aspekten orientiert sich die Ausarbeitung der Entwürfe für eine Lerneinheit für Process Mining. Der Ansatz erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, soll aber die Diskussion anregen, wie Anforderungen neuer Lehr- und Lernstile auf eine Lehreinheit von Process Mining im Kontext von BPM umgesetzt werden könnte.

Keywords: Lehre, Lernen, Business Process Management (BPM), Process Mining



1. Einleitung

1.1. Problemstellung

In manchen Unterrichtseinheiten werden insbesondere im BPM-kontext schon länger Softwarepakete wie z.B. ERP-Software wie z.B. von SAP und Software zur Modellierung von Prozessen eingesetzt, um den Studierenden auch eine praxisbezogene Lernumgebung anzubieten. Eine Herausforderung beim Einsatz von Software in der Lehre besteht darin, theoretische Inhalte mit den in der Software immanent enthaltenen Strukturen zu verknüpfen, ohne die theoretische Gesamtsicht einzuengen und den Fokus zu stark auf die Bedienung der Software zu legen. Gleichzeitig müssen sowohl strukturelle abstrakte Inhalte und Methoden als auch interdisziplinäre Inhalte vermittelt werden. BPM sollte sowohl betriebswirtschaftliche Aspekte als auch IT-technische Inhalte abdecken, um die beiden Disziplinen zu verknüpfen und den theoretischen und praktischen Anforderungen zu genügen. (Pongratz et al. 2009)

In dem Paper wird ein Ansatz entwickelt, wie diese Anforderungen an den Einsatz digitaler Formate, eine nachhaltige Lehre Process Mining angewendet werden kann.

1.2. Aufbau

Um den Aspekt einer nachhaltigen Lehre abzudecken, wird zunächst ein didaktischer Ansatz von KOLB vorgestellt, der eine Bandbreite an Lerntypen und Lernstilen beschreibt. (Schmidpeter & Kolb 2018) Die Autoren plädieren dafür, dass sich Managementlehre in Richtung von Coaching entwickeln sollte, damit Studierende einen nachhaltigen Lernerfolg im Sinn von Erfahrungslernen erreichen zu können. Die Idee des Coachings wird im folgenden Abschnitt aufgegriffen, um diese in die Lerneinheiten einzubauen. Die verschiedenen Aspekte werden in einer Planungs-skizze für Unterrichtseinheiten in Anlehnung an Eckert zusammengeführt.

Im darauffolgenden Kapitel werden ausgewählte Inhalte des Lerngegenstands BPM und Process Mining beispielhaft in Form der vorgestellten Planungsskizze umrissen.

Abschließend wird beschrieben, wie der Lernerfolg der Lerneinheiten durchgeführt werden kann.

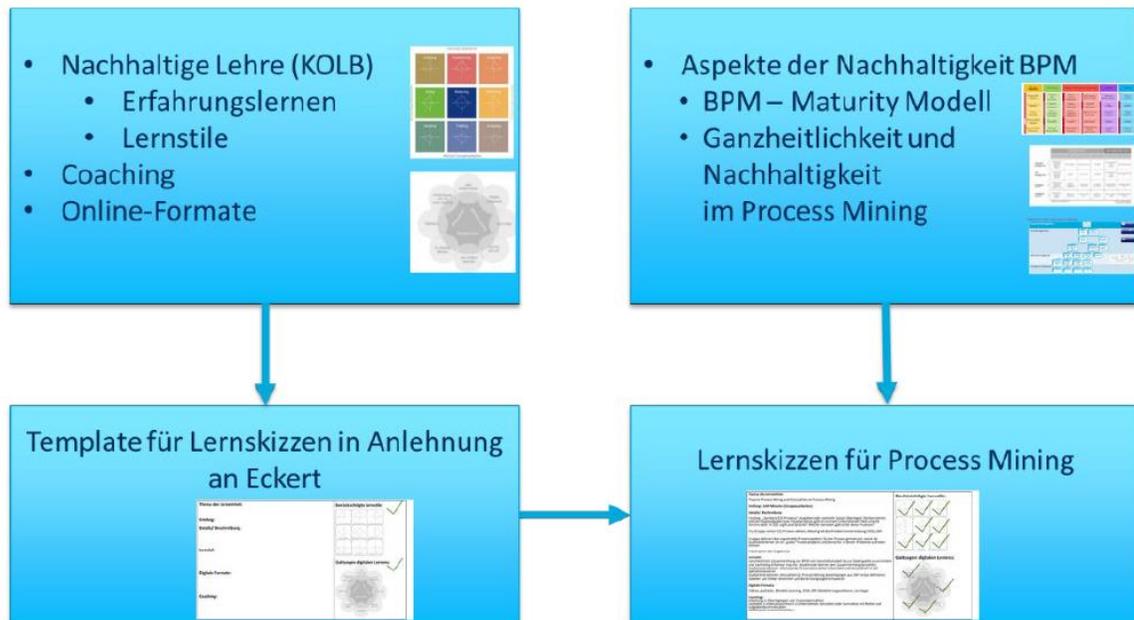
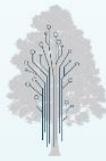


Abb. 1: Vorgehen zur Entwicklung von Lernskizzen für Aspekte der Nachhaltigkeit von BPM und Ziele im Process Mining

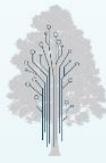
2. Nachhaltigkeit in der Lehre

2.1. Didaktischer Ansatz - Lernzyklus von KOLB

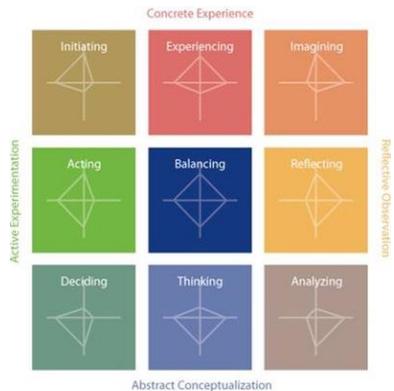
In diesem Kapitel wird ein Raster mit Lernzielen vorgestellt, die zusammen mit einem Ansatz für Onlinelehre eine Basis für eine variantenreiche Unterrichtsgestaltung bilden sollen.

Der didaktische Ansatz, auf den hier referenziert wird, ist die Experiential Learning Theory (ELT) von Kolb. Vertreter dieses Ansatzes gehen davon aus, dass ganzheitliches Erfahrungslernen die Basis für eine nachhaltige und anwendbare Lernerfahrung bildet. Basis bildet ein Lernzyklus, der aus einer zweifachen Dialektik Aktion - Reflektion und Erfahrung – Abstraktion besteht und mehrfach durchlaufen werden sollte. (learningfromexperience.com)

Da jeder Mensch in unterschiedlichen Situationen verschiedene Vorgehensweisen entwickelt, um an Problem- und Fragestellung heranzugehen und zu lernen, wurden daraus Lernstile abgeleitet.



Lehrende können verschiedenen Lernstile bei der Wissensvermittlung einplanen, um ein breites Spektrum für die Präferenzen der Lernenden anzubieten. (vgl. Eckert 2020) Wenn Menschen ihre Präferenzen kennen und darauf hingewiesen und entsprechend angeleitet werden, können sie ihre Lernstile auch erweitern und situativ anpassen.



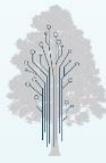
- Initiieren: Aufgaben angestoßen und in realen Situationen mit allen Risiken erleben
- Erfahren: Affektive und emotionale Erfahrungen machen
- Vorstellen: Themen aus unterschiedlichen Perspektiven mit Distanz betrachten
- Reflektieren: Eigene Erfahrungen mit allgemeinen Mustern vergleichen
- Analysieren: Systematisierung und planvolles Vorgehen entwickeln
- Denken: Abstrakte Konzepte und Zusammenhänge verstehen und logische Schlussfolgerungen ableiten
- Entscheiden: Anwendung theoretischer Inhalte auf praktische Probleme, um Entscheidungen zu treffen, Entwicklung von pragmatischen Handlungsstrategien
- Handeln: Aufgaben abarbeiten und andere einbeziehen
- Balancieren: Anpassungsfähigkeit, Abwägen und sich selbst hinterfragen können

Abb. 2: Lernstile nach Kolb (Kolb & Kolb 2013)

Zwar überschneiden sich die neun Lernstile, dafür lassen sich die Fähigkeiten, auf die abgezielt wird, klarer erkennen: (Eckert 2020)

2.2. Coaching in der Managementlehre

Ein weiterer Ansatzpunkt um Managementlehre nachhaltig zu gestalten, ist nach Schmidpeter und Kolb ein Lehransatz, der Studierende befähigt, neue verantwortungsvolle Ansätze für die Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft open minded neu zu erfinden. Dafür propagieren die Autoren neue Lern- und Ermöglichungskonzepte, wie z.B. Coaching statt traditioneller Lernformen. Digitale Komponenten können im Lernprozess, der als „selbstorganisierter, konstruktivistischer Aneignungsprozess“ (Schmidpeter & Kolb 2018) verstanden wird, zielorientiert und unterstützend eingesetzt werden.



Nach da Costa und Fontes dient Coaching⁴ dazu, den Coachee anzuleiten und zu motivieren eigenständig einen Aktionsplan für ein bestimmtes Ziel zu entwerfen und zu erreichen. Allgemein sollen Fähigkeiten, Verhalten und Leistungsvariablen des Coachees im Hinblick auf ein bestimmtes Ziel verbessert werden. Verbesserungen sollten anhand von Leistungsindikatoren messbar sein. Ein Coach ist dafür verantwortlich, die Rahmenbedingungen und die Ziele der Coachees zu verstehen und deren Fähigkeiten ebenso wie Hindernisse zu entdecken und weiterzuentwickeln. (da Costa & Fontes 2021)

Der Zielbildungsprozess zwischen Coach und Coachee ist einer der wichtigsten Schritte, um sicherzustellen, dass die Entwicklungsziele mit den Zielen des Coachees übereinstimmen. Da die Ziele, Kenntnisse und Fähigkeiten, die über eine Vorlesung vermittelt werden sollen, fachlich vorgeplant und vorgegeben sind, wird der Zielbildungsprozess eher als Überzeugung und Motivation des Coaches für das Thema und das Lernziel ersetzt werden. Vereinfachend wird im Folgenden davon ausgegangen, dass Coaching in der Lehre vor allem auf eine Befähigung der Studierenden abzielt, sich selbstständig vorskizzierte Inhalte anzueignen, diese zu verstehen und zu reflektieren und für sich selbst in einen Gesamtkontext zu stellen. Der Grad der Zielerreichung soll über fachliche Kriterien und Selbsteinschätzung der Weiterentwicklung persönlicher Fähigkeiten wie Analyse und Bewertung von Inhalten und Selbstreflexion gemessen werden.

Lehrende treten in dem Kontext stärker als direkter Wissensgeber zurück und werden zum Wissensvermittler, in dem sie aufbereitete Inhalte zur Verfügung stellen, und die Studierenden zur Arbeit mit den Inhalten motivieren und anleiten.

2.3. Digitale Formate

Eckert ordnet digitale Formate der Online-Lehre den Kategorien Remote-Lehre, Präsenzlehre und Blended Learning zu und leitet daraus Gattungen digitalen Lernens ab, um aufzuzeigen, welche Möglichkeiten einer variantenreichen Unterrichtsgestaltung bestehen. (vgl. Eckert 38 f.)

⁴ Schmidpeter und Kolb sehen sowohl Coaching als auch Mentoring verstärkt als Aufgaben für die Lehrenden. Da Mentoring meist in Zusammenhang mit Programmen eingesetzt wird, bleibt hier der Fokus auf Coaching beschränkt.

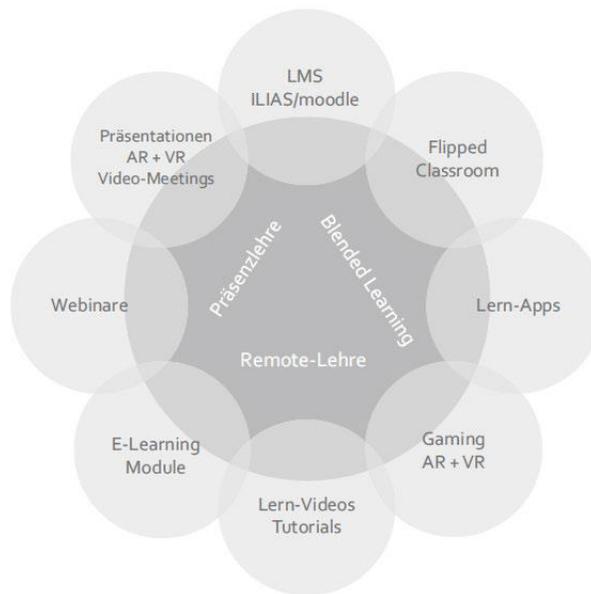
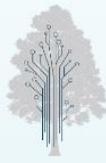


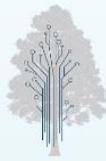
Abb. 3: Gattung digitalen Lernens (Quelle: Eckert 2020)

Die Beispiele sollen zusammen mit den 9 Lernstilen als Anregung dienen, ein möglichst abwechslungsreiches und vielfältiges Angebot zu konstruieren und die zu vermittelnden Inhalte adäquat für die Studierenden aufzubereiten.

2.4. Planungsskizze

Als Planungsraster soll die von Eckert empfohlene Planungsskizze für die Entwicklung und Dokumentation von Lehreinheiten eingesetzt und um die Punkte digitale Formate und Coaching leicht abgewandelt werden. (Eckert 2020). Zusätzlich wird in die Planungsskizze noch die Übersicht der Gattungen digitalen Lernens von Eckert aufgenommen, um auch Aspekte digitalen Lernens für die Planung der Lerneinheit zu visualisieren.

Die Beispiele sollen als Anregung dienen, ein möglichst abwechslungsreiches und vielfältiges Angebot zu konstruieren und die zu vermittelnden Inhalte adäquat für die Studierenden aufzubereiten.



Thema der Lerneinheit:	Berücksichtigte Lernstile: ✓		
Umfang:			
Details/ Beschreibung:			
Lernziel:			
Digitale Formate:	Gattungen digitalen Lernens: ✓		
Coaching:			

Abb. 4: Planungsskizze zur Berücksichtigung der Lernstile nach Eckert (Quelle: in Anlehnung an Eckert 2020)

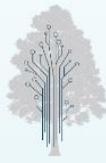
3. Ansatzpunkte für Nachhaltigkeit im Business Process Management

Im folgenden Kapitel soll die Planungsskizze beispielhaft auf eine Lerneinheit angewendet werden. Die einzelnen Inhalte werden in einem Theorieblock vorgestellt und schließen jeweils im zweiten Block mit einer Beschreibung der Lerneinheit auf Basis der Planungsskizze ab.

3.1. Lerneinheit: Die Rolle von Templates und Referenzmodellen zur Gestaltung eines nachhaltigen BPM

3.1.1 Theorie: Die Rolle von Templates und Referenzmodellen

BPM ist keine einzelne Methode, sondern umfasst als Managementansatz vom Geschäftsmodell bis zur Entwicklung von ERP-Systemen zur Unterstützung von Unternehmensprozessen eine Vielzahl von Methoden und Aspekten. Insofern können der damit verbundene Umfang und die Vielfalt an Möglichkeiten für Studierende schnell unübersichtlich werden. Templates und Referenzprozesse können hier einen Ansatz zur Strukturierung der unterschiedlichen Aspekte von BPM bieten. (Tramm 2009) In diesem Kontext sind u.a. BPM Maturity Modelle und



Referenzprozesse wie z.B. SCOR entwickelt und etabliert worden. Im BPM Maturity Modell sind Erfolgsfaktoren und Capability Areas beschrieben, die zu einem ganzheitlichen Gesamtbild eines BPM Status eines Unternehmens führen sollen. (Dumas et al. 2018) Mit Maturity Modellen können Reifegradanalysen durchgeführt werden. Als nachhaltig wird eine BPM-Implementierung dann eingestuft, wenn die Prozesskultur fest als Bestandteil im Unternehmen verankert ist und Denken und Handeln der Menschen im Unternehmen bestimmt. (Allweyer, Knuppertz 2009)

Maturity Modelle können nicht nur im Unternehmenskontext eingesetzt werden, sondern auch, um Studierenden eine Möglichkeit zu geben, die Themen und Ebenen, die mit BPM abgedeckt werden, inhaltlich zu strukturieren und thematisch zu verorten. (Mathiesen et al. 2013)

Das Template soll die Grundlage bilden, um das Thema Nachhaltigkeit für BPM-Inhalte zu erarbeiten. Dabei sollen die Studierenden durch Diskussionen in ihrer jeweiligen Gruppe auf Basis der Aspekte von Nachhaltigkeit Ökologie, Ökonomie und soziale Aspekte (vgl. Abb. 4) für sich selbst ein eigenes Verständnis von Nachhaltigkeit erarbeiten. Die Lehrperson unterstützt mit Moderationstechniken und Hinweisen auf Definitionsmöglichkeiten.

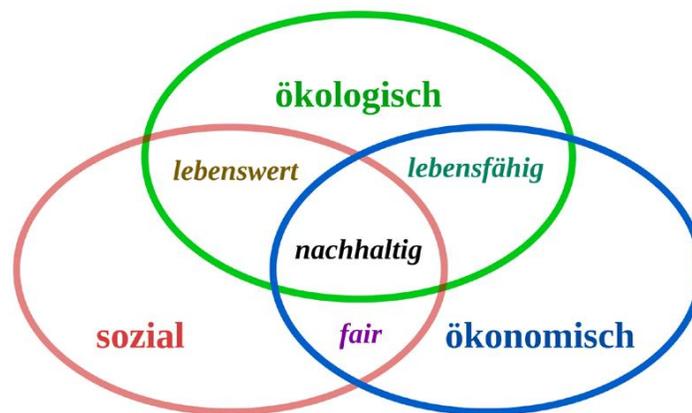
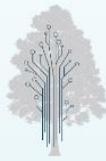


Abb. 5: Aspekte von Nachhaltigkeit (Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit>)

Danach wählen die Studierendengruppen jeweils zwei bis drei Aspekte aus dem Maturity Model und leiten aus ihrem Nachhaltigkeitsverständnis Anforderungen an die Ausgestaltung der



gewählten Aspekte aus und erarbeiten Beispiele, wie dort aus ihrer Sicht Nachhaltigkeit operationalisiert und gemessen werden könnte.

Strategic Alignment	Governance	Methods / Information Technology		People	Culture
Strategic BPM Alignment	Contextual BPM Governance	Process Context Management	Multi-purpose Process Design	BPM and Process Literacy	Process Centricity
Strategic Process Alignment	Contextual Process Governance	Process Compliance Management	Advanced Process Automation	Data Literacy	Evidence Centricity
Process Positioning	Process Architecture Governance	Process Architecture Management	Adaptive Process Execution	Innovation Literacy	Change Centricity
Process Customer and Stakeholder Alignment	Process Data Governance	Process Data Analytics	Agile Process Improvement	Customer Literacy	Customer Centricity
Process Portfolio Management	Roles and Responsibilities	BPM Platform Integration	Transformational Process Improvement	Digital Literacy	Employee Centricity

Abb. 6: Updated BPM Maturity Model (Quelle: Kerpedzhiev et al. 2020)

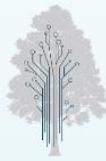
Die Struktur der Capability Areas unterhalb der Core Elements: Strategic Alignment, Governance, Methods/ Information Technology, People und Culture folgt dem BPM Lifecycle mit den Phasen: Process Design, Implementation, Execution, Monitoring und Improvement. Die Inhalte wurden über eine Delphi-Studie an Herausforderungen der Digitalisierung angepasst. (Quelle: Kerpedzhiev et al. 2020)⁵

Soll das Thema Prozessziele und in diesem Kontext Process Mining stärker im Fokus stehen, ist ein Ansatz zweckdienlicher, der Vollständigkeit und Ganzheitlichkeit über die Beschreibung der Ziele vom Geschäftsmodell über mehrere Aggregationsebenen bis zum Datenmodell liefert.

Diese Anforderung erfüllt das Konzept Enterprise Online Guide (EOG) von Scheruhn.

In diesem ganzheitlichen Framework EOG können Studierende über alle vertikalen und horizontalen Aspekte strukturiert navigieren. Der von Prof. Hans Scheruhn entwickelte EOG bietet

⁵ Analog dazu existieren Ansätze, die bereits BPM-Modelle mit Nachhaltigkeitsthemen kombinieren (Meyer/ Teuteberg 2012; Hecking 2014) Die Frage ist, ob man den Studierenden diese Ergebnisse zeigt oder deren Kreativität freien Lauf lässt.



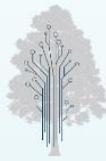
durch die konkrete Anbindung an ein ERP-System, in diesem Fall SAP, außerdem die Möglichkeit, die Themen mit konkreten Anwendungsbeispielen zu verknüpfen.

		SUSTAINABILITY MAP				INTELLIGENCE MAP	
		Motivation	Organization	Function	Process	Application	Data
Corporate Management	1	(M1) Balanced Scorecard, Objectives Diagram	(O123) OrgChart	(F123) Function Tree	(P1) BPMN	(A1) Value Added Chain Diagram	(D1) Enterprise DW
Area Management	2	(M2) Balanced Scorecard, Objectives Diagram	OrgChart	Function Tree	(P2) BPMN	(A2) Value Added Chain Diagram	(D2) Department DW **
Workplace (Logical)	3	(M3) Balanced Scorecard, Objectives Diagram, Finance	OrgChart (O3) Business Vocabulary	Function Tree, (F34) UML	(P3) BPMN, Document Flow	(A3) EPC, BPMN, SysOrgChart	(D3) ERM, HANA Views
Compliance (Physical)	4	(M4) Objectives Diagram, Agreem.*	(O4) Business Compliance*	(F4) Service Level (SLA)*	(P4) Business Document*	(A4) Transaction Model	(D4) HANA Out-put-Struct

SCOR, OMG, LEAD, SAP Best Practice * Attribut Allocation Diagramm
** Data Warehouse (DW)

Abb. 7: Enterprise Online Guide – EOG (Scheruhn et al. o.J.)

Durch die Navigation innerhalb der Gesamtstruktur führen die Studierenden ihr Wissen über einzelne Aspekte zusammen und können Studierende die Zusammenhänge selbstständig erkunden und erfahren. Der EOG umspannt in der Sustainability Map sowohl strategische (Motivation), organisatorische, prozessuale als auch funktionale Themen. In der Intelligence Map werden konkrete Aspekte der technologischen Umsetzung: Application und Data und Aspekte sozialer Netzwerke aufgegriffen. (Scheruhn et al. o.J.)



3.1.2 Lernziel Lerneinheit Rolle von Templates und Referenzmodellen

Thema der Lerneinheit: Die Rolle von Templates und Referenzmodellen

Umfang: 45 min

Details/ Beschreibung:

- Nachhaltigkeit im BPM- Aspekte im Maturity Modell auswählen
- Ansätze für Nachhaltigkeit diskutieren und entwickeln

Lernziel:

- Klären des eigenen Verständnisses von Nachhaltigkeit
- Übertragung auf ausgewählte Aspekte des Maturity Modells

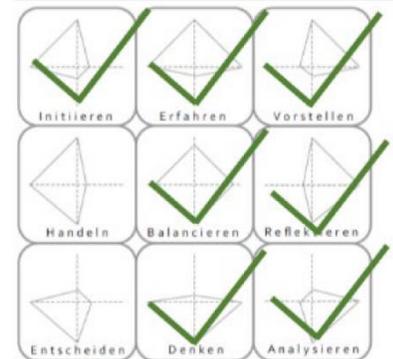
Digitale Formate:

- PodCast als Ergebnis für Nachhaltigkeitsaspekte
- Fallbeispiele für Nachhaltiges „Managen“: Videos, Digitale Beiträge
- Auswertung von Unternehmensseiten

Coaching:

- Anleitung zur Erarbeitung eines eigenen Verständnisses von Nachhaltigkeit
- Anleitung zur Abstraktion und Übertragung auf gewählte Aspekte

Berücksichtigte Lernstile:



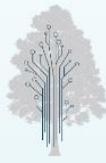
Gattungen digitalen Lernens:



3.2. Lerneinheit: Prozessziele

3.2.1 Theorie Klassische Prozessziele und Kennzahlen

Ein Aspekt des BPM ist die Optimierung von Prozesszielen. Zu den klassischen Prozesszielen zählen z.B. die Durchlaufzeit von Prozessen, Prozesskosten und Prozessqualität. (Kugeler &



Vieting 2005) Bei Prozessanalysen wird überwiegend das Ziel einer Erhöhung der Prozesseffizienz angestrebt. Dabei werden verschiedene Merkmale der zeitlogischen Abfolge der Tätigkeiten betrachtet, wie z.B. redundante Aufgaben z.B. aufgrund von Fehlern oder fehlenden Verantwortungszuweisungen, Rückfragen, fehlende oder falsche Informationen und Dokumente, usw. (Kugeler & Vieting 2005) Klassische Prozesskennzahlen, die auch von verschiedenen Softwaretools ausgewertet werden, sind z.B.: Anzahl Medienbrüche, Anzahl Organisationsbrüche, Automatisierungsgrad, Anzahl Systembrüche, Datenredundanzen, Doppelarbeiten, Durchlaufzeiten und Prozesskosten. (Seidlmeier 2019)

Die Beschreibungen der Kennzahlen auf dieser Aggregationsebene sind zwar logisch und nachvollziehbar, wie diese letztlich aus den Datenquellen ausgelesen und erhoben werden sollen und welche Anforderungen an sowohl das Prozessverständnis als auch das notwendige IT-Verständnis gestellt werden, wird auf dieser Darstellungsebene nicht deutlich. Damit die Studierende Kennzahlen auch operationalisieren und anwenden können, sollen sie diese top down für einen Prozess Ihrer Wahl mit Unterstützung des EOG entwickeln. Zusätzlich können sie ihr Prozessverständnis über Fallstudien in SAP vertiefen, um zu verstehen, wo die Daten herkommen und wie Kennzahlen konkret berechnet werden und interpretiert werden können.

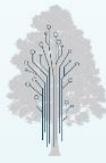
3.2.2 Lernziele Lerneinheit Prozessziele und Prozesskennzahlen:

Thema der Lerneinheit: Prozessziele und Prozesskennzahlen

Umfang: 45 Minuten

Details/ Beschreibung:

- Jede Gruppe sucht aus einer vorgegebenen Vorlage eine Kennzahl
- Kennzahldefinition im EOG Top Down verfolgen
- Eigene Ideen entwickeln, wie Kennzahlen zur Messung von Zielen operationalisiert werden können



Lernziel:

- Prozesskennzahlen kennen und definieren können
- Anwendung der abstrakten Vorgaben auf konkrete Beispiele für einen ausgewählten Referenzprozess und eine Auswahl vorgegebener Prozesskennzahlen
- Erkennen und Erklären des Zusammenhangs zwischen Prozessen –
- Prozesskennzahlen und Datenstrukturen ERP-System

Digitale Formate:

Anwendung in EOG und SAP, Tutorials, Digitales Whiteboard zur Diskussion von Kennzahlen

Coaching:

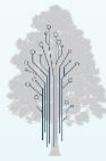
- Anleitung EOG, Anleitung zur korrekten Dokumentation von Kennzahlen (Bsp. nach DIN)
- Erarbeitung einer Vorlage für Kennzahlen für Process Mining
- Diskussion Unterschied Kennzahlen und Prozesskennzahlen
- Hilfestellung bei Strukturierung der Ideen auf dem Whiteboard

3.3. Lerneinheit Kennzahlenermittlung anhand von Process Mining

3.3.1 Theorie Process Mining und Kennzahlen im Process Mining

Traditionell werden Ist-Prozesse über Befragungen von erfahrenen Mitarbeitern ermittelt.

Process Mining ist eine technische Möglichkeit, Prozesse auf Basis von Eventlogs (Timestamp) bestimmter Aktivitäten auszulesen und anhand einer Case-ID prozessorientiert zu aggregieren, darzustellen und auszuwerten. Die Case IDs identifizieren den einzelnen Geschäftsvorfall, was z.B. im P2P-Prozess über eine BANF-Position oder Bestellposition abgebildet wird.



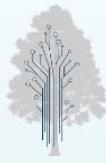
	Case ID	Timestamp	Medium	Activity	Service Line	Urgency	
1	CaseID	Timestamp	Medium	Activity	Service Line	Urgency	
2	case9700	20.8.09 11:46	Phone	Registered	1st line	0	Events
3	case9700	20.8.09 11:50	Phone	Completed	1st line	0	
4	case9701	23.9.09 12:23	Phone	Registered	1st line	0	
5	case9701	23.9.09 12:27	Phone	Completed	1st line	0	
6	case9705	20.10.09 14:21	Phone	Registered	Specialist	2	
7	case9705	20.10.09 16:48	Phone	At specialist	Specialist	2	
8	case9705	19.11.09 10:31	Phone	In progress	Specialist	2	
9	case9705	19.11.09 10:32	Phone	Completed	Specialist	2	
10	case3939	15.10.09 11:48	Mail	Registered	Specialist	2	
11	case3939	15.10.09 11:48	Mail	Offered	Specialist	2	
12	case3939	20.10.09 17:18	Mail	In progress	Specialist	2	
13	case3939	20.10.09 17:19	Mail	At specialist	Specialist	2	
14	case3939	21.10.09 14:49	Mail	In progress	Specialist	2	
15	case3939	21.10.09 14:49	Mail	In progress	Specialist	2	
16	case3939	28.10.09 10:17	Mail	In progress	Specialist	2	
17	case3939	28.10.09 10:18	Mail	Completed	Specialist	2	
18	case9704	20.10.09 14:19	Mail	Registered	1st line	0	
19	case9704	20.10.09 14:24	Mail	Completed	1st line	0	
20	case9703	20.10.09 14:40	Phone	Registered	1st line	0	
21	case9703	20.10.09 14:58	Phone	Completed	1st line	0	
22	case9702	24.8.09 12:24	Mail	Registered	2nd line	2	
23	case9702	24.8.09 12:30	Mail	Offered	2nd line	2	

Abb. 8: Notwendige Basisinformationen zur Erstellung von Prozessen beim Process Mining (Quelle: <http://fluxicon.com/blog/wp-content/uploads/2012/02/PM-Example.png>)

Es gibt drei Arten von Process Mining Discovery, Conformance Checking und Enhancement. (Van der Aalst et al. 2011) Beim Discovery werden aus den Realdaten Prozesse erzeugt mit dem Ziel, die über die Eventlogs identifizierten Abläufe analysieren zu können. Beim Conformance Checking werden die gefundenen Realmodelle mit einem Sollmodell verglichen und Abweichungen herausgearbeitet. Beim Enhancement können gefundene Abweichungen zu einer Erweiterung des ursprünglichen Modells führen. (Van der Aalst et al. 2011)

Über ein Process Mining Tool werden Daten aus ausgewählten Softwaresystemen ausgelesen. Daraus werden mit speziellen Algorithmen Prozessmodelle erstellt und mit Process Query Language (PQL), einer vereinfachten Form von SQL, Prozesskennzahlen ermittelt. (Claas et al. 2019) So werden mit PQL auch klassische Prozesskennzahlen praktisch umgesetzt, wie z.B.: (Quelle: Celonis)

- **Automatisierungsgrad:** Kennzeichnung von Aktivitäten in der Aktivitätenliste, die manuell und automatisiert (Systemuser) durchgeführt werden. Z.B. ist in der BANF ein Kennzeichen B für automatisiertes und manuelles Anlegen. Auslesen aller Aktivitäten



„BANF anlegen“, danach wird das Verhältnis gebildet wie viel Prozent der BANFen das Kennzeichen für automatisiertes Anlegen enthalten zu allen BANFen.

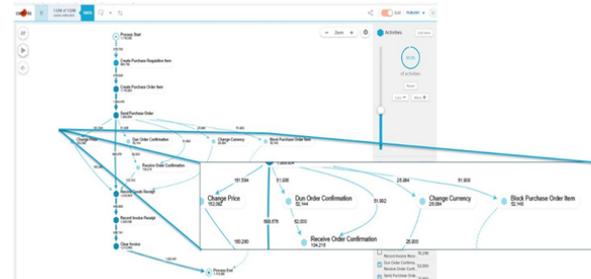
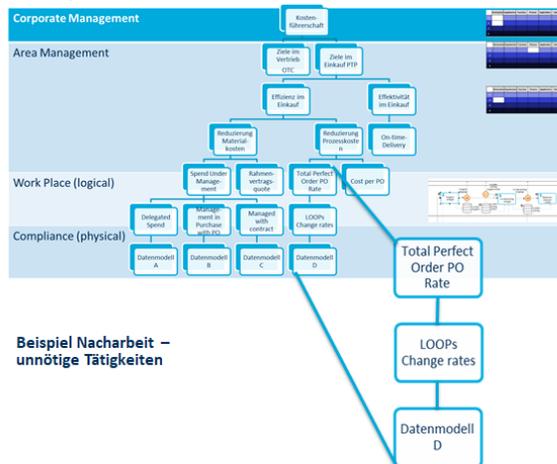
- **Doppelarbeiten/ Nacharbeiten:** Hier wird gezählt, wie oft eine Aktivität mehrfach (>1) im Prozess vorkommt (Doppelarbeit) oder wie häufig Änderungsaktivitäten, wie z.B.: „Menge ändern“, „Preis ändern“ usw. vorkommen. Zur Auswertung muss vorher definiert werden, welche der Aktivitäten in die Berechnung der Änderungsrate einbezogen werden sollen. **AVG (CASE WHEN CALC_REWORK ("ACTIVITIES"."ACTIVITY" = 'Change Quantity') > 1 THEN 1 ELSE 0 END)**
- **Durchlaufzeiten:** Addition aller Zeiten zwischen zwei Aktivitäten entweder für jede einzelne Bestellposition **CALC_THROUGHPUT**, z.B. **CALC_THROUGHPUT (FIRST_OCCURRENCE [,Create Purchase Order Item‘] TO LAST_OCCURRENCE [,Scan Invoice‘], REMAP_TIMESTAMPS(„Activities“:„EVENTTIME“,DAYS))**

Nachdem die Kennzahlen definiert sind, sollen die Studierenden im EOG Tabellen und Felder identifizieren, die für den Aufbau des Datenmodells notwendig sind.

ERMITTLUNG VON KENNZAHLEN MIT HILFE DES EOG

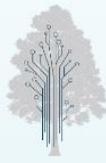
Zusammenhang zwischen Prozesszielen und Kennzahlen im Process Mining

Motivation/ Ziele: Unternehmensebenen



Beschreibung	Benötigte Tabellen	Benötigte Tabellenfelder	PQL Code	Technische Beschreibung
Aktivitäten, die für manuelle Nacharbeiten definiert sind, z.B.: • Change Price • Block Purchase Order • Change Currency • Dun Order Confirmation	CDHDR NAST	UPDATE, UTIME (Datumsfeld) DATVR, UHRVR	SUM(CASE WHEN "_CEL_P2P_ACTIVITIES"."ACTIVITY_DE" IN (<%=ReworkActivities%>) THEN 1.0 ELSE .0 END)	unnötig Aktivitäten oder Nacharbeit in Variable (<%=ReworkActivities%>) definiert

Abb. 9: Zieldefinition TOP down mit Enterprise Online Guide – EOG und Celonis



Das Verständnis von Prozessen, -zielen und -kennzahlen in ERP-Systemen, die anhand der Templates vermittelt werden, ist an sich toolneutral. Die Anwendung von SAP und Celonis sind beispielhaft und auf andere Software übertragbar. Die Studierenden sollen ihre vorher entwickelten Kennzahlen in Celonis wiederfinden können.

3.3.2 Lernziele Lerneinheit Theorie Process Mining und Kennzahlen im Process Mining

Mit der Aufgabenstellung soll am Ende einer größeren Lerneinheit der gesamte Lernstoff in Form eines Fallbeispiels nochmals abschließend angewendet werden. Da Studierende im 4. Semester in der Regel noch keine Erfahrungen in einem Unternehmen gemacht haben, können an dieser Stelle Industriekontakte und Plattformen, wie z.B. NextGen⁶, helfen, die abstrakten Themen greifbarer zu machen. Dafür kann der Lehrende entweder selbst einen Industrievertreter einladen oder auch nur Kontaktdaten bereitstellen und die Studierenden gehen auf die Industrievertreter eigenständig für ein Interview zu. Letzteres würde voraussetzen, dass sich die Studierenden vorbereiten müssen und sich selbst schon eine Struktur geben, wie sie das Wissen verarbeiten wollen. Der Lehrende coacht die Studierenden bei der Planung des Fallbeispiels und gibt Hinweise und Tipps, wo Antworten zu Fragen zu finden sind.

Thema der Lerneinheit:

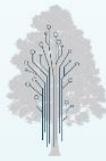
Theorie Process Mining und Kennzahlen im Process Mining

Umfang: 2x30 Minuten (Gruppenarbeiten)

Details/Beschreibung:

- Einstieg: „Standard-E2E-Prozesse“ vorgeben oder sammeln lassen Überlegen/ Recherchieren, welche Hauptaufgaben bzw. Hauptprozesse, gibt es in einem Unternehmen? Wie sind die Termini dafür in E2E-Logik und Sprache? Welche Varianten gibt es für diese Prozesse?

⁶ <https://www.sap.com/about/company/innovation/next-gen-innovation-platform.html>



- Pro Gruppe: einen E2E-Prozess wählen, Ablauf grob beschreiben (Unterstützung EOG), SAP-Fallstudie dazu durchführen
- Gruppe definiert das angestrebte Prozessergebnis für den Prozess gemeinsam sowie die Qualitätskriterien an ein „gutes“ Prozessergebnis und Bereiche, in denen Probleme auftreten können
- Präsentation der Ergebnisse

Lernziel:

- Ganzheitlichen Zusammenhang von BPM vom Geschäftsmodell bis zur Datenquelle zu vermitteln und nachhaltig erfahrbar machen: Studierende können den Zusammenhang darstellen.
- Studierende können selbstständig Prozesskennzahlen entwickeln und beispielhaft in SAP operationalisieren.
- Studierende können Kennzahlen für Process Mining Anwendungen aus SAP verbal definieren. Tabellen und Felder benennen und Berechnungslogik formulieren

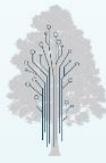
Digitale Formate:

Videos, podCasts, Blended Learning, EOG, ERP, Modellierungssoftware, Lern Apps

Coaching:

- Anleitung zu Überlegungen von Prozesskennzahlen
- Kontakte zu Interviewpartnern in Unternehmen herstellen oder Kurzvideos mit Rollen und Aufgabenbeschreibungen
- Fallbeispiele zusammenstellen





4. Evaluation

Wie zu Beginn deutlich gemacht wurde, gehört zum Coachingprozess auch eine Messung der Zielerreichung. Grundsätzlich ist die Vorgabe, dass jede Aufgabe in Gruppenarbeit fehlerfrei (80%) zu bearbeiten ist. Einzelarbeiten sind möglich, wenn das gewünscht ist. Die Prüfkriterien werden zuvor bekannt gegeben.

Die Zielerreichung der einzelnen Gruppenarbeiten wird zeitnah direkt nach Abgabe bekannt gegeben. Dabei steht die fachliche Korrektheit der Abgabe im Vordergrund. Die Studierenden erhalten regelmäßig pro Gruppe Feedback mit Fehlerkorrekturen per Email und als Angebot eine direkte Rückmeldung direkt in Präsenz bzw. Webex. Einzelne Ergebnisse werden anonymisiert als Best Practice vorgestellt und diskutiert.

Neben der Standardevaluation der Fakultät wird noch eine Einschätzung der Studierenden eingeholt zu ihren neu erworbenen Fähigkeiten bzgl. Analyse und Bewertung neuer Inhalte, Fähigkeit sich selbstständig Inhalte anzueignen. Hierzu werden einfache 4er-Skalen genutzt mit trifft zu bis trifft nicht zu. Ebenfalls werden Einschätzungen zum Nutzungsgrad und den Präferenzen zu den verwendeten Lehr- und Lernformaten eingeholt.

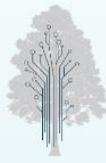
Die Studierenden zeigten Präferenzen für einen Mix aus Präsenz und Onlineformaten. Besonders kurze Lernvideos, die zeit- und ortsunabhängig genutzt werden können, wurden positiv beurteilt.

5. Zusammenfassung und Ausblick

In dem Ansatz wurden Ideen entwickelt, wie ein Coaching in der Lehre aussehen könnte bei der Vermittlung von Inhalten zu BPM. Drei besondere Aspekte standen dabei im Fokus: Nachhaltigkeit der Lehre durch Coaching der Studierenden, Nachhaltiges Lernen über ein breites Angebot verschiedener Lehr und Lernformen und Nachhaltigkeit für Inhalte von BPM.

Die Überlegungen wurden in Planungsskizzen für einzelne Lerninhalte ausgearbeitet.

Die Lerneinheiten dienen als Anregung, um die verschiedenen Aspekte zusammenzuführen, erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.



Die Vision ist, dass in den Lehreinheiten sukzessive inhaltliche Aspekte für Nachhaltigkeit in BPM erarbeitet werden und Kennzahlen, mit denen Nachhaltigkeit gemessen werden kann, so dass ein gesamtheitliches Bild entsteht und systematisch in einem Template, wie z.B. dem EOG verankert werden. Diese Aspekte können über Ansätze in und mit Unternehmen erweitert und verprobt werden.

Zur Evaluation sowohl des Konzepts als auch des Lernerfolgs für die Studierenden werden Kriterien definiert, über die der Lernerfolg gemessen werden soll.

Sollen Lehrende stärker als Coaches arbeiten, können passende Ausbildungsangebote durch den Bildungsträger die Umsetzung der Idee befördern. (Kauffeld et al. 2019)

Literaturverzeichnis

Allweyer, T.; Knuppertz, T. (2009): EDEN – Reifegradmodell für Prozessmanagement, Copyright BPM Maturity Model EDEN e.V. - 2009

da Costa, C.G.; Fontes, A. (2021): From Theory to Practice—in Search of Theoretical Approaches Leading to Informed Coaching Practices, in: Machado, C.; Davim, J. P. (Editors) (2021): Coaching for Managers, and Engineers, Springer Nature Switzerland 2021 [1-12]

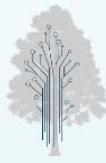
Dumas, M.; La Rosa, M.; Mendling, J.; Reijers, H. (2018): Fundamentals of Business Process Management, Springer Berlin / Heidelberg, 2018.

Eckert, M. (2020): Online-Lehre mit System, Springer Gabeler 2020

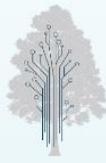
Hecking, M. (2014): Grünes Geschäftsprozessmanagement, Diplomica Verlag GmbH 2014

Kauffeld, S.; Stasewitsch, E.; de Wall, K.; Othme, J. (2019): Innovationen in der Hochschullehre – das Beispiel Technische Universität Braunschweig, in: Kauffeld, S.; Othmer, J. (Hrsg.) (2019): Handbuch Innovative Lehre, Springer Nature 2019 [1-44]

Kerpedzhiev, G.D.; König, U.M.; Röglinger, M.; Rosemann, M. (2020): An Exploration into Future Business Process Management Capabilities View of Digitalization, in: Bus Inf Syst Eng 63(2),[83–96] (2021) [<https://doi.org/10.1007/s12599-020-00637-0>]



- Kolb, A. Y. & Kolb, D. A. (2013). The Kolb Learning Style Inventory – Version 4.0. Experience Based Learning Systems. Download: [www.learningfromexperience.com] 08.07.2021
- Kugeler, M.; Vieting, M.: Gestaltung einer prozessorientiert(er)en Aufbauorganisation, in: Becker, J.; Kugeler, M.; Rosemann, M.: Prozessmanagement, 5.Auflage Springer Berlin Heidelberg New York 2005, [221 – 268]
- Meyer, J.; Teuteberg, F. (2012): Nachhaltiges Geschäftsprozessmanagement, in Mattfeld, D.C.; Robra-Bissantz, S. (Hrsg.) (2012): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012, Tagungsband der MKWI 2012, Braunschweig 2012 [http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00048217]
- Pongratz, H.; Tramm, T.; Wilbers, K. (Hrsg. (2009)): Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen im kaufmännischen Unterricht, Texte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung Herausgegeben von Karl Wilbers Band 4, 2009, [11-29]
- Scheruhn, H.-J.; Weidner, S.; Müller, S. (o.J.): Fallstudie Enterprise Online Guide – Einführung, © SAP UCC Magdeburg; © Hochschule Harz-SAP Next-Gen Chapter, Version 3.4 o.J.
- Schmidpeter, R.; Kolb, M.: Wirtschaft im Wandel – Neue Anforderungen an die Managementausbildung, Springer Nature 2018, in: Raueiser, M.; Kolb, M. (Hrsg.): CSR und Hochschulmanagement, Management-Reihe Corporate Social Responsibility, Springer Gabeler Berlin 2018 https://doi.org/10.1007/978-3-662-56314-4_2
- Seidlmeier, H. (2019): Prozessmodellierung mit ARIS®, 5. aktualisierte. Auflage, Springer, Vieweg, 2019
- Van der Aalst, W. et al. (2011): Process Mining Manifesto, in: “Business Process Management Workshops 2011,“ Lecture Notes in Business Information



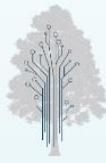
Analyse von ERP-Systemen am Beispiel von SAP

Hans-Jürgen Scheruhn, Christian Reiter, Christian Biermann & Elnur Bayramli

Hochschule Harz, Wernigerode, Deutschland

Abstract: Die Umsetzung von ERP-Projekten ist meist mit überdurchschnittlich hohem Ressourceneinsatz und Risiko verbunden. Datengetriebene Entscheidungen können in derartigen Projekten maßgeblich zum Erfolg beitragen und auch dem Nachhaltigkeitsaspekt von IT-Projekten zugutekommen. Diese Arbeit kombiniert Methoden des Process Mining mit denen einer ERP-Redokumentation, um mit relevanten Daten aus einem bestehenden ERP-System einer Organisation eine möglichst automatisiert erschaffene Informationsgrundlage für die Entscheidungsfindung in ERP-Projekten zu erzeugen, die in ihrer Gesamtheit einen vollumfänglichen Überblick auf alle Aspekte und allen Detailierungsstufen eines Unternehmens geben soll. Dabei wird aufgezeigt, wie die generierten Daten anhand einer Informationsarchitektur strukturiert dokumentiert und für die Entscheidungsfindung von verantwortlichen Projektmitarbeitern aufbereitet werden können. Die Symbiose der verwendeten Methoden, die von den Autoren auch als „Enterprise Engineering“ bezeichnet wird, zeigt auf, wie der Aufwand für das Aufsetzen und den Betrieb von Process Mining Systemen erheblich reduziert werden kann, indem die Daten aus der Redokumentation sowie der verwendeten Informationsarchitekturen als Input für das Process Mining wiederverwendet werden.

Keywords: ERP, Process Mining, Redokumentation, Information architecture, S/4HANA Migration



1. Einleitung

1.1. Motivation

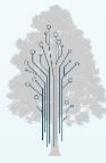
Die Anwenderunternehmen von Unternehmenssoftware werden von den jeweiligen Softwareherstellern in bestimmten zeitlichen Abständen mit neuen Softwareversionen (z.B. Übergang von SAP ERP auf SAP S/4HANA) konfrontiert, was wiederum zu neuen Projektaufwänden und betrieblichen Risiken in den Anwenderunternehmen führt.

In Enterprise-Resource-Planning-(ERP)-Projekten sämtlicher Art bedarf es einer transparenten, einheitlichen Erhebung bzw. Dokumentation von aktuellen Kennzahlen zum Zustand des bereits produktiven ERP-Systems, der komplexen betriebswirtschaftlichen Konfiguration und vorgenommener technischer Anpassungen, die es allen relevanten Projektbeteiligten ermöglichen, das ERP-Projekt (z.B. die Einführung eines neuen ERP-Systems) zu planen und die zugrundeliegenden Anforderungen nachzuvollziehen (Hufgard et al., 1999: 427 ff.). In vielen Unternehmen werden derartige Informationserhebungen im Rahmen einer Vorprojektphase meist nicht auf eine systematische und automatisierte Art und Weise unternommen (Aalst, 2016).

1.2. Problemstellung

Die Anforderungserhebung und Situationsanalyse in ERP-Projekten, im Kontext einer System-Einführung, -Wartung und -Weiterentwicklung, ist meist mit hohem zeitlichem und manuellem Aufwand verbunden. Dieses Problem soll anhand des Design-Science-Forschungsparadigma (Hevner et al., 2004) gelöst werden, indem die folgende Forschungsfrage beantwortet wird: Können ERP-Systeme automatisiert analysiert und dabei Ist-Prozesse im Kontext einer IA strukturiert erfasst werden?

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wird eine beispielhafte Lösungsumgebung – eine Kombination aus Methoden der ERP-Redokumentation, des Process Mining und aus einer Informationsarchitektur – basierend auf einer Literaturrecherche erarbeitet und vorgestellt, die in ihrem Zusammenwirken eine strukturierte Informationsbasis für datengestützte Entscheidungen in ERP-Projekten liefern. Das Ziel der Lösungsumgebung ist es, die Diskrepanz zwischen den



organisatorischen Anforderungen und existierenden Systemeinstellungen zu identifizieren, um die Effizienz und Effektivität der bestehenden oder neu einzuführenden ERP-Standardsoftware zu optimieren. Ferner dient die Erfassung des Ist-Zustands auch dazu, eine Voraussetzung für weitere Anpassungen des ERP-Systems an veränderte Anforderungen zu erfüllen.

1.3. Aufbau der Arbeit

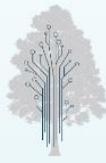
Zur Beantwortung der Forschungsfrage, werden zunächst im nächsten Kapitel die Wissensgrundlagen geschaffen. Daran anschließend wird die Forschungsmethode in Kapitel drei vorgestellt. Das Design der Lösungsumgebung, welches eine Kombination aus Process Mining, Redokumentation und einer Informationsarchitektur ist, wird in Kapitel vier detailliert erläutert, bevor eine mögliche Vorgehensweise für dessen Umsetzung anhand eines demonstrativen Einsatzes im Rahmen einer ERP-Systemanalyse der Hochschule Harz vorgestellt wird. Die Evaluation des Einsatzes der Lösungsumgebung in ERP-Projekten erfolgt in Kapitel sechs. Zu guter Letzt werden im letzten Kapitel die Ergebnisse zusammengefasst.

2. Grundlagen

Dieses Kapitel behandelt die wesentlichen Grundlagen in den Themenbereichen ERP, Process Mining, Redokumentation und Informationsarchitektur, die für das Verständnis der darauffolgenden Kapitel erforderlich sind.

2.1. ERP-System

Ein Enterprise-Resource-Planning-System (ERP-System) unterstützt alle innerbetrieblichen Prozesse in allen wesentlichen Abteilungen eines Unternehmens (Hansen et al., 2015, 138 ff.). In vielen Unternehmen handelt es sich dabei typischerweise um eine Standardsoftware, die aus mehreren miteinander integrierten Modulen besteht, die aggregiert auch als Business-Suite bezeichnet werden (Hansen et al., 2015, 138 ff.). SAP S/4HANA ist die neue bzw. vierte Produktgeneration des SAP-ERP, welches vom weltweit führenden deutschen ERP-



Standardsoftware-Anbieter SAP angeboten wird (Gerard et al., 2017: 68). Mit der Einführung der neuen Produktgeneration (S/4HANA) erhoffen sich viele Unternehmen weltweit einen höheren Automatisierungsgrad zu erlangen, Prozesse zu beschleunigen und somit den Anforderungen der fortschreitenden Digitalisierung gerecht zu werden (Zillman et al. 2019: 4). Dabei durchlaufen die Unternehmen mehrfach (Process maturity model) den sogenannten Prozesslebenszyklus (Scheruhn et al., 2013). Dieser umfasst 5 Phasen (Abbildung 1), passt mit den Phasen von SAP BPI (Business Process Intelligence) (vgl. SAP SE, 2021) überein und gilt für alle IT-Projekte, die eine Einführung, den Betrieb und die Optimierung bzw. Weiterentwicklung eines SAP-Systems als Ziel verfolgen.

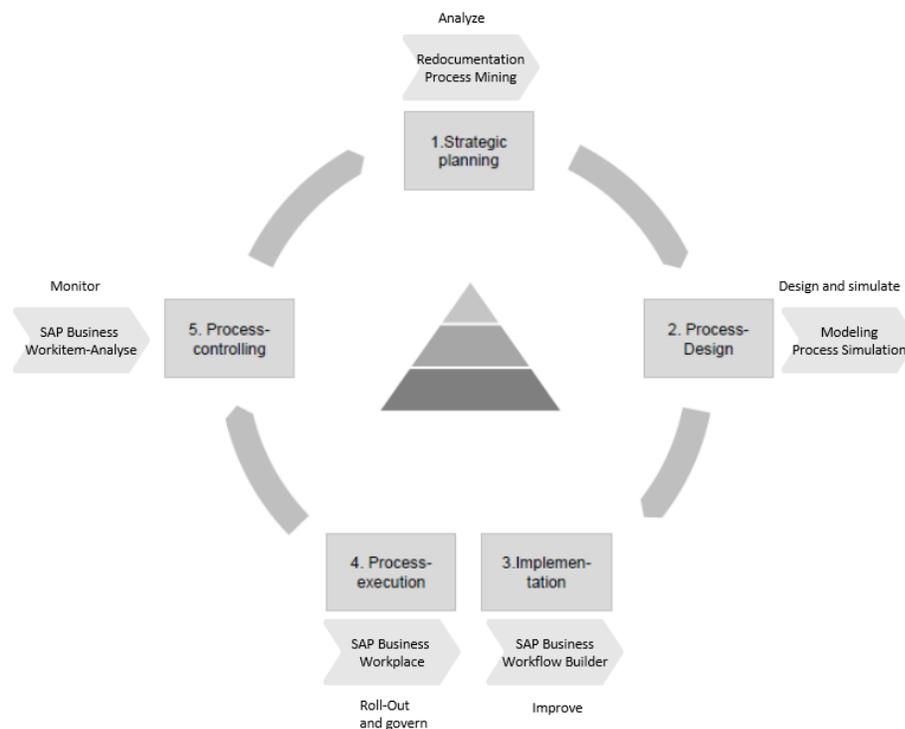
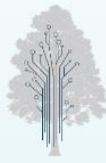


Abb. 1: Prozesslebenszyklus nach Scheruhn und Mapping mit SAP BPI (vgl. Scheruhn, 2013 und SAP SE, 2021)

Die Phasen 2 bis 5 werden vom SAP Solution Manager (SolMan) bzw. SAP Cloud Application Lifecycle Management (CALM) unterstützt (Elmlinger, 2017) (SAP SE, 2021). Der SolMan bzw. SAP CALM ermöglicht eine modellbasierte Einführung von ERP-Systemen, bei der die Ist-Geschäftsprozesse und die Daten modellhaft anhand von Modellierungstools dokumentiert



werden, bevor das ERP-System eingeführt und an das Unternehmen angepasst wird (Scheruhn et al., 1997: 7).

2.2. Process Mining und Process Simulation

Der Begriff Process Mining umfasst unterschiedliche Methoden der automatisierten Identifizierung und Analyse von digitalisierten Geschäftsprozessen eines Unternehmens. Van der Aalst (Aalst, 2016). ordnet das Process Mining als Bindeglied der beiden Disziplinen Process Science und Data Science zu, weil die Methoden des Process Science, wie beispielsweise Prozessmodellierung und -analyse, mit denen des Data Science, wie beispielsweise Maschinelles Lernen und Data Mining, kombiniert werden. Wie auch in Abbildung zwei dargestellt, wird generell zwischen drei Arten des Process Mining unterschieden. Alle drei Arten (Erkennung, Konformitätsprüfung, Erweiterung) erheben Informationen über die Prozesssicht und können ihre Informationen aus Event-Logs (oder auch Ereignis-Logs) beziehen, welche in typischen Informationssystemen, wie z.B. ERP-Systemen, existieren (Aalst, 2016).

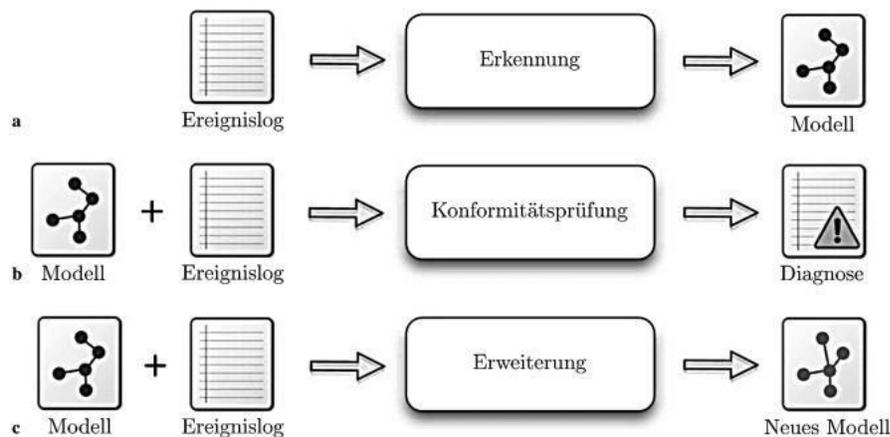
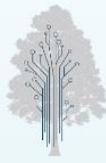


Abb. 2: Drei Arten von Process Mining (vgl. Accorsi & Aalst, 2012) (Prozesssicht)

Ein weit verbreitetes Ziel der Anwendung von Process Mining in Unternehmen ist es herauszufinden, in welchen zeitlichen Abständen bestimmte Prozesse ausgeführt werden und wie



viel Zeit sie jeweils in Anspruch nehmen (Aalst, 2016). Als Ergänzung zum Process Mining, bei dem die Ergebnisse rückblickend generiert werden, sollten nach van der Aalst (Aalst, 2018). auch Daten, die einen vorausschauenden Charakter haben, anhand von Prozesssimulationen herangezogen werden.

2.3. ERP-Redokumentation

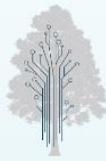
Das Verfahren der ERP-Redokumentation (Reiter, 2002) basiert im Wesentlichen auf Verfahren des Reverse Engineerings und Reverse Business Engineerings. Das Reverse Engineering hat das Ziel bestehende technische Systeme hinsichtlich der Strukturen, Zustände sowie Verhaltensweisen zu analysieren und daraus Informationen über vorhandene Systemkomponenten zu Dokumentationszwecken abzuleiten (Hufgard, 1999). Gründe für den Einsatz von Reverse Engineering-Maßnahmen sind beispielsweise unzureichend dokumentierte und historisch angewachsene Anwendungssysteme in schlechter Qualität, die konzeptionell leichter überschaubar und verständlicher sind als auf der Implementierungsebene (Sneed, 1992: 259).

Das Reverse Business Engineering verfolgt inhaltlich ein ähnliches Ziel. Während das Reverse Engineering die technischen Aspekte analysiert, liegt beim Reverse Business Engineering der Fokus auf der betriebswirtschaftlichen Sicht und der Anwendungssituation (Hufgard, 1999). Dabei geht es um eine systematische und strukturierte Analyse von einem oder mehreren produktiven ERP-Systemen, um Verbesserungspotentiale in Unternehmen zu erschließen (Hufgard, 1999).

Ein Beispiel für die toolgestützte Umsetzung der Redokumentation an einem SAP-ERP-System wird in Kapitel 4.1 bzw. Kapitel 5.2 vorgestellt.

2.4. Informationsarchitektur

Das Informationsmanagement nach Krcmar (Krcmar, 2015: 8) verfolgt das Ziel die Ressource Information bestmöglich einzusetzen, um so beispielsweise die digitale Transformation eines Unternehmens voranzutreiben (Eccles et al., 1992). Informationsarchitekturen (IA) sind ein Mittel des Informationsmanagements, welche anhand von bestimmten Perspektiven (auch: Sichten oder Layer) und Abstraktionsebenen (auch Detaillierungsebene) einen ganzheitlichen Überblick über



eine große Sammlung von Informationen verschaffen und alle Bestandteile miteinander integrieren bzw. in Beziehung zueinander setzen (Krcmar, 2015: 8). In dieser Arbeit soll dazu der Einsatz der 4 IT Integration Layer Architektur (4ITL) von Scheruhn (Scheruhn, 2013) geprüft und ergänzt werden. 4ITL besteht in Anlehnung an den typischen Aufbau eines IT-Systems aus den 4 vertikalen Sichten (1) Organisations- und Anwender (Präsentation), (2) Prozess, (3) Funktion und (4) Daten sowie 4 Abstraktionsebenen (s.a. Abbildung 9). Alle Sichten enthalten umfangreiche und wiederverwendbare Referenzmodelle im Umfang von 6 SAP-gestützten typischen End-to-End-Prozessen (Scheruhn, 2012). Diese sind z.B. in der Prozesssicht (2) auf Detaillierungseben {3} sowohl als BPMN als auch EPK dargestellt und werden auf der gleichen Detaillierungsebene z.B. um Entity Relationship Modelle (ERM) aus der Datensicht (4) bzw. Rollenzuordnungsdiagrammen aus der Präsentationssicht (1) (vgl. Scheruhn et al., 2010) ergänzt. Die Umsetzung erfolgt zunächst auf Basis ARIS (Software AG, 2021) und soll für weitere Tools wie z.B. Aeneis (Intellior AG, 2021) und Signavio (Signavio GmbH, 2021) geprüft werden.

3. Forschungsmethode

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird das Design-Science-Research (DSR) Prozessmodell nach Peffers et al. (2008) angewendet. Die nachfolgende Abbildung umfasst dessen grundlegenden Schritte im Kontext der zu untersuchenden Forschungsfrage.

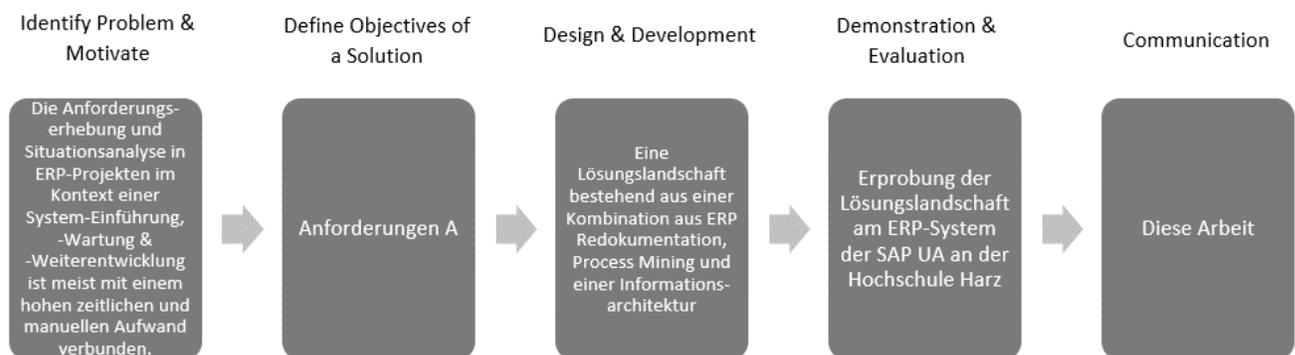
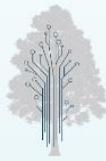


Abb. 3: Design-Science-Prozessmodell [eigene Darstellung]



ERP-Projekte gehören zu den komplexesten IT-Projekten in Unternehmen. Dies betrifft insbesondere die Situationsanalyse und Anforderungserhebung, wenn bestehende ERP-Systeme über Jahrzehnte historisch gewachsen sind und die Verantwortlichen auf Managementebene den Überblick über das alte ERP-System und dessen tatsächliche Nutzung verloren haben. Der Zustand und die Art der Nutzung eines ERP-Systems können viel über die „Gesundheit“ eines Unternehmens verraten. Derartige Angaben eignen sich optimal als eine Informationsgrundlage für datenbasierte Entscheidungen in ERP-Projekten. Es existieren diverse Methoden und Analysetools, die ERP-Systeme analysieren, dabei jedoch unterschiedliche Stärken und Schwächen aufweisen, sodass die Anwenderunternehmen es bei der Auswahl meist mit Insellösungen zu tun haben. Um dem entgegenzuwirken, präsentiert diese Arbeit einen Vorschlag für eine Kombination von bereits existierenden Analyse-Methoden und -Tools, die in ihrem Zusammenwirken die in der nachfolgenden Tabelle aufgestellten Anforderungen adressieren.

Tab. 1: Objectives of a Solution

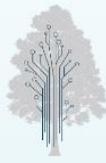
[in Anlehnung an Reiter & Scheruhn, 2004: 344; Reiter & Nuettgens, 2002: 224; Scheruhn et al., 2013]

ID	Beschreibung
A.1	Organisations- & Anwendersicht (Präsentationssicht): Integrierte Analyse der Organisationsstruktur und des Anwenderverhaltens (User Behavior Mining)
A.2	Prozesssicht: Identifizierung und Monitoring von systemgestützten Geschäftsprozessen
A.3	Funktionssicht: Integrierte technische Systemanalyse bzw. Analyse der verwendeten Funktionen des ERP-Systems & des Customizings
A.4	Datensicht: Datenanalyse und Erstellung von Datenmodellen zur Verwendung für eine Prozessanalyse
A.5	Gesamtarchitektur Business- & IT-Alignment/Compliance: Betrachtung der Informationen aus unterschiedlichen Sichten und unterschiedlichen Abstraktionsebenen

Anhand eines demonstrativen Einsatzes von ausgewählten Methoden, wird aufgezeigt, wie eine Analyse durchgeführt werden kann und welche Informationen dabei aus einem produktiven ERP-System generiert werden können.

Der in dieser Arbeit vorliegende Untersuchungsgegenstand ist ein ERP-System der SAP UA, welches an der Hochschule Harz zu Forschungs- und Lehrzwecken eingesetzt wird.

Im Folgenden Kapitel werden die Methoden und Tools vorgestellt, mit denen das ERP-System in Kapitel fünf analysiert wird.



4. Design der Lösungsumgebung

4.1. ERP-Redokumentation in Kombination mit Process Mining

Das Ziel einer Redokumentation ist es ERP-Projekte (meist SAP ERP) im Kontext einer Einführung, Wartung, Weiterentwicklung mittels einer kostengünstigen Bereitstellung von anforderungsrelevanten Informationen zu beschleunigen, indem bereits produktive ERP-Systeme zeitnah und (halb-) automatisch analysiert und redokumentiert werden (Hufgard et al., 1999: 427 ff.). Reiter & Scheruhn (Reiter et al., 2004) beziffern die Kostenreduktion mittels einer toolgestützten Vorgehensweise mit 70-80%, da die Involvierung von Mitarbeitern des Anwenderunternehmens bei der Qualitätskontrolle reduziert wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wird zur beispielhaften Demonstration der toolgestützte Redokumentations-Service „msgFIT“ der SAP-Beratungsfirma msg Services AG aus München eingesetzt, da dieser aus Sicht der Autoren in Bezug auf die Redokumentation eine besonders lange Einsatzerfahrung vorweisen kann.

Anders als beim Process Mining vom Typ a (Erkennung), haben die generierten Analyseergebnisse ihren Ursprung nicht nur aus den Event-Logs des ERP-Systems. Stattdessen werden anhand von Belegen Informationen über die Nutzung von Customizing-Einstellungen, den gepflegten Stammdaten, Bewegungsdaten und den genutzten Transaktionen des produktiven ERP-Systems Daten über die tatsächliche Ausführung von Prozessen und Funktionen im Unternehmen gesammelt.

Die Analyse der Daten erfolgt direkt beim Kunden in einer Netweaver basierten SAP-Komponente, die von msg entwickelt wurde. Sie kann Bestandteil eines S/4 HANA Systems oder eines SAP SolMan bzw. CALM sein. Die Ergebnisse sind nicht nur Grundlage für die Generierung der Prozessmodelle nach dem Process Mining Typ b (Konformitätsprüfung), sondern ermöglichen auch die Ableitung einer S/4 Migrationsstrategie des betroffenen SAP-Systems.

In der nachfolgenden Generierungsphase werden die Ergebnisse der Datenanalyse in SAP Analytics Cloud (SAC) überführt und anschließend zur grafischen Visualisierung der Ergebnisse in einem Dashboard aufbereitet.

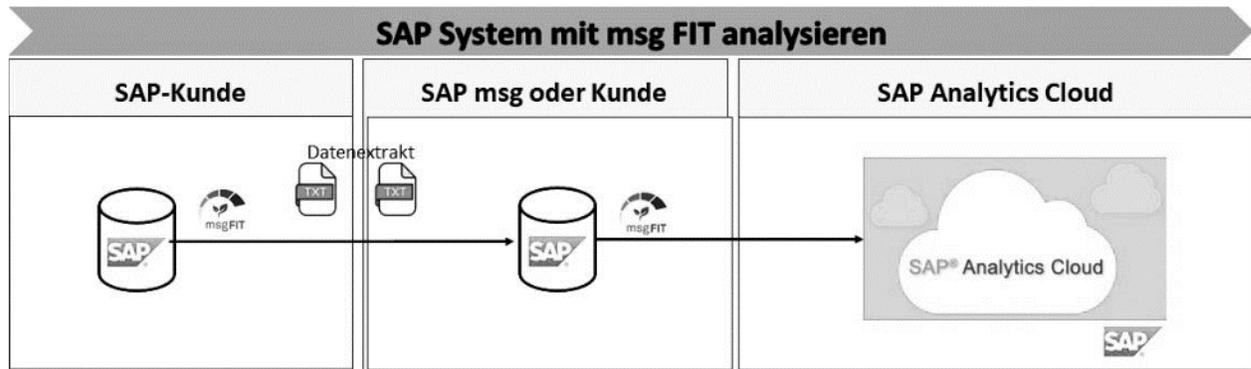
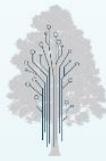
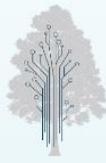


Abb. 4: Durchzuführende Schritte bei einer Analyse mit msgFIT in der Datensicht (vgl. Reiter, 2020)

Basierend auf der erhobenen Transaktionsnutzung und den Customizing-Einstellungen des ERP-Systems wird mittels einer Negativ- und Positivselektion ein vorkonfiguriertes Referenzmodell (z.B. 4ITL in Kombination mit SAP Best Practice) mit typischen Prozessvarianten und -schritten in Form von BPMN-Diagrammen sowie EPKs der Prozesssicht (2), auf den genutzten Umfang im jeweiligen Unternehmen angepasst. Die aktivierten Teile des Referenzmodells sind im SAP SolMan bzw. CALM dokumentiert und repräsentieren die im ERP-System durchgeführten Geschäftsprozesse (Reiter et al., 2004). Ein besonderer Vorteil des Verfahrens ist die breite Redokumentation aller SAP-Prozesse eines Unternehmens nach dem Process Mining Typ b (Konformitätsprüfung).

Die technischen Mittel und Möglichkeiten des msgFIT erlauben jedoch keine Informationen über Prozesslaufzeiten (PPI) auf Detailierungsebene {Ebene 4}. Daher können die identifizierten Prozessschritte {Ebene 3} innerhalb der Prozessvarianten nicht die detaillierte Prozessausführung im Unternehmen repräsentieren und müssen deshalb in Workshops mit Fachexperten verfeinert werden (Reiter et al., 2004).

Um die Verfeinerung der Informationsbasis aus dem msgFIT automatisiert durchführen zu können, wird Celonis für die Umsetzung von Process Mining (Typ c) eingesetzt. Celonis hat sich in diesem Gebiet als Marktführer etabliert und ist somit eines der bekanntesten Softwarehersteller für Process Mining (Everest Global, 2021). In dem sich anschließenden Folgeprojekt sollen auch weitere Tools wie z.B. Signavio Business Process Intelligence (Signavio GmbH, 2021) und ARIS Process Mining (Software AG, 2021) untersucht werden.



4.2. Auswahl der Informationsarchitektur

Mit Hilfe der von Scheruhn (Scheruhn et al., 2013) vorgestellten 4ITL-IA sollen die aus dem ERP-System extrahierten Informationen sämtlicher Art miteinander verknüpft und in Beziehung zueinander gesetzt werden, sodass sich existierende Ursache-Wirkungs-Kausalitäten zwischen Business- und IT-relevanten Informationen hervorheben. Die in dieser Arbeit zunächst verwendete 4ITL-IA gibt zur Kategorisierung und Klassifizierung von Informationen die in Abbildung 3 (siehe Anhang) abgebildeten Sichten (auch: Layer) und Detaillierungsebenen (auch: Level) vor. Die Umsetzung der ausgewählten IA verhilft dabei die zuvor aufgestellten Anforderungen A.1 bis A.5 (Tabelle 1) zu berücksichtigen und dabei eine ganzheitliche Sicht auf ein Unternehmen zu schaffen sowie vordefinierte Datenmodelle für die Prozessanalyse zu verwenden (Scheruhn et al., 2013). Die integrierte Betrachtung beider Tools erfordert jedoch eine Erweiterung von 4ITL um 4 weitere Sichten. Dabei korrespondiert die Sicht „(M)otivation“, mit der Phase (1), die Sicht „(A)pplication“ mit der Phase (3), „(T)echnology“ mit (4) und „(N)etwork“ mit (5) des Prozesslebenszyklus in Abbildung 1. Alle 8 Sichten werden in Anlehnung an das SAP EAF (Sri, 2010) horizontal nebeneinander im „Enterprise Online Guide (EOG)“ angeordnet. Im Unterschied zum SAP EAF erfolgt die Detaillierung der Sichten in EOG nicht serviceorientiert (SOA) oder objektorientiert (OOA), sondern durchgängig über alle 8 Sichten prozessorientiert (EOG).

5. Demonstration

5.1. Versuchsaufbau

Das zu analysierende ERP-System an der Hochschule Harz ist ein SAP S/4HANA mit der Release Version 1709. Die nachfolgende Abbildung skizziert die in dem Versuch durchgeführten Schritte in ihrer Reihenfolge.

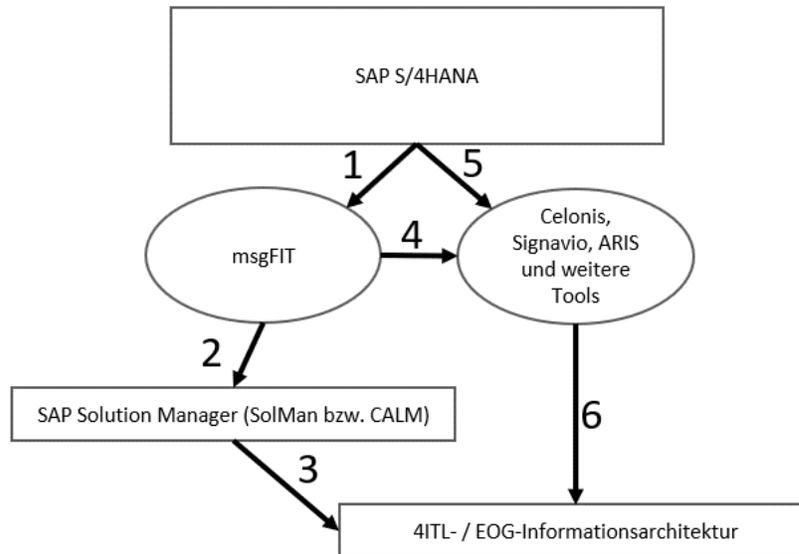
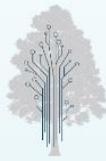


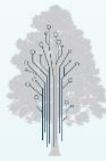
Abb. 5: Aufbau der Lösungslandschaft mit Reihenfolge der Datenflüsse in der Datensicht [eigene Darstellung]

Im ersten Schritt wird das ERP-System (SAP S/4HANA) mittels msgFIT analysiert, wodurch die generierten Daten (insbesondere Prozessstrukturen) in den SAP SolMan gelangen. Von dort aus können die Informationen mittels vordefinierter Schnittstellen der Softwarehersteller auf die Modellierungsplattform der ursprünglichen 4ITL IA übertragen werden. Im vierten Schritt wird die Software Celonis anhand der mittels msgFIT generierten Prozessdaten an die Einsatzumgebung angepasst, sodass im Anschluss die Analyse des ERP-Systems mittels Celonis (Schritt 5) durchgeführt werden kann. Die dadurch generierten Analysedaten der Datensicht werden im Anschluss auf die Modellierungsplattform der erweiterten EOG IA übertragen (Schritt 6), damit ein ganzheitlicher Überblick über alle generierten Informationen an einem zentralen Ort möglich ist.

5.2. Ergebnisse msgFIT

Die Ergebnisse des msgFIT lassen sich in die Bereiche Nutzungsanalyse und Prozessdokumentation aufteilen. Mit dem Einspielen des msgFIT-ABAP in das ERP-System (Schritt 1 in Abbildung 6) konnten die folgenden fünf Analysebereiche identifiziert werden:

1. Analyse der Organisation und Organisationsstruktur



2. Analyse der Programm- /Transaktionsnutzung
3. Autorisierungsanalyse
4. Dokumenten- / Beleganalyse (Customizing)
5. Objektanalyse (Eigenentwicklungen)

Die ersten drei Analysebereiche decken die Funktionssicht sowie Organisations- und Anwendersicht ab. Die Prozesssicht wird ebenfalls durch die Analyse der Programm- / Transaktionsnutzung sowie der Analyse der Dokumente bzw. Belege erfüllt. Basierend auf den ersten Ergebnissen der Prozesssicht wurden im SAP SolMan bzw. CALM die verwendeten Prozessbausteine bzw. -varianten des vorkonfigurierten Referenzmodells (wie schon in Kapitel 4.1 beschrieben) aktiviert.

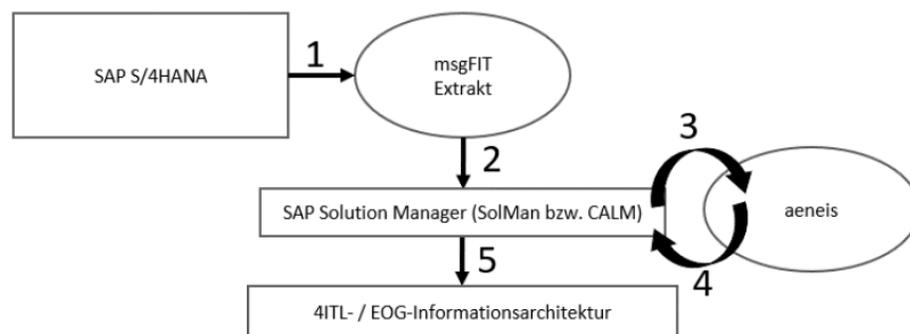
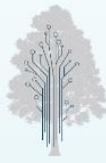


Abb. 6: Umsetzung des msgFIT mit der 4ITL/EOG IA [eigene Darstellung]

Letzteres ist Bestandteil der Prozessdokumentation bzw. dem zweiten Teilbereich von msgFIT. In diesem Zusammenhang fand eine Datensynchronisation mit der Modellierungssoftware Aeneis statt (Schritt 3&4 in Abbildung 6), die eine automatisierte Selektion anhand der Transaktionsanalyse des msgFIT ermöglicht.

5.3. Ergänzung mittels Celonis

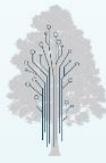
Process Mining wird von Celonis als Service über die Cloud angeboten und basiert grundsätzlich auf der 4ITL- Architektur.



Im Rahmen dieser Arbeit standen hauptsächlich die Process Mining-Arten Konformitätsprüfung (Typ b) auf Basis msgFIT und Erweiterung (Typ c) auf Basis von Celonis im Fokus. Bei ersterem werden existierende Prozessmodelle aus msgFIT mit Inhalten der jeweiligen Event-Logs aus dem ERP-System abgeglichen und überprüft, ob es Abweichungen zwischen der Realität und der existierenden Prozessdokumentation gibt (Aalst, 2016: 18). Auf diese Weise werden die Prozessschritte der Prozessvarianten, die mittels msgFIT identifiziert wurden, qualitätsgesichert. Darüber hinaus werden ergänzende Prozesskennzahlen (KPI und PPI) wie z.B. Prozesslaufzeiten und oft auftauchende Prozessverzögerungen aufgedeckt, die in ihrer Gesamtheit ein Monitoring der Prozesse ermöglichen, sodass die Anforderungen der Prozesssicht aus Kapitel drei damit vollständig abgedeckt sind.

Obwohl das Process Mining gegenüber klassischen Prozessaufnahme und -analyse-Methoden (z.B. Interview) Qualitäts- & Kostenvorteile bietet, ist bei der Einführung von Process Mining-Software zusätzlicher Aufwand für das Customizing zur eindeutigen Erkennung und Kategorisierung von Prozessvarianten (z.B. Kundenauftrag Standard, Barverkauf und Konsignationsabwicklung für den Vertrieb) nötig (Reiter et al, 2004). Um diesen Aufwand zu reduzieren, werden die mittels msgFIT generierten Informationen über genutzten Transaktionen, Tabellen, Belegarten bzw. Customizing-einstellungen, woraus sich die Bezeichnungen der Prozessvarianten ableiten lassen, in den Analyse-Algorithmus von Celonis überführt, sodass Celonis bei der Analyse von Event-Logs automatisch die notwendigen Muster erkennt, um unterschiedliche Prozessvarianten zu identifizieren und kategorisieren zu können. Weiterhin können die Bausteine, aus denen die Prozessvarianten bestehen, in die Process Mining Tools übernommen und bei identifizierter Nutzung zu Prozessketten zusammengeführt werden. Ein großer Aufwand entsteht bei der Identifizierung bzw. dem „joinen“ der zugehörigen Tabellen von Stamm- und Bewegungsdaten aus dem ERP-System, welche die Event-Logs liefern. Sowohl die Tabellennamen (z.B. „KNA1“ oder „VBAK“ als auch die „Join“-Bedingungen (z.B. „KNA1.KUNNR=VBAK.KUNNR“) können der Datensicht von 4ITL bzw. EOG entnommen werden.

Der in diesem Kapitel beschriebene Umsetzungsprozess für das ERP-System der SAP UA an der Hochschule Harz erfolgt in Zusammenarbeit mit den Unternehmen SAP University Competence Center (SAP UCC) und Celonis SE. Bereits im September 2021 soll im Rahmen eines Anschluss-



Projektes noch eine weitere Umsetzung mit Signavio (Signavio GmbH, 2021) bzw. Process Mining Solution der Software AG (Software AG, 2021) erfolgen.

5.4. Integration in die IA

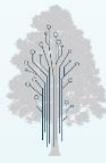
Die konkrete Umsetzung der IA erfolgt zunächst auf den Modellierungsplattformen Aeneis bzw. ARIS. Für die automatisierte Integration der Daten aus dem msgFIT ist es wichtig, dass der Content der 4ITL bzw. EOG IA mit dem SAP SolMan (Scheruhn et al., 2013) bzw. CALM synchronisationsfähig ist.

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt eine Zuordnung der in Kapitel drei als Anforderung definierten Sichten zu der Layer- & Level-Kombination der EOG IA sowie dem Tool, mit welchem die jeweiligen Informationen generiert wurden. Die Bezeichnung der IA-Koordinaten, z.B. „(F)unktion_123“, (O)rganisation_3, (D)aten_3 oder (P)rozess_1 entspricht der Konvention von Scheruhn (Scheruhn et al., 2013).

Tab. 2: Mapping der generierten Informationen mit EOG

Art der Information	EOG-Koordinaten	Methode / Tool
1a. Organisationssicht	O3	msgFIT
1b. Anwendersicht	A1-A4	msgFIT & Celonis
2. Prozesssicht	P1-4	msgFIT & Celonis
3. Funktionssicht und Ecosystem-Sicht	F123 & T34 & N34	msgFIT
4. Datensicht	D1-4	msgFIT & Celonis

Ergänzend dazu visualisiert die Abbildung 10 (siehe Anhang) anhand der weiß markierten Zellen, welche Bereiche der erweiterten EOG-IA mit der im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Lösungsumgebung automatisiert generiert werden konnten. Die Präsentationssicht (Organisations- und Anwendersicht) aus Tabellen 1 und 2 mussten dazu in EOG in zwei getrennte Sichten aufgeteilt werden („Organization“ bzw. „Application“ in Abbildung 10).



6. Evaluierung

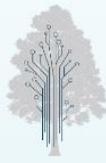
In Anlehnung an das Evaluierungsframework von Sonnenberg und Brocke (Sonnenberg et al., 2012: 381 ff.) erfolgt die Evaluierung der Ergebnisse anhand der in Tabelle 3 aufgelisteten Schritte und Kriterien. Da diese Arbeit keinen klassischen Vergleich von Tools aus Sicht der Tool-Hersteller anstrebt, werden die Kriterien z.B. von Viner et al. (Viner et al., 2020: 19 ff.) zunächst bewusst außer Acht gelassen.

Tab. 3: Evaluationsschritte

Schritt (EVAL)	Betrachtungsgegenstand	Evaluationskriterium
1	Forschungslücke	Neuartigkeit, Notwendigkeit
2	Design der Lösungsumgebung	Erfüllung A.1 bis A.5, Mehrwert, Realisierbarkeit

Die Notwendigkeit der Beantwortung der Forschungsfrage wurde in der Einleitung erläutert. Das Thema Process Mining ist bereits in vielen Facetten untersucht und publiziert worden. In diesem Zusammenhang haben beispielsweise Fleig et al. (2018) ein Entscheidungsunterstützungssystem basierend auf Process Mining für ERP-Implementierungsprojekte vorgestellt, welches der Motivation-Sicht in EOG zugeordnet werden kann. Es existiert jedoch keine aktuelle Publikation (Stand 04. Juli, 2021), in welcher die Vorteile von ERP-Redokumentation, Process Mining und einer IA kombiniert werden. Im Gegensatz zu existierenden Publikationen adressieren die Ergebnisse dieser Arbeit nicht nur den Bedarf für betriebswirtschaftliche Kennzahlen (KPI und PPI), sondern auch jene in Kombination mit relevanten technischen Systemkennzahlen, die jeweils automatisiert aus produktiven ERP-Systemen generiert werden.

Die Erfüllung der Anforderungen A.1 bis A.5 wird anhand des ausgewählten Designs der Lösungsumgebung sichergestellt. Zur vollumfänglichen Erfüllung von A.3 werden die Ergebnisse aus msgFIT mit jene aus Celonis erweitert. Für die Erfüllung von A.4 werden die Ergebnisse aus beiden Methoden in EOG integriert und innerhalb dieser modellbasiert visualisiert. Der Abbildung 10 ist zu entnehmen, dass anhand der gewählten Methoden 66% des Potentials (weiß markierte Zellen) von EOG automatisiert ausgeschöpft wurde. Die automatisierte Ausschöpfung der noch nicht gefüllten Zellen (34%) könnte im Rahmen einer weiteren Iteration des DSR-Prozesses

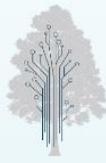


erforscht werden. Darunter fällt auch die derzeit noch fehlende automatisierte Berücksichtigung bzw. Erstellung von Risiko Balanced Scorecards aus der (M)otivation-Sicht im EOG oder von Security-Konzepten aus der (N)etzwerksicht im EOG sowie von internen Kunden-Lieferantenbeziehungen erneut aus der (M)otivationsicht im EOG, um nur einige zu nennen.

Wichtig zu erwähnen ist, dass das ausgewählte Design der Lösungsumgebung speziell für die ERP-Software des Herstellers SAP geeignet ist, weil existierende Redokumentations-Werkzeuge meist nur spezifisch für eine Softwarebibliothek wie SAP ERP bzw. S/4HANA entwickelt wurden (Hufgard et al., 1999: 427 ff.).

msgFIT liefert wesentliche Kennzahlen, die aus Sicht der Autoren für strategische Entscheidungen sowie Weiterentwicklungen (SAP S/4 Migration) absolut wichtig sind. Weiterhin ermöglicht es die kostengünstige Redokumentation der gesamten SAP-Prozesse im SolMan (bzw. Cloud ALM) und daran angeschlossenen Modellierungswerkzeugen. Darüber hinaus ermöglicht es auf Basis der bisherigen ERP Prozesse eine Prognose der zukünftigen S/4HANA Prozesse. Jedoch liefert msgFIT keine exakte Prozessdokumentation und Prozesslaufzeiten auf Ebene 4 des EOG (P4), welche für die Prozessoptimierung notwendig sind. Dennoch wird dessen Durchführung (msgFIT) von den Autoren als sehr sinnvoll erachtet, da die generierten Prozessvarianten auf Ebene 3 des EOG (P3) durch das Customizing des ERP-Systems identifiziert (A34) werden und msgFIT im Gegensatz zum klassischen Process Mining diese systemspezifischen Customizingeinstellungen auslesen kann. Somit wird eine Dokumentationsbasis mittels msgFIT geschaffen, die im Anschluss anhand des Process Mining bzw. Celonis verfeinert wird (Reiter et al., 2004). Hierdurch kann der Implementierungsaufwand eines Process Mining Ansatzes erheblich reduziert werden.

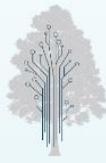
In Bezug auf die Realisierbarkeit der Lösungsumgebung wurde in dieser Arbeit demonstriert, wie Process Mining mittels Celonis auf Basis echter Daten im Kontext der vorgestellten Lösungsumgebung umgesetzt werden kann. Diese Erkenntnis soll im Zuge weiterer Iteration des DSR-Prozesses weiter vorangetrieben werden. Dabei soll auch der tatsächliche Ressourcenaufwand der Lösungsumgebung gegenüber anderen Methoden und Tools wie z.B. Signavio (Signavio GmbH, 2021) und Process Mining der Software AG (Software AG, 2021) gemessen und in Vergleich gesetzt werden. Insbesondere soll geprüft werden, ob msgFIT – analog zum Setup von Celonis – auch die Analyse-Phase von SAP BPI erheblich beschleunigen kann



(SAP SE, 2021). Die in den nachfolgenden Phasen (3-5) des Prozesslebenszyklus in Abbildung 1 vorgeschlagene Einbindung des SAP-Workflow Management ist bereits wichtiger Bestandteil des Prozesslebenszyklus in Abbildung 1.

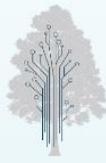
7. Fazit

Die in dieser Arbeit erarbeitete Lösungsumgebung adressiert das Problem hoher Aufwände zur Situationsanalyse und Anforderungserhebung in ERP-Projekten seitens der Anwenderunternehmen. Als Lösung wurde eine Kombination aus Redokumentation, Process Mining und die Nutzung einer Informationsarchitektur vorgeschlagen, die in ihrem Zusammenwirken alle relevanten Anforderungen (A.1 bis A.5) abdecken. Der Mehrwert der Lösungsumgebung aus Sicht der Anwenderunternehmen liegt darin, dass aus produktiven ERP-Systemen anhand einer stark automatisierten Herangehensweise eine Informationsgrundlage für alle Projektbeteiligten geschaffen wird, sodass die Entscheidungsfindung datengetrieben stattfinden kann. Ein davon profitierender Nachhaltigkeitsaspekt ist in EOG durch Sustainability Balanced Scorecards der (M)otivation Map fest verankert, z.B. durch eine bei regelmäßiger Anwendung der erarbeiteten Lösungsumgebung rechtzeitige Entdeckung vorhandener Problemzonen (beispielsweise in Form von Diskrepanzen zwischen den organisatorischen Anforderungen und existierenden Systemeinstellungen), sodass der allgemeine Zustand des produktiven ERP-Systems den Ressourceneinsatz in zukünftigen ERP-Projekten möglichst positiv beeinflusst. Die Autoren bezeichnen die Kombination der eingesetzten Methoden und Tools, die zu strategischen- und Planungszwecken in Ihrer Gesamtheit einen vollumfänglichen Überblick auf alle Aspekte und allen Detailierungsstufen eines Unternehmens geben wollen, als Enterprise Engineering. Zukünftige Iterationen des DSR-Prozesses sollen u.a. aufzeigen, wie das volle Potential der eingesetzten IA automatisiert weiter ausgeschöpft werden kann.

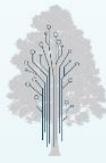


Literaturverzeichnis

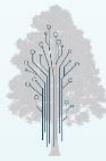
- Aalst, W. v. (2018). Process Mining and Simulation: A Match Made In Heaven! SpringSim-SCSC, 2018 July 9-12, Bordeaux, France;_c 2018 Society for Modeling & Simulation International (SCS)
- Aalst, W. v. (2016). Process Mining. Data Science in Action. Eindhoven: Springer, S. 18, 31-39
- Accorsi, R. U., & van der Aalst, W. M. (2012). Informatik Spektrum. Berlin: Heidelberg: Springer.
- Eccles, R., & Nohria, N. (1992). Beyond the Hype: Rediscovering the Essence of Management. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Everest Global, Inc. (Juni 2021). Everest Group PEAK Matrix for Process Mining Technology Vendors 2021.
- Elmlinger, S. (2017). In-Memory-Datenbank SAP HANA. SAP HANA - Einsatzmöglichkeiten des SAP Solution Managers. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, S. 109
- Fleig, C., Augenstein, D., Maedche, A. (2018). Designing a Process Mining-Enabled Decision Support System for Business Process Standardization in ERP Implementation Projects
- Gerard, J., & Katz, S. (2017). In-Memory-Datenbank SAP HANA. Wiesbaden: Springer Fachmedien GmbH. doi:10.1007/978-3-658-18603-6_3, S. 68
- Hammer, M. J. (1994). Business Reengineering. Die Radikalkur für das Unternehmen. Frankfurt/New York.
- Hansen, H. R., Mendling, J., & Neumann, G. (2015). Wirtschaftsinformatik (Bd. 11). Göttingen: De Gruyter Oldenburg. S. 138-143, 328ff.
- Hufgard, A., & Wenzel-Däfler, H. (Februar 1999). Wirtschaftsinformatik Proceedings 1999. Reverse Business Engineering - Modelle aus produktiven R/3-Systemen ableiten, S. 427-431
- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). MIS Quarterly 28. Design Science in Information Systems Research, 75-105.



- Intellior AG. (08.07.2021). Aeneis, das universelle BPM-Profi-Tool,
<https://www.intellior.ag/software/>, aufgerufen am 08.07.2021
- Krcmar, H. (2015). Informationsmanagement. München: Springer Gabler, S. 8, 101ff.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M., & Chatterjee, S. (2008). A Design Science Research
Reiter, C. (2002) Modellbasierte SAP R/3 Redokumentation. In: Jost, W., Scheer, A.
(2013). ARIS in der Praxis: Gestaltung, Implementierung und Optimierung von
Geschäftsprozessen. (1. Aufl., S. 219- 240) Germany: Springer Berlin Heidelberg.
- Reiter, C., & Scheruhn. (2004). Toolbased Analysis and Re-Documentation of my SAP
Enterprise Systems
- Reiter, C. (2020). msg FIT für S/4 HANA Migration. Hamburg: msg treorbis GmbH.
Methodology for Information Systems Research. Journal of Management Information
Systems.
- Scheruhn, H.-J., & Klockhaus, E. (1997). Modellbasierte Einführung betrieblicher
Anwendungssysteme. Deutscher Universitäts Verlag (Gabler Vieweg Westdeutscher
Verlag), S. 7
- Sneed, H. M. (1992). Softwarewartung und -wiederverwendung Bd II: Softwaresanierung. Köln,
S. 259
- Scheruhn, H.-J., et. al. (2013). Repository-based Implementation of information pyramid: A
study based on ERP case studies: HCI 2013 International 2013 Conference, Las Vegas,
USA, July 21-26, 2013 Proceedings by Springer 2013
- Sonnenberg, C. & Brocke, J. (2012). "Evaluations in the Science of the Artificial – Reconsidering
the Build-Evaluate Pattern in Design Science Research", In: Proceedings of the 7th
International Conference on Design Science Research in Information Systems
(DESRIST). Ed. by K. Peppers, M. Rothenberger, and B. Kuechler. Springer Berlin
Heidelberg: Las Vegas, NV, USA, S. 381–397
- Scheruhn, H.-J., (2012). Online Process Management at GBI / part 1 | SAP Blogs,
<https://blogs.sap.com/2012/10/29/online-process-management-at-gbi-part-1/> aufgerufen
am 28.6.2021



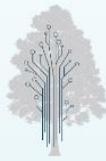
- Scheruhn, H.-J. et. al.: Modellierung und Implementierung von Geschäftsprozessen in verteilten Systemen - Eine Fallstudie, Verlag Dr. Kovac, Hamburg 2010.
- Sri R. (2010): TOGAF and SAP EAF Relationship. <https://blogs.sap.com/2010/11/30/togaf-and-sap-eaf-relationship-part-1/>, aufgerufen am 08.07.2021
- SAP SE. (05.07.2021). SAP Cloud Application Lifecycle Management (ALM). Von <https://support.sap.com/en/alm/sap-cloud-alm.html#section>, aufgerufen am 05.07.2021
- SAP SE. (05.07.2021). Business Process Intelligence. <https://www.sap.com/germany/products/business-process-intelligence.html>, aufgerufen am 05.07.2021
- Software AG. (08.07.2021). Business Process Excellence mit ARIS, https://www.softwareag.com/de_de/platform/aris.html, aufgerufen am 08.07.2021
- Signavio GmbH. (08.07.2021). SAP Process Manager by Signavio, <https://www.signavio.com/de/products/process-manager/#>, zuletzt aufgerufen am 08.07.2021
- Signavio GmbH. (04.07.2021). Ihr ultimativer Leitfaden für Process Mining. <https://www.signavio.com/de/downloads/whitepaper/ultimativer-leitfaden-fur-process-mining>, aufgerufen am 04.07.2021
- Viner, D. Stierle, M. & Matzner, M. (2020): A Process Mining Software Comparison. In Proceedings of the ICPM Doctoral Consortium and Tool Demonstration Track 2020 co-located with the 2nd International Conference on Process Mining (ICPM 2020), volume 2703 of CEUR Workshop Proceedings, pages 19–22, 2020.
- Zillmann, M., & Ganowski, T. (2019). Lünenonk Studie: Mit S/4HANA in die digitale Zukunft - Status, Ziele und Trends bei der Einführung von S/4HANA im deutschsprachigen Raum. L. & GmbH, Hrsg. Von www.luenendonk.de abgerufen, S. 4



Anhang

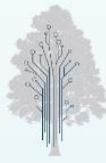
Enterprise Models		GBI to-be [ARIS BD]	GBI [SAP Solu- tion Manager]	SAP ERP	SAP NW BI
Model structure	Level of information pyramid	1-3	3	3	1,2
	Process life cycle phases by Scheruhn	2,4	2-5	2-5	1-5
	4 IT integration layers	•	•	•	•
	Levels of hierarchy	4	3	4	4
Model types instances	Shown in Figure 2	• (1,0)	◦ (0,3)	◦ (0,8)	◦ (0,3)
Object types instances	Ref. to Process Governance Matrix by Scheruhn [22]	• (1,0)	◦ (0,5)	◦ (0,8)	◦ (0,5)
Model type instances/ 1.Presentation layer	Organization Chart	•	◦	•	◦
	Function Role Allocation Diagram	•	•	•	◦
2.Process layer	E-Business Scenario Diagram	•	◦	•	◦
	Company and Department Balanced Scorecards	•	◦	◦	•
	Business Workflow of Business Rules eEPCs / BPMN Process Diagrams	•	◦	•	◦
	Workflow Container Flow	•	◦	•	◦
3.Function layer	Business Services Tree	•	•	•	◦
	Objective Diagram	•	◦	•	◦
	UML Class Diagram	•	◦	•	◦
4.Data layer	Info Cube, Dimension and Facts Data as Data Warehouse Structure Diagrams	•	◦	◦	•
	Data Source Model	•	◦	•	•
	KPI Allocation Diagram	•	◦	◦	•
	System Organization Customizing Diagram	•	◦	•	◦
	Mask Diagram and WebDynpro Context	•	◦	•	◦
Object type instances/ 1.Presentation layer	Roles, Positions, Jobs	•	•	•	◦
2.Process layer	Strategy, Perspective, Strategic Objectives , KPI	•	◦	◦	•
	Scenarios, Business Processes	•	•	•	◦
3.Function layer	Process Steps as Methods of SAP Business Objects and External Webservice	•	◦	•	◦
4.Data layer	Master, Transaction and Customizing Data	•	•	•	•
	Masks (GUI)	•	•	•	◦
	System Organizational Units (Locations)	•	◦	•	◦
	Keys, Foreign Keys, Describing Attributes	•	◦	•	•
	Key Figures, Characteristics	•	◦	◦	•
	Money	•	◦	•	•
	Material	•	◦	•	•
Degree of Integration	Integration Model / Object Types seen from ARIS Business Designer	100%	30 / 50%	0 %	0%
	Integration seen from SAP Solution Manager	-	100%	100%	0%

Abb. 7: Zeigt die Layer und Level von 4ITL nach Scheruhn (vgl. Scheruhn, 2013)



	Business Map				Information Map		Ecosystem Map	
	Motivation	Organization	Function	Process	Application	Data	Technology	Network
Corporate Management (strategic)	1							
Area Management (tactical)	2							
Workplace (operational)	3	ORG	BST	BPMN	EPC	ERM	UML	UML
Compliance	4							

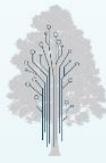
Abb. 8: Die weiß markierten Zellen im EOG sind jene, zu denen die Informationen durch „Enterprise Engineering“ automatisiert generiert werden können. Abbildung in Anlehnung an (Scheruhn 2013; Scheruhn 2010; Sri 2010)



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

SUSTAINABILITY



Challenge-Based Learning als zukunftsorientiertes Lehr- und Lernkonzept?

Svenja Damberg

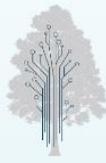
Technische Universität Hamburg (TUHH), Hamburg, Deutschland

Abstract: Themen wie Nachhaltigkeit und Innovation werden auch in der universitären Lehre immer bedeutsamer. Anhand eines Fallbeispiels präsentiert und diskutiert dieser wissenschaftlich-praktisch orientierte Kurzbeitrag das Konzept des Challenge-Based Learnings (CBL) und eine mögliche Integration in bestehende SAP S/4HANA Lehrkonzepte. In einem bestehenden Modul wird der Fokus auf nachhaltige Geschäftsprozesse gelegt. Studierende können – gemeinsam mit Studierenden teilnehmender Partneruniversitäten – neben dem regulären Curriculum an einer übergeordneten Challenge teilnehmen, für welche sie gemeinsam Lösungsansätze entwickeln, die über die klassischen Lehrinhalte- und Formate hinausgehen. Anhand des Fallbeispiels benennt dieser Beitrag ferner Chancen und Herausforderungen dieses innovativen Lehrkonzeptes und diskutiert dessen mögliche Zukunft in der universitären Lehre.

Keywords: Challenge-Based Learning, SAP S/4HANA, nachhaltige Geschäftsprozesse, digitale Lehre

1. Einleitung

Klassische Lehrformate an Universitäten, wie die Vorlesung, werden mehr und mehr zu Auslaufmodellen. Hingegen erfreuen sich neue und innovative Lehrformate, wie beispielsweise Flipped Classroom (Kenner & Jahn, 2016), immer größerer Beliebtheit. Daneben hat sich insbesondere in den letzten Jahren ein immer größer werdendes Bewusstsein für Nachhaltigkeit entwickelt. In der Literatur gibt es keine klare Definition des Konzeptes Nachhaltigkeit. Häufig werden jedoch die drei Elemente Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft angeführt (Blazejczak & Edler, 2004). Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit spiegeln sich wiederum in den Sustainable Development Goals (kurz: SDGs) wider. Eine Reihe an Autor*innen argumentieren für die



Bedeutsamkeit des Einzugs von Nachhaltigkeitsthemen in die Bildung (Kioupi & Voulvoulis, 2019). Dies inkludiert nicht zuletzt die universitäre Lehre.

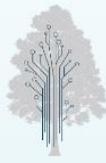
Digitale Lehrveranstaltungen sind in den vergangenen Jahren immer beliebter geworden und so hat auch SAP S/4HANA Einzug in Online-Lehrkonzepte gefunden (Damberg, 2020). Im Rahmen des universitären Netzwerks der SAP UCC Magdeburg werden seit vielen Jahren Fallstudien verwendet, welche die Geschäftsprozesse abbilden und die zum Ziel haben, Studierenden diese entsprechend praktisch zu vermitteln.

Im Sinne der SDGs ist die Nachhaltigkeit von Geschäftsprozessen unumgänglich. Laut Gabler Wirtschaftslexikon lässt sich ein solcher definieren als: „Das Ziel nachhaltiger Geschäftsprozesse ist es, die ökologische Effizienz des Unternehmens langfristig zu verbessern, ohne die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu beeinträchtigen. Nachhaltige Geschäftsprozesse fokussieren dabei insbesondere auf drei unterschiedliche Aspekte: Ökonomie, Ökologie und Soziales“ (Gabler, 2021).

In diesem Sinne wird im vorliegenden Beitrag die Einbindung von CBL in eine bestehende Lehrveranstaltung diskutiert. Dieser Kurzbeitrag ist wie folgt gegliedert: In Kapitel folgt eine Erläuterung des CBL-Ansatzes. Darauf folgend wird in Kapitel 3 das Lehrkonzept sowie eine Evaluation der durchgeführten CBL-Veranstaltung unter Einbindung von SAP S/4HANA präsentiert und diskutiert. Kapitel 4 schließt den Beitrag mit einem Fazit und Ausblick.

2. Challenge-Based Learning als Lehr- und Lernmethode

In diesem Kapitel soll die Challenge-Based Learning Methode als innovatives Lehr- und Lernkonzept kurz vorgestellt werden. Hierzu ist es zunächst erforderlich, eine Abgrenzung zu bestehenden, ähnlichen Lehrkonzepten vorzunehmen. Ähnlich zum Case Based Learning setzt das Challenge-Based Learning eine gewisse Vorbildung voraus. Während einer Case Based Sitzung nehmen die Lehrenden dann eine aktive Rolle in der Hinsicht ein, dass sie Feedback geben, auf aufkommende Fragen reagieren und mit den Studierenden interagieren, um Feedback zu geben und richtungsweisend zu agieren (Hopper, 2018). Laut des Autors werden die Konzepte Problem Based Learning, Case Based Learning und Team Based Learning häufig verwechselt. Die



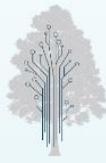
Hauptunterscheidungsmerkmale liegen in der Rolle der Lehrenden und der Lernmethode (S.145). Laut Kohn Rådberg, Lundqvist, Malmqvist, and Hagvall Svensson (2020) kann der Challenge-Based Learning Ansatz folgendermaßen beschrieben werden: „Challenge-based learning (CBL) is a multidisciplinary approach that encourages students to work actively with peers, teachers and stakeholders in society to identify complex challenges, formulate relevant questions and take action for sustainable development.” Es geht entsprechend darum, den Lernhorizont für die Lernenden zu erweitern und unterschiedliche Stakeholder mit einzubeziehen. Diese Definition liefert das Verständnis von CBL im Fallbeispiel (siehe Kapitel 3). Ein Vorteil des Konzeptes liegt darin, dass alle Altersgruppen angesprochen werden (Willis, Byrd, & Johnson, 2017). Entsprechend passt der Ansatz ebenfalls zu den SDGs und dem Ansatz von lebenslangem Lernen unter Ziel 4 („Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all“) (UN, 2021).

3. Fallbeispiel: CBL in der universitären Lehre mit SAP S/4HANA

3.1. Lehrkonzept

Die Technische Universität Hamburg (TUHH) ist Teil des Netzwerks European Consortium of Innovative Universities (ECIU). Gemeinsam mit zwei europäischen Partnern, der Östergötland Region in Schweden und der Universität Trient in Italien, wurde im Wintersemester 2020/21 ein neuartiges Lehrkonzept erprobt, welches zunächst für Studierende der ECIU-Partneruniversitäten geöffnet wurde.

Die Östergötland Region nahm die Rolle des Challenge Providers ein, d.h. sie stellte die Challenge, für welche von den Studierenden in interdisziplinären Teams Lösungsansätze erarbeitet werden sollten. Hierbei ging es darum, Möglichkeiten für einen nachhaltigeren Transport in der Östergötland Region zu entwickeln. Diese übergeordnete Challenge befasste sich folglich mit SDG 12 (Verantwortungsvoller Konsum und Produktion). CBL sollte hier entsprechend einen innovativen Lernrahmen zur gemeinschaftlichen Ideenentwicklung bieten, indem die



Teilnehmenden kollaborativ neuartige Lösungsvorschläge zu einem übergeordneten Themengebiet entwickeln.

Neben der freiwilligen Teilnahme an dieser Challenge konnten Studierende am Modul „Business Administration and Enterprise Resource Planning“ teilnehmen und sich hierfür 6 ECTS für ihr reguläres Studium anrechnen lassen. Dies wurde zuvor zwischen den ECIU-Partneruniversitäten vereinbart und es wurden zu diesem Zweck im Nachhinein Zertifikate an die teilnehmenden Studierenden vergeben. Bei dem Modul handelt es sich um ein an der TUHH-verankertes Modul mit einem Fokus auf der Vermittlung grundlegender Geschäftsprozesse und die Abbildung dieser in SAP S/4HANA anhand des Beispiels der Produktion von Fahrrädern. Das Modul wurde entsprechend als „Micro Module“ für externe, internationale Studierende geöffnet (ECIU, 2021).

Die Inhalte des Moduls wurden im Vorfeld von den Dozent*innen um Nachhaltigkeitsaspekte in Bezug auf die vier unterrichteten Geschäftsprozesse (Finanzierung, Materialwirtschaft, Produktion, Vertrieb) ergänzt, um Studierende auf die Teilnahme an der übergeordneten Challenge vorzubereiten. Daneben gab es kleine „Challenges“ im Sinne eines problembasierten Lernens mit klaren Lösungen, an denen Studierende in ihren Teams arbeiten sollten.

Aus der Perspektive der Lehrenden gab es bei der Umsetzung der extracurricularen Challenge einiges zu bedenken. Zunächst wurde sich am Challenge Cycle orientiert. Dieser ist in Abb. 1 dargestellt und beinhaltet die Phasen (1) Engage, (2) Investigate und (3) Act. Studierende sollten entsprechend von den Lehrenden dabei unterstützt werden, diese Phasen zu durchlaufen. Weniger ging es darum, Vorgaben zu machen, sondern eher als begleitende*r Berater*in zu agieren. Es wurde eingangs eine Kennlernrunde mit allen Beteiligten veranstaltet, eine Zwischenpräsentationsrunde veranstaltet und schließlich eine gemeinsame Evaluationsrunde organisiert. Alle drei Veranstaltungen fanden digital in Zusammenarbeit mit der Challenge-Providerin, den Lehrenden sowie den Studierenden statt.

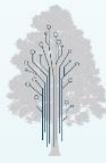
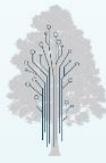


Abb. 1 Challenge Cycle (Quelle: <https://www2.tuhh.de/zll/cbl-start/>)

3.2. Evaluation und Reflexion

International sowie überregional entstehen vermehrt Konsortien von Universitäten, die gemeinsam die Zukunft der Bildung mitgestalten möchten. Das hier aufgezeigte Fallbeispiel gibt einen Überblick über die mögliche Integration von CBL-Elementen in die universitäre Lehre. Die gesammelten Erfahrungen mit der CBL-Methode können zukünftig weiteren Lehrenden dazu dienen, ihre Veranstaltungen zu planen und umzusetzen.

Insgesamt lässt sich sagen, dass überwiegend positive Erfahrungen mit dem dargestellten Konzept in diesem Pilotprojekt gesammelt wurden. Das sowohl qualitativ als auch quantitativ erhobene Feedback der teilnehmenden Studierenden fiel durchweg positiv aus. Nicht außer Acht gelassen werden sollte jedoch die Tatsache, dass sowohl den Lehrenden als auch den Lernenden eine gewisse Mehrarbeit abverlangt worden ist. Die Lehrenden mussten vorab die Lehrinhalte anpassen und mit neuen Themenschwerpunkten aktualisieren. Zudem mussten Absprachen mit den Partner*innen getroffen werden und extracurriculare Termine festgelegt werden.



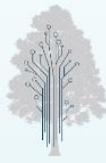
Trotz dieses Mehraufwands waren sich alle Beteiligten einig, dass spannende Ideen und Lösungsansätze entstanden sind. Zukünftig soll das Konzept in einer zweiten Pilotphase – ganz im Sinne des CBL-Ansatzes – auch für externe Stakeholder geöffnet werden. Das bedeutet, dass nicht nur Studierende teilnehmen dürfen, sondern zudem begeisterte weitere Akteure und Lernende jeden Alters (Willis et al. 2017). Dadurch soll es zu einer noch engeren Vernetzung der Partneruniversitäten, aber auch der Gemeinden und Kommunen kommen, um Themen wie den nachhaltigen Transport verstärkt gemeinsam anzugehen.

4. Fazit und Ausblick

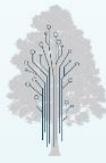
Im vorliegenden Beitrag wurden zunächst neue Entwicklungen in der universitären Lehre aufgezeigt und das Challenge-Based Learning als innovatives Lehr- und Lernformat vorgestellt. Anschließend wurde eine im Wintersemester 2020/21 an der TUHH durchgeführte Lehrveranstaltung als ein Fallbeispiel einer CBL-Veranstaltung vorgestellt und diskutiert. Zudem wurde die Zukunft der universitären Lehre im Kontext von innovativen Lehrmethoden und Nachhaltigkeitsthemen diskutiert. Dieser Kurzbeitrag liefert somit sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht ein Praxisbeispiel für die Einbindung von CBL in Lehrveranstaltungen, die SAP S/4HANA beinhalten.

Literaturverzeichnis

- Blazejczak, J., & Edler, D. (2004). Nachhaltigkeitskriterien aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive: ein interdisziplinärer Ansatz. *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, 73(1), 10-30.
- Damberg, S. (2020). *Über den Einsatz von SAP S/4HANA in der digitalen, internationalen Lehre*. Paper presented at the SAP Academic Community Conference.
- ECIU. (2021). ECIU Challenges. Retrieved from <https://challenges.eciu.org/challenges/>
- Gabler. (2021). Nachhaltige Geschäftsprozesse. Retrieved from <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/nachhaltige-geschaeftsprozesse-53448>



- Hopper, M. K. (2018). Alphabet Soup of Active Learning: Comparison of PBL, CBL, and TBL. *HAPS Educator*, 22(2), 144-149.
- Kenner, A., & Jahn, D. (2016). *Flipped Classroom–Hochschullehre und Tutorien umgedreht gedacht*.
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2019). Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability*, 11(21), 6104.
- Kohn Rådberg, K., Lundqvist, U., Malmqvist, J., & Hagvall Svensson, O. (2020). From CDIO to challenge-based learning experiences—expanding student learning as well as societal impact? *European Journal of Engineering Education*, 45(1), 22-37.
- UN. (2021). Ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all. Retrieved from <https://sdgs.un.org/goals/goal4>
- Willis, S., Byrd, G., & Johnson, B. D. (2017). Challenge-based learning. *Computer*, 50(7), 13-16.



Ertragskennzahlen der Nachhaltigkeit mit QuartaVista agil erproben, messen und weiterentwickeln

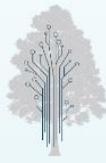
Jenny Lay-Kumar & Karin Gräslund

Regionalwert AG Freiburg / Hochschule RheinMain, Leipzig / Wiesbaden, Deutschland

Abstract: Der Beitrag beleuchtet den aktuell drängenden Bedarf an Nachhaltigkeitskennzahlen und die dafür passend gewählte Methode agiler Erprobung erster Kennzahlenkonzepte für Nachhaltigkeit im Feldversuch mit Unternehmen im Mittelstand der ökologischen Agrarindustrie. Erläutert werden deren exemplarische Operationalisierung für die Implementierung in einem Standard-ERP System wie dem Business by Design der SAP im Sinne der Design Science sowie der Entwurf der damit ermöglichten nachhaltigen Geschäftsberichterstattung im SAP-System. Der Ausblick verweist auf die Notwendigkeit der weiteren Validierung des Ansatzes in anderen Industrie-bereichen und den erforderlichen wissenschaftlichen Abgleich mit den sich abzeichnenden Standards der Sustainable Finance wichtiger Sustainability Communities.

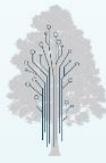
1. Problemstellung fehlender externer Effektgrößen in Unternehmen

Nachhaltigkeit und digitale Innovation zu verbinden ist wesentlich für Methoden und Instrumente, die zu einer gelingenden Unternehmensführung, -steuerung und -bilanzierung der Zukunft beitragen wollen. Dieser Konferenzbeitrag erläutert Konzepte und Methoden zur erweiterten Messung von Unternehmenserfolg aus dem Innovationsprojekt QuartaVista – Navigationssystem für wertorientierte Unternehmen. Er bettet sie in die aktuelle Diskussion ein, fasst die Ergebnisse der Expertisepartner SAP SE und Regionalwert AG Freiburg zusammen (vgl. Abschlussbericht QuartaVista, Berichtsteile SAP SE und Regionalwert AG Freiburg, 2021) und erläutert sie anhand eines Best Practices.



Die noch häufig auf klassisch finanzielle Werte verengte Perspektive auf Unternehmenserfolg in der herkömmlichen Gewinn- und Verlustrechnung und Bilanz bildet die tatsächlichen Leistungen und Risiken eines Unternehmens nicht umfassend genug ab (Breyer, 2010). Unternehmen erfassen die sozial-ökologische Innen- und Umwelt von Unternehmen damit nicht (Walkiewicz et al., 2021a; Hiß, 2020). QuartaVista antwortet auf diese Problemstellung und schlägt eine betriebswirtschaftliche Erfolgsmessung vor. Deren Methoden und Instrumente zur Abstraktion der realen Prozesse in Unternehmen erfordern eine Erweiterung um den komplexen Anforderungen, die die ökonomische und gesellschaftliche Realität heute und in Zukunft an Unternehmen stellt, besser zu entsprechen (Abschlussbericht QuartaVista, Berichtsteil Regionalwert AG Freiburg (Kurzform: QV-Bericht-RWAG, 2021)).

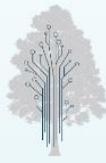
Die verwendete Methode der Internalisierung von sozial-ökologischen Folgen aus Unternehmensaktivitäten wird schon lange diskutiert. Schäden an Umwelt und Gesellschaft sowie nicht-resilienten ökonomische Strukturen fallen auf Unternehmen zurück und erzeugen dort betriebswirtschaftlichen Risiken und Ineffizienzen (Tol, 2010, Arrow, 1970, Cingano, 2014). Die Überschreitung planetarischer Leitplanken führt weltweit zur Gefährdung der ökologischen Gleichgewichte, was das menschliche Leben auf dem Planeten selbst bedroht (Rockström et al., 2009) und global große gesellschaftliche Ungleichheiten erzeugt. Das aktuellste Beispiel hierfür ist der Klimawandel. Volkswirtschaftliche Schadens- und Kostenszenarien gibt es dazu, aber bisher ist es noch nicht gelungen, die Betriebswirtschaft für die Auswirkungen dieser Risiken und Schäden auf Unternehmensebene ausreichend sensibel zu machen (Breyer, 2010) und zur methodischen Diagnose und theoriebasiertem nachhaltigem Handeln zu befähigen. Verbände wie etwa die Value Balancing Alliance und bspw. Econsense als Forum Nachhaltigkeit der deutschen Wirtschaft stellen sich seit wenigen Jahren diesem Vorhaben konkret und können Unternehmen leider noch keinen Standards vorgeben. Um internationale Nachhaltigkeitsziele für 2030 (UN, 2015) erfüllen zu können müssen jedoch rasch konsequente und praktikable Strategien umgesetzt werden. Zentral ist dabei, das wirtschaftliche Handeln schnell einer nachhaltigen Entwicklung entsprechend zu gestalten und in der Wirtschaft agierenden Menschen mit Hilfe moderner Projekt- und Changemanagement-Methoden von den zukünftigen Erfordernissen zu überzeugen und



Vorgehensweisen aufzuzeigen (WEF, 2021). D.h. erste und bessere Schritte der Diagnose und Dokumentation bereits jetzt zu gehen, schon bevor endgültige und internationale Standards ausgehandelt und erreicht werden können. Denn die eintretenden Umweltschäden stellen immer drängender den Status Quo unserer wirtschaftlichen Steuerung in Frage.

Unternehmerische Steuerungssysteme der Vergangenheit geben nicht mehr angemessen Aufschluss darüber, wie Unternehmen so navigieren können, dass sie nachhaltig und resilient wirtschaften und die sie auch selbst bedrohenden Auswirkungen abwenden (Wesselink, 2015; Walkiewicz et al., 2021b, QV-Bericht-RWAG, 2021). Um den bestehenden Problemstellungen entsprechend zu begegnen, ist eine Erweiterung der Perspektive, sowohl in der Unternehmenssteuerung als auch in der Erfolgsmessung notwendig. Folgt man der Argumentation von Hiß, 2015, ist die klassische Erfolgsmessung mit ihren dazu bisher verwendeten Instrumenten Buchhaltung und Bilanzierung in ihrer Erfassung, Betrachtung und Wertfeststellung zu indifferent und eingeschränkt. Ökologische und sozial-ökonomische Werte, die in einem Unternehmen geschöpft oder vernichtet werden, sind nicht umfassend genug abbildet. Schäden und Risiken werden nicht so beziffert, dass es der ganzheitlichen Betrachtung der Unternehmenssituation entspricht. Im Kontext neuer ökonomischer Bedingungen fehlt es an Aufnahme- und Verwendungsmöglichkeiten jener Daten, die zur adäquaten Bewertung und Bilanzierung dieser sozioökonomischen Unternehmenserfolge notwendig sind (IDW, 2020). Und auch das abgeleitete Controlling und die darauf basierende Unternehmensplanung und -steuerung weisen dadurch zwangsläufig dieselben methodischen Unzulänglichkeiten auf. Diese werden aber benötigt, um die jetzige und zukünftige gesellschaftlichen Akzeptanz („license to operate“) und die nachhaltige und dauerhafte Existenz der Unternehmen am Markt sicherzustellen, wie man auch am Bemühen institutioneller Anleger ablesen kann, die Nachhaltigkeit zur Notwendigkeit ihres finanziellen Engagements machen.

Legt man zudem ordnungspolitische Regelwerke zur Geschäftsberichterstattung in den Jahresabschlüssen wie zum Beispiel das Handelsgesetzbuch (HGB) in Deutschland und die Internationalen Reporting Standards (IFRS) „zur Beachtung aller für ein Unternehmen relevanten Vorgänge“ strenger aus als bislang, verlangen sie eine sachgerechte Spiegelung der ganzheitlichen



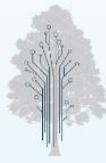
Vermögens- und Ertragslage eines Unternehmens (HGB § 238) in unserem hier vertretenen Sinne. Neuere Regelwerke, wie der Global Reporting Standard (GRI) und die EU-Taxonomie on Sustainable Finance (TEG, 2020) präzisieren diese Leistungsfaktoren über die zu berichten ist. Eine Bewertung im Sinne einer neuen Kapitalrechnung erfolgt darin noch nicht. Folgt man der Argumentation bis hier, werden in Zukunft nur jene Unternehmen erfolgreich wirtschaften können, die ihr Handeln an den ökologischen und sozioökonomischen Gegebenheiten orientieren und dies in ihre Kalkulationsschemata einbeziehen.

2. Methodischer Lösungsansatz der Internalisierung in QuartaVista



QuartaVista bietet ein modellhaftes Navigationssystem, das Unternehmenserfolg in den vier Dimensionen Ökologie, Soziales, Wissen und Finanzen abbildet. QuartaVista enthält eine neue Axiomatik der *QuartaVista®* unternehmerischen Erfolgsmessung, die ihre Annahmen aus nachhaltigem Wirtschaften ableitet und verborgene Ineffizienzen und neue Allokationen offenlegt.

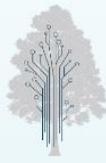
QuartaVista beinhaltet die Integration der vier Dimensionen in die finanzielle Erfolgsrechnung. Es handelt sich um eine Leistungsmessung, die von einer mikroökonomischen Inside-Out Perspektive ausgeht, und an die klassischen Instrumente der Betriebswirtschaftslehre anschließt (QV-Bericht-RWAG, 2021). Damit grenzt sich die Methodik von Ansätzen wie True Cost und Full Cost Accounting ab, die zwar auch die Integration von - insbesondere negativen – Externalitäten in die Unternehmensbilanz anstreben (Eosta et al., 2017; Gaugler und Michalke, 2017). Diese gehen aber von einer Makroperspektive kommend, mit der Bewegungsrichtung Outside-In vor. Es handelt sich dabei um eine ex-post Betrachtung, bei der die Schäden bereits entstanden sind und als Kosten auf Unternehmensseite internalisiert werden sollen. QuartaVista geht dagegen, aufbauend auf das Konzept Richtig Rechnen (Hiß, 2015, Hiß et al. 2019), von der Leistungsseite aus und schreibt den Leistungswerten positive wie negative Effekte auf das Betriebsvermögen zu. Leistungen zu



bewerten und zu bezahlen, ermöglicht Unternehmen das Erbringen von wichtigen Beiträgen zur Nachhaltigkeit und somit die Prävention von teuren Externalitäten.

Im Projekt QuartaVista wurde die Methodik durch einen partizipativen Prozess zur Findung und Definition von KPIs (Key Performance Indicators) ergänzt, sowie modellhaft in die SAP-Software Business By Design (ByD) implementiert. Die QuartaVista-Methodik der erweiterten Messung von Unternehmenserfolg wurde dabei von den Expertisepartnern SAP SE und Regionalwert AG Freiburg entwickelt (Lay-Kumar, 2020). Sie wurde im Rahmen von Experimentierräumen in vier Unternehmen der Bio-Ernährungswirtschaft erprobt und in die SAP-Software Business By Design auf Basis klassischer Kontenrahmen (SKR04) implementiert. Durch die Möglichkeit die Methode in weitere Software-Systeme zu übertragen, besteht Software-Neutralität. Die Stärke dieses innovativen Prozesses ist, dass innerhalb des geschützten Experimentierraums ein Wirkungsfeld für die gegenseitige Stimulation (bzw. Aktivierung) von technologischen und sozialen Innovationen, sowie die Umgestaltung von Glaubenssätzen geöffnet wird (Adams/Larrinaga-González, 2007; Maon et al. 2009, Lay-Kumar, 2020).

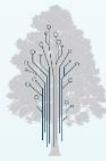
Es konnte gezeigt werden, dass ein Großteil der benötigten Daten für die erweiterte Erfolgsrechnung im SAP-System bereits vorliegt bzw. über Schnittstellen eingespeist werden kann. Durch die Operationalisierung nach „Richtig Rechnen“ konnten jedem KPI ein finanzieller Vermögenswert zugeordnet werden. So konnte modellhaft eine QuartaVista-Bilanz mit zusätzlichen Vermögenskonten in den Dimensionen Soziales, Wissen und Ökologie erstellt werden. Damit gelang es erstmals, die Integration von Nachhaltigkeitsleistungen direkt ins betriebliche Rechnungswesen – die Unternehmens-DNA - zu implementieren. Diese Implementierung von unternehmerischen Aktivitäten und Leistungen ermöglicht einen direkten Anschluss an die EU-Taxonomie on Sustainable Finance (TEG, 2020), die ESG-Risiko-Betrachtung gemäß Bafin-Papier (2019) und die Transparenz-Verordnung über nachhaltigkeitsbezogene Offenlegungspflichten (EU, 2019).



QuartaVista nutzt klassische Instrumente der Unternehmenssteuerung und füllt sie mit nachhaltigkeitsbezogenen Inhalten. Somit kann das Verfahren als Innovations- und Management-Tool genutzt werden. Aus der Management-Perspektive lässt sich die QuartaVista-Methodik als Twin-Track-Vorgehen mit Schwerpunkt auf der Inside-Out Entwicklung beschreiben, mit dessen Hilfe formale Nachhaltigkeitskontrollsysteme in Management-Kontrollsysteme integriert werden (Burrit und Schaltegger 2010, Walkiewicz et al. 2021a, Lay-Kumar 2020, QV-Bericht-RWAG, 2021). Aus dem Unternehmen heraus (Inside-Out) werden anhand des QuartaVista®-Business Model Canvas (<https://www.quartavista.de/business-model-canvas>) zentrale Aktivitäten und Stellschrauben definiert. Outside-In fungieren die SDGs, die EU-Taxonomie und die planetarischen Leitplanken als Referenzpunkte. Beide Perspektiven werden zu einem Twin-Track-Vorgehen zusammengefasst und in KPIs in vier Dimensionen kondensiert.

Der Ansatz, Unternehmensleistung über die finanzielle Dimension hinaus mit unternehmensübergreifend (oder sogar global) gültigen KPIs zu messen, bringt mehrere Herausforderungen mit sich, denen sich auch das Projekt QuartaVista stellen musste: zentral definierte KPIs bieten nur eine eingeschränkte Aussagekraft in Bezug auf unterschiedliche Nationen, Regionen und Branchen, sowie Positionen in der Wertschöpfungskette und spezifische Geschäftsmodelle, darüber hinaus kann der Prozess der KPI-Entwicklung sich je nach Größe und Komplexität des Unternehmens unterscheiden (Lueg & Radlach, 2016; Walkiewicz et al., 2021a). Aus dem Stand der Forschung lässt sich schlussfolgern, dass die Integration von Nachhaltigkeit in Unternehmen aus der Inside-Out-Perspektive eher auf Synchronisation von KPI-Sets setzen sollte, statt auf isolierte Kontrollen einzelner KPIs.

Diese Empfehlung wurde in QuartaVista umgesetzt mithilfe eines Analyserasters und der Clusterung von KPIs in Themenkomplexen (QV-Bericht-RWAG, 2021). Das Analyseraster wurde in den Workshops mit den Unternehmen eingesetzt, um Transparenz und einen guten Überblick über Themen zu ermöglichen, die die Unternehmen im QuartaVista-Navigationssystem abbilden wollten (Walkiewicz et al., 2021a). Es bietet eine Clusterung nach Dimensionen und Scopes. Somit lassen sich Aussagen über die Übertragbarkeit und Vergleichbarkeit der KPIs treffen.

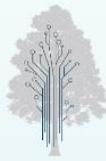


Scopes / Übertragbarkeit	Dimensionen des Unternehmenserfolg			
	Wissen	Gesellschaft	Ökologie	Regionale und globale Wertschöpfung
global	Wissenserhalt	Arbeitsqualität intern	Klimabilanz	
branchenspezifisch				
wertschöpfungsstufen- spezifisch				
unternehmens- spezifisch				

Abb. 1: Analyseraster & generische Themenkomplexe (Abschlussbericht QuartaVista, Berichtsteil Regionalwert AG Freiburg, in Anlehnung an Walkiewicz et al., 2021a)

Themenkomplexe und KPI-Sets, die auf globaler Ebene einsetzbar sind, bieten ein enormes Potenzial der Übertragbarkeit über Branchen und Unternehmensgröße hinweg, sind aber keineswegs spezifisch (Walkiewicz et al., 2021a). Sektor- bzw. Branchenspezifische KPI-Sets ermöglichen Vergleiche innerhalb einer Branche, wie in QuartaVista unter den Unternehmen der Land- und Ernährungswirtschaft. Eine höhere Präzision ermöglichen KPI-Sets, die die Position eines Unternehmens innerhalb der Wertschöpfungskette berücksichtigen, z.B. Produktion, Verarbeitung, Groß- und Einzelhandel. Unternehmensspezifische KPI-Sets stehen auf der untersten Stufe der Vergleichbarkeit. Sie können entscheidende Informationen über spezifische Geschäftsmodelle liefern.

In QuartaVista zielten wir darauf ab, sowohl verallgemeinerbare, global relevante Themenkomplexe, als auch branchen- und unternehmensspezifische zu wählen. So können wir zeigen, dass die QV-Unternehmenssteuerung unterschiedliche Scopes adressieren kann. Alle Unternehmen in QuartaVista bearbeiteten die Themenkomplexe Wissenserhalt (Dimension Wissen), betriebsinterne Arbeitsqualität (Dimension Gesellschaft) und Klimabilanz (Dimension Ökologie).



Darüber hinaus wählte jedes Unternehmen drei weitere Themenkomplexe, die für das eigene Geschäftsmodell zentral sind. Jedem Themenkomplex wurden Themen zugeordnet, die unterschiedliche Perspektiven auf ein Thema einbringen. Jedes Thema wurde über einen KPI abgebildet.

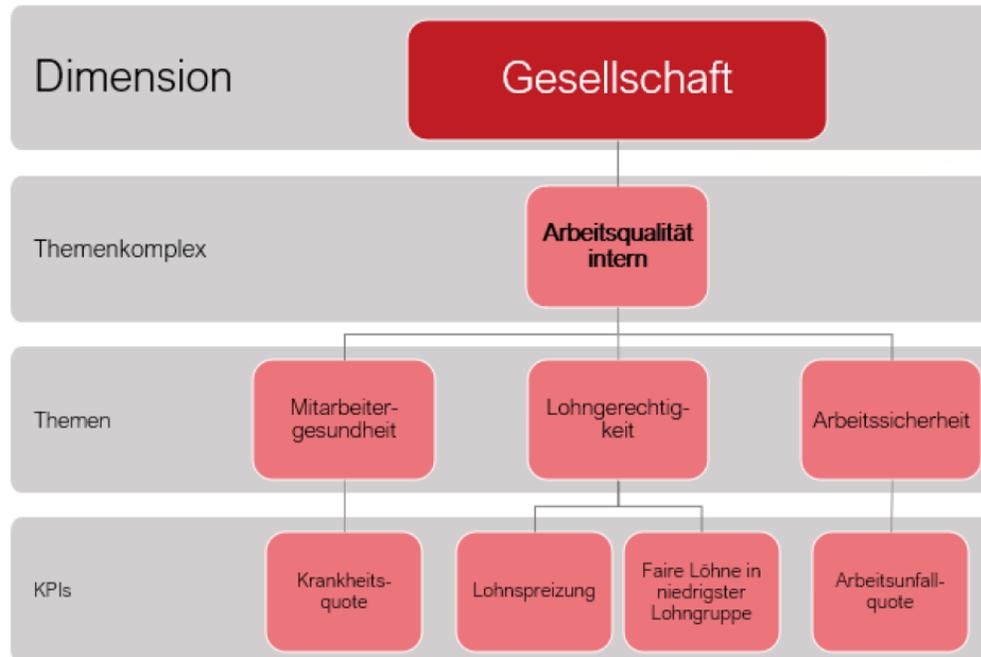
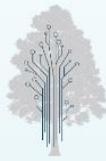


Abb. 2: Themenkomplexe Dimension Gesellschaft nach QuartaVista, Abschlussbericht QuartaVista, Berichtsteil Regionalwert AG Freiburg, 2021

Die Unternehmenssteuerung funktioniert auf der Ebene der KPIs. Die Bilanzierung der Vermögenswerte ist in der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) auf Ebene der Themenkomplexe angesiedelt, in der QV-Bilanz auf Ebene der vier Dimensionen.

3. Unternehmenssteuerung – Das QuartaVista Dashboard

Die gewählten KPIs aus den vier Dimensionen lassen sich in einem Dashboard abbilden.



QuartaVista Launchpad

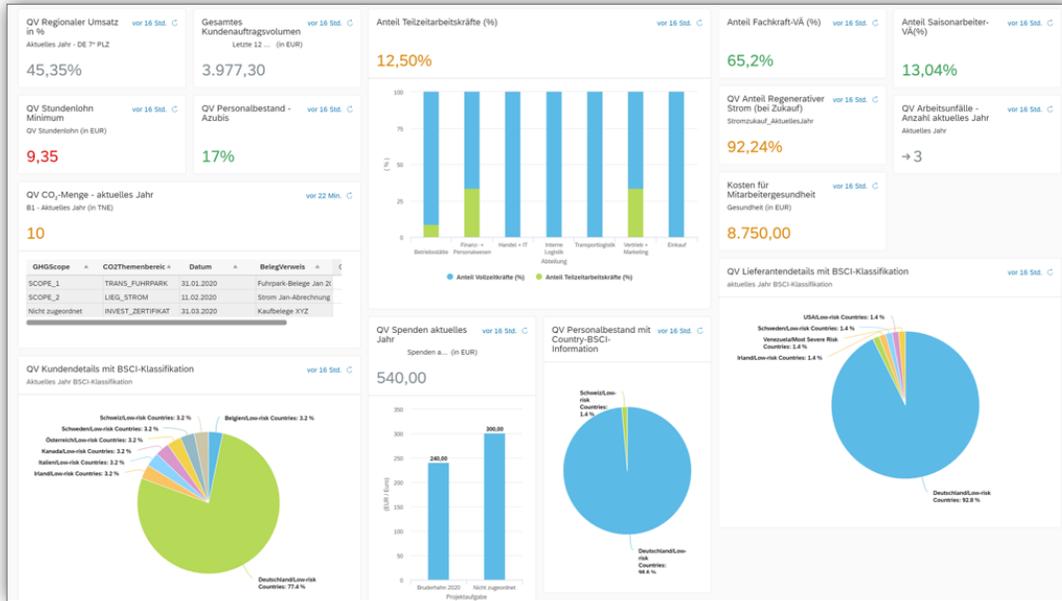
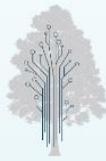


Abb. 3: QuartaVista® Launchpad, Projektergebnis

4. Konzept Richtig Rechnen – Integration von Nachhaltigkeitsleistungen in die Unternehmensbilanz

Eine zentrale Vorannahme unseres Konzepts leitet sich aus dem Bild der Unternehmens-DNA ab: Da die Unternehmensbilanz als das wichtigste Informationssystem, anhand dessen Unternehmen gesteuert werden, blind für nicht-finanzielle Werte ist, sollten Leistungen und Risiken aus anderen Dimensionen in die finanzielle Dimension übersetzt und codiert werden (Hiß, 2015, 2020; Walkiewicz et al., 2021a, Lay-Kumar 2020). Im Anschluss an Hiß (2015; 2020) bezieht sich der Begriff der Unternehmens-DNA auf diejenigen betrieblichen Informationssysteme, in denen die Dokumentation der Interaktionen von äußeren Einflüssen und unternehmensinternen Aktivitäten aus der Vergangenheit stattfindet und zur Steuerung der zukünftigen Unternehmensziele und -



prozesse verwendet werden. Das Rechnungswesen und insbesondere die Finanzbuchhaltung – mitsamt ihrer Kontensystematik, Zahlenwerten, Informationen, Daten, Auswertungen, Bewertungen und ihrer Erfolgsrechnung – stellen das entscheidende Werkzeug dar, mithilfe dessen aus finanziellen Kennzahlen und Zahlenwerten permanent Entscheidungen mit allen Konsequenzen für das Unternehmen, seine Belegschaft sowie die sozial-ökologische Umwelt entstehen (QV-Bericht-RWAG, 2021). Die aktuelle Finanzbuchhaltung bedarf einer Erweiterung, um der Wirklichkeit gerecht zu werden. Denn sie blendet Zusammenhänge aus, pauschaliert, separiert und externalisiert. Die Externalisierung von sozialen und ökologischen Kosten und Schäden durch unternehmerisches Handeln führt in der zeitlichen und summierenden Dimension zum Überschreiten planetarischer Leitplanken sowie zur Nicht-Einhaltung von Menschenrechten und Arbeitsschutz (Arrow, 1970, Breyer, 2010). Auf der anderen Seite bleiben unternehmerische Leistungen, die zu einem guten Leben unter sicheren sozial-ökologischen Rahmenbedingungen beitragen (Raworth, 2017) und resilientes Wirtschaften fördern, nicht nur unsichtbar, sondern werden durch den fehlenden Wertnachweis im Informationssystem nicht „honorierend“ und als wertlos dokumentiert. Der betriebliche Aufwand für solche erbrachten Leistungen fließt mangels differenzierter Verbuchung in den allgemeinen Aufwand und wird in der Folge als eine betriebswirtschaftliche Ineffizienz interpretiert.

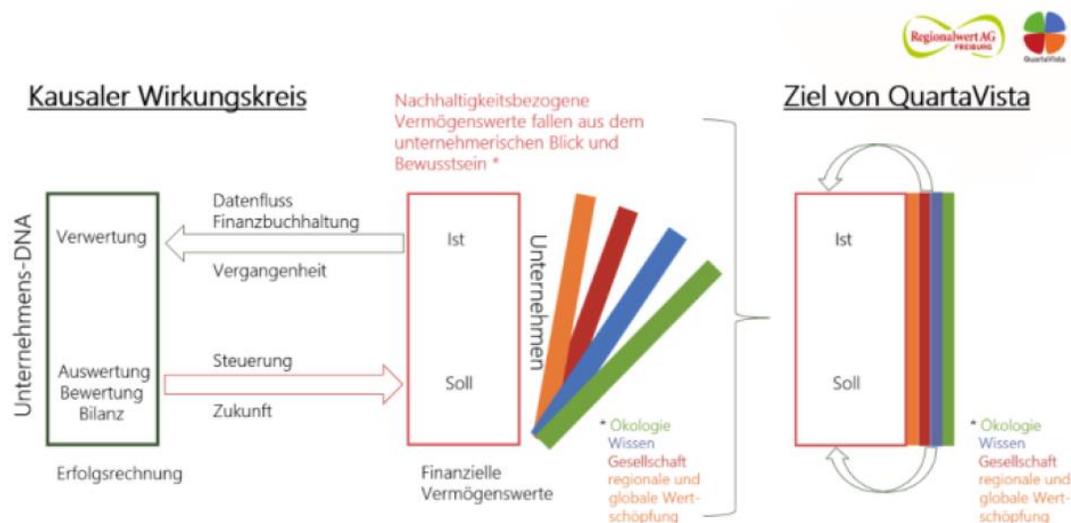
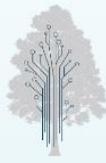


Abb. 4: Wirkungskreis der Unternehmens-DNA, QV-Bericht-RWAG 2021



Die klassische Unternehmenssteuerung codiert und bündelt Daten aus der Finanzbuchhaltung und nutzt diese in Form von Betriebswirtschaftlichen Auswertungen (BWA). Das entscheidende Erfassungsinstrument ist der Kontenplan, denn dort wird in Form von Konten codiert, welche Informationen sichtbar und verfügbar sein sollen (Hiß, 2015; 2020). Was nicht auf der Abstraktionsebene vorhanden und sichtbar ist, kann nicht auswertbar gemacht werden. Es entsteht ein verzerrtes Bild der Realität und des unternehmerischen Handelns. Die Richtig Rechnen-Methodik baut direkt in der Finanzbuchhaltung eine erweiterte Datenbasis auf, die die sozial-ökologischen Umweltbedingungen des Unternehmens und seine gesamtökonomische Leistung sichtbar macht. Dies impliziert das Aufdecken von „blinden Flecken in der Unternehmens-DNA“ und die Sensibilisierung für relevante Informationen zur Erfüllung der internationalen Nachhaltigkeitsziele (Hiß, 2015; 2020).

Das Projekt QuartaVista hat modellhaft neue Themen und Perspektiven in die unternehmerische Erfolgsrechnung eingefügt. Für die weitere Forschung besteht die Herausforderung, der steigenden Komplexität der Unternehmenssteuerung gerecht zu werden, sowie Nachhaltigkeitsleistungen und -risiken zueinander ins Verhältnis zu setzen (QV-Bericht-RWAG 2021). Die Erweiterung der unternehmerischen Erfolgsrechnung benötigt neue Leitplanken, Abstraktionsmethoden und Standards. Digitale Innovationen, in Software-Systemen hinterlegte Algorithmen und Kennzahlen werden helfen die Komplexität zu managen.

5. Operationalisierung von Nachhaltigkeitsleistungen und -risiken

In QuartaVista wurde das Stufenmodell nach Richtig Rechnen genutzt (Hiß 2015; 2020; QV-Bericht-RWAG 2021).

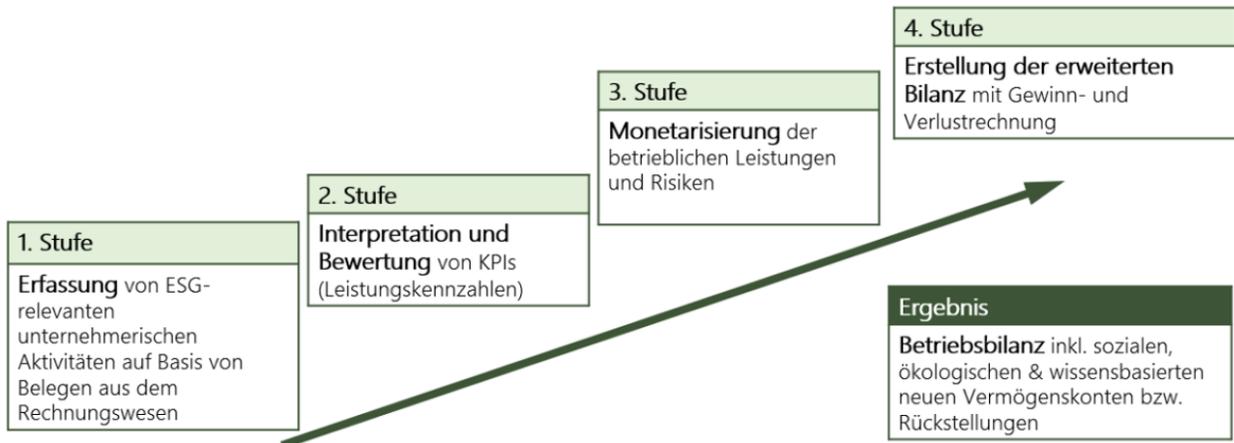
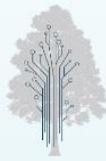


Abb. 5: Stufenmodell der Operationalisierung (eigene Darstellung in Anlehnung an Hiß, 2015)

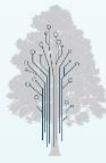
Über die QuartaVista-Checkliste lässt sich übersichtlich prüfen, ob alle notwendigen Daten für die Operationalisierung vorliegen.

Tab. 1: QuartaVista-Checkliste, QV-Bericht-RWAG 2021

1. Ziel nach SMART	2. KPI	3. Aktivitäten	4. Aufwand / Inputwerte	5. Datenquelle	6. Interpretation / Grenzwert- Ampel	7. Monetari- sierung	8. Buchung

Stufe 1: Erfassung lässt sich über die Checkboxes 1-5 abbilden.

Checkbox 1: Wie ist das Ziel definiert? Jede unternehmerische Leistungsmessung benötigt ein klares Ziel, anhand dessen gemessen wird. Die Zieldefinition sollte nach S.M.A.R.T-Kriterien erfolgen (Lawlor and Hornyak, 2012, Walkiewicz et al., 2021a, QV-Bericht-RWAG 2021). Die Ziele müssen spezifisch, messbar, erreichbar, relevant und innerhalb eines festgelegten Zeitrahmens erreichbar sein.

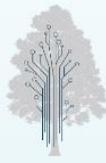


Checkbox 2: Anhand welcher Leistungskennzahl ist es sinnvoll, die Zielerreichung zu messen? Das jeweilige KPI sollte zudem einem Themenkomplex (und damit auch einer Dimension) zugeordnet sein.

Checkbox 3: Welche Aktivitäten sind relevant für die Zielerreichung? Unter Aktivitäten verstehen wir einzelne oder regelmäßige Handlungen, die im jeweiligen Berichtszeitraum stattfinden. Es kann sich um Aktivitäten handeln, die direkt auf das Ziel einzahlen, aber auch um Aktivitäten, die die Zielerreichung hemmen. Bei dem Ziel zuträglichen Aktivitäten wird der Aufwand positiv erfasst. Bei der Berechnung von Risiken wird der Aufwand negativ erfasst. Im Folgenden beschränken sich die Ausführungen der Praktikabilität halber auf die Operationalisierung von Leistungen. Die Aktivitäten sind klar abzugrenzen. Z.B.: Welche Aktivitäten zählen zur Gesundheitsprävention?

Checkbox 4: Welcher Aufwand wurde erbracht? Hier sind die Aufwände sowie weitere Parameter, die als Bezugsgrößen zur Leistungsmessung erforderlich sind, zu definieren. Falls die Aktivitäten bislang noch nicht erfasst sind: Welche Informationen werden gebraucht, um den Aufwand zu erfassen?

Die Betrachtung erfolgt retrospektiv in Bezug auf die vergangene Periode (je nach Wahl Geschäftsjahr, Quartal oder ein spezifisches gewähltes Zeitintervall). Alle Aktivitäten sind über Belege als betrieblicher Aufwand nachzuweisen. Es kann sich dabei um Sach- und/oder Zeitaufwand handeln. Ggf. sind weitere Informationen zu ergänzen, z.B. aus dem Rechnungswesen, Nachhaltigkeits- oder Qualitätsmanagement. Aufwände finden sich a) bereits in der herkömmlichen Buchhaltung (z.B. Löhne, Sachkosten), oder b) sie lassen sich durch eine Differenzierung buchhalterischer Daten abbilden (z.B. Kosten für regenerativen / nicht-regenerativen Strom über Stromrechnung) oder c) lassen sich durch eine Erweiterung der Daten ergänzen (z.B. Stundenermittlung für gesellschaftliches Engagement, Stundenaufwand für Herstellung von Kompost). Wird eine Aktivität bzw. strukturelle Veränderung unterlassen, lässt



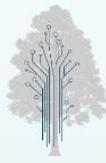
sich als Basis der Operationalisierung der Minderaufwand (im Sinne einer nicht geleisteten Aktivität) nutzen.

Checkbox 5: Sind die Datenquellen bekannt? Ein Learning aus QuartaVista ist, dass ein großer Teil der Daten im betrieblichen Rechnungswesen vorhanden ist, insbesondere zur Leistungsmessung in den Dimensionen Soziales und Wissen. Die relevanten Daten gehen in die QuartaVista-Buchhaltung ein und werden differenziert mithilfe eines erweiterten Kontenrahmens ausgewiesen, der sich an den Standardkontenrahmen (SKR) des Handelsgesetzbuchs orientiert.

Stufe 2: Interpretation und Bewertung wird von Checkbox 6 abgebildet: Wie kann die Bewertung nach dem Ampelsystem für den KPI aussehen und kann ein Grenzwert festgelegt werden? Die Wertbildung dazu erfolgt aus drei Einflussfaktoren; objektivierbare Soll-Werte aus Wissenschaft und Politik, empirische Vergleichswerte nach dem Best-in-Class-Ansatz und subjektive Bewertung auf Basis langjähriger Erfahrung durch die Unternehmen selbst.

Stufe 3: Monetarisierung wird von Checkbox 7 abgebildet: Wie gelangt man von der Bewertung eines KPIs zu einem monetären und bilanzierbaren Wert? Dazu werden die Aufwände für nachhaltige Unternehmensaktivitäten mit der Bewertung des entsprechenden KPIs in Verbindung gesetzt. Dadurch wird ein finanzieller Mehrwert für das Unternehmen errechnet. Die Berechnungsart kann dabei verschiedene Funktionen annehmen (Stufen, linear, kubisch, etc.) Dazu muss festgelegt werden, wie aus Bezugs- und Verrechnungsgrößen eine Monetarisierung entwickelt werden kann.

Stufe 4: Erstellung der erweiterten Bilanz wird über Checkbox 8 abgebildet: Wie kann der durch Unternehmensaktivitäten geschaffene Vermögenswert in die erweiterte Bilanz gebucht werden? Zu diesem Zwecke wird der erweiterte Standardkontenrahmen (SKR) genutzt, in dem sich nach den Dimensionen differenzierte Konten für die neu gebildeten Vermögenswerte finden. Dabei gelten die Regeln der gewöhnlichen Buchhaltung - keine Buchung ohne Beleg.



Best Practice: Steckbrief Wissenserhalt (Auszug aus Abschlussbericht Quarta Vista, Berichtsteil Regionalwert AG Freiburg, 2021)

Die Azubiquote als Indikator für den gesamtbetrieblichen Wissenserhalt: Das Fachwissen der Mitarbeiter*innen ist ein wichtiges Vermögen eines Unternehmens. Um auch in Zukunft über fachkundige Mitarbeiter*innen zu verfügen, bilden Unternehmen aus. Wenn sie genügend Fachkräfte ausbilden, um die Mitarbeiter*innen, die ausscheiden, langfristig zu ersetzen, handeln sie nachhaltig. Wichtig ist dabei auch, ob Azubis übernommen werden und das aufgebaute Wissen im Unternehmen bleibt. Wer Fachwissen aufbaut, schafft einen Vermögenswert. Wenn ein Unternehmen deutlich weniger Fachkräfte ausbildet und übernimmt, als Fachkräfte ausscheiden, entsteht ein unternehmerisches Risiko, Wissen zu verlieren. Wenn immer weniger Unternehmen ausbilden und stattdessen Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt einkaufen, entsteht zudem ein gesellschaftliches Risiko des Wissensverlusts, da nicht mehr genug Fachkräfte auf den Arbeitsmarkt kommen. In QuartaVista wird der Unternehmenserfolg in Bezug auf den Wissenserhalt durch Ausbildung über die KPIs Azubiquote und Übernahmequote Azubis abgebildet.

3.2.1.1 KPI: Azubiquote

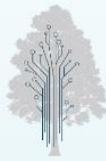
Dimension: Wissen

Themenkomplex: Wissenserhalt/ Wissensaufbau

Ziel: Wissensaufbau durch eine Azubiquote von mindestens 10 % über alle Wertschöpfungsstufen im Regionalwert AG Freiburg-FR-Netzwerk.

Definition: Die Azubiquote gibt das Verhältnis der Anzahl Auszubildender zur Gesamtzahl der Beschäftigten in ausbildungsrelevanten Berufen an. Als Auszubildende gelten Auszubildende im klassischen Sinne (Lehrlinge), Trainees und duale Studenten.

Berechnung: Anzahl Azubis / Gesamtanzahl Beschäftigte (jeweils als VzÄ)



Stufe 1

Erfassung:

Erfassungswert	Stufe	Einheit
Anzahl gesamt Azubis	EW	Zahl
Anzahl Gesamtbeschäftigte (VZÄ)	EW-DP	Zahl
Anteil Azubis	BG	%
Lohn Azubis gesamt (Durchschnittswert)	BG	EUR
Aufwand Betreuung/Anweisung durch Ausbilder*innen (Durchschnittswert)	BG	Stunden
Stundenlohn Ausbilder*innen EW	EW	EUR

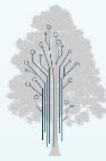
Stufe 2

Interpretation:

Aus der Gewichtung der 1., 2. und 3. Ebene der Bewertung ergeben sich folgende Grenzwerte:

Grenzwerte: >7,4% 7,4 % - 3,3 % < 3,3 %

1. Ebene: Soll-Werte/ Planetarische Leitplanken: Die SDGs, die Planetarischen Leitplanken, die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie und die GRIs nennen keine nationalen Grenzwerte für die Azubiquote in Unternehmen.
2. Ebene: Empirische Werte/ Best-In-class-Ansatz: Die durchschnittliche Azubiquote von sieben großen Bio-Unternehmen der Wertschöpfungsstufen Großhandel, Einzelhandel und Naturkost-Hersteller lag 2017 bei 6,8 % (Mundt, 2019). Laut dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) lag die bundesweite Azubiquote 2016 im Großhandel bei 7,2 %, im Einzelhandel bei 6 % und in der Landwirtschaft bei 6,6 % (BIBB, 2018).
Gemäß dem Best-In-Class-Ansatz sind Unternehmen, die überdurchschnittlich viel ausbilden, d.h. über 7 %, als "grün" zu bewerten. Zwischen 7 und 3 % liegt eine



durchschnittliche Ausbildungsquote (gelber Bereich). Unternehmen, die nur die Hälfte der durchschnittlichen Ausbildungsquote aufweisen, d.h. weniger als 3,5 %, handeln riskant. Deshalb beginnt bei unter 3,5 % der rote Bereich.

3. Ebene: Subjektive Bewertung in Unternehmen: In "Richtig Rechnen in der Landwirtschaft" lag der Grenzwert für grün bei 10 %. Für QuartaVista ist dieser Wert zu hoch, da die Ausbildungsquote in den nachgelagerten Wertschöpfungsstufen der Ernährungswirtschaft niedriger liegt als klassischerweise in der Landwirtschaft. Eine Obergrenze für Ausbildung wird nicht gegeben, da es aus betriebswirtschaftlichen Gründen ineffektiv ist, eine sehr hohe Ausbildungsquote zu haben. Solange im grünen Intervall nur 10 % der Azubilöhne + der Aufwand der Ausbilder*innen angerechnet werden, sind ein Großteil der Aufwände für Azubis immer noch Kosten, die nicht als Mehrwert angerechnet werden können, trotz der Produktivitätsleistungen, die Azubis im Unternehmen erbringen.

Die gewichten subjektiven Grenzwerte der Experimentierpartner ergeben, dass die Azubiquote im grünen Bereich bei > 7,8 % und im roten Bereich bei < 3,1 % liegt.

Stufe 3

Monetarisierung:

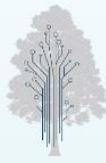
Berechnung: Überführung von monetären Kosten in Wertverhältnisse (%) - Prozentrechnung auf der Basis von monetären Werten

Berechnungsformel: Azubilohn · Monetarisierungswert + Ausbilder*innenlohn · Stundenaufwand · Azubianzahl

Kurzform: $AZL \cdot M + AL \cdot t \cdot AZZ$

Grenzwerte Azubiquote	>7,4%	3,3-7,4 %	<3,3
Monetarisierungswert M	10%	Linear ab 0%	Risiko

Da Azubis für das Unternehmen produktiv sind wird nur ein Prozentanteil (entspricht dem Monetarisierungswert) statt 100 % der Ausgaben für den Azubilohn berechnet. In der



Wertschöpfungsstufe Landwirtschaft gibt es im Gegensatz zum verarbeitenden Gewerbe, und dem Groß- und Einzelhandel keinen Stundenlohn, weshalb aus dem Regionalwert-Projekt "Richtig Rechnen in der Landwirtschaft" für Ausbilder*innen ein Stundenlohn von 15 € angenommen wird.

Stufe 4

Erweiterte Bilanzierung:

Die Wertschöpfung der verschiedenen KPIs, aus dem Bereich Wissenserhalt, werden auf dem Aktivkonto "Wertschöpfung Wissen: Wissenserhalt" aggregiert.

Ertragsbuchung:

Vermögenswert aus Wissensaufbau Ausbildung

=> GuV-Konto "Wertschöpfung Wissensaufbau Ausbildung"

=> Bilanz: Aktivkonto "Wertschöpfung Wissen: Wissenserhalt"

Buchungssatz:

Aktivkonto immaterieller Vermögenswert *Wissenserhalt* an Ertragskonto (GuV) Aktivierte Eigenleistung Wissensaufbau *Azubiquote*.

Buchung:

Konto	Bezeichnung
01941	Wertschöpfung Wissen: Wissenserhalt
48291	Akt. Eigenleistungen Wissensaufbau Azubiquote

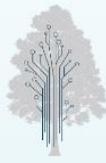
Aufwandsbuchung:

Rückstellung für das Risiko Wissensverlust durch fehlende Ausbildung

=> Bilanz: Passivkonto "Risiko Wissensverlust"

Rückstellung:

Aufwand Wissenserhalt durch Ausbildung an Rückstellung Wissenserhalt



Konto	Bezeichnung
3069	Rückstellung Wissen
30691	Rückstellung Wissenserhalt

Abschreibung:

Die Nutzungsdauer des Vermögenswerts Wissensaufbau Ausbildung liegt bei 3 Jahren, da dies der Dauer der Ausbildung im Unternehmen entspricht.

Konto	Bezeichnung
6219	Abschreibung Vermögenswert Wissen
62191	Abschreibung Vermögenswert Wissensaufbau durch Ausbildung

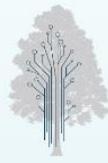
6. Schlussfolgerung und Ausblick

Eine weitere Validierung in anderen Industriebereichen und der wissenschaftliche Abgleich mit den sich abzeichnenden Standards der Sustainable Finance in anderen gesellschaftlichen Verbänden und Institutionen sind notwendig und geplant.

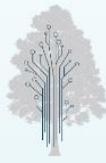
Literaturverzeichnis

Adams, Carol A./Larrinaga-González, Carlos (2007). Engaging with organisations in pursuit of improved sustainability accounting and performance. *Accounting, Auditing & Accountability Journal* 20 (3), 333–355. <https://doi.org/10.1108/09513570710748535>.

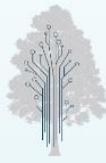
Arrow, Kenneth (1970). Political and economic evaluation of social effects and externalities. In: *The analysis of public output*. NBER, 1–30.



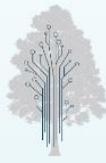
- BaFin (2019). Merkblatt zum Umgang mit Nachhaltigkeitsrisiken. Online verfügbar unter https://www.bafin.de/SharedDocs/Downloads/DE/Merkblatt/dl_mb_Nachhaltigkeitsrisiken.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (abgerufen am 17.06.2020).
- BIBB 2018 – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hg.) (2018). BIBB-Datenreport 2018. Online verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a2_tab_a7_1-10_Internet_2018.pdf (abgerufen am 06.04.2020).
- Breyer, Friedrich/Kolmar, Martin (2010). Grundlagen der Wirtschaftspolitik. 3. Aufl. Tübingen, Mohr Siebeck.
- Burritt, Roger L./Schaltegger, Stefan (2010). Sustainability accounting and reporting: fad or trend? *Accounting, Auditing & Accountability Journal* 23 (7), 829–846.
<https://doi.org/10.1108/09513571011080144>.
- Cingano, Federico (2014). Trends in Income Inequality and its Impact on Economic Growth. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* (163).
<https://doi.org/10.1787/5jxrjncwvxv6j-en>.
- Eosta/Soil & More/EY/Triodos Bank/Hivos (Hg.) (2017). True Cost Accounting in Finance, Food, and Farming. Online verfügbar unter <https://www.eosta.com/en/news/true-cost-accounting-pilot-calculates-hidden-impacts-of-food-on-people-and-planet>.
- EU 2019 - Verordnung (EU) 2019/2088 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. November 2019 über nachhaltigkeitsbezogene Offenlegungspflichten im Finanzdienstleistungssektor vom 27.11.2019, 1–16.
- Gaugler, Tobias/Michalke, Amelie (2017). Was kosten uns Lebensmittel wirklich? Ansätze zur Internalisierung externer Effekte der Landwirtschaft am Beispiel Stickstoff. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 26 (2), 156–157.
<https://doi.org/10.14512/gaia.26.2.25>.
- Hiß, Christian (2015). *Richtig rechnen! Durch die Reform der Finanzbuchhaltung zur ökologisch-ökonomischen Wende*. München, oekom Verl.
- Hiß, Christian (2020). Ökobilanz neu gedacht. Zeitgemäß bilanzieren mit nachhaltiger Rechnungslegung. *IM+io* (2). Online verfügbar unter https://www.regionalwert-ag.de/wp-content/uploads/2020/06/Hiss_Oekobilanz_neu_gedacht.pdf.



- Hiß, Christian/Beckmann, Jörgen/Herzig, Christian/Gasser, Albert/Hiß, Michael/Jakob, Melanie/Strauß, Kristin (2019). Richtig Rechnen in der Landwirtschaft: Durchführung einer erweiterten Finanzbuchhaltung unter Einbeziehung der monetären Bewertung externer Effekte. Online verfügbar unter <https://www.regionalwert-ag.de/wp-content/uploads/2019/11/Projektbericht-Richtig-Rechnen.pdf>.
- IDW 2020 - Institut der Wirtschaftsprüfer (Hg.) (2020). Zukunft der nichtfinanziellen Berichterstattung und deren Prüfung. IDW Positionspapier. Online verfügbar unter <https://www.idw.de/blob/126292/41f00dcd33d752ae22456d12db6df53b/download-positionspapier-zukunft-nichtfinanzielle-be-broschuerendruck-data.pdf>.
- Lawlor, K. Blaine/Hornvak, M. J. (Hg.) (2012). Smart goals: How the application of smart goals can contribute to achievement of student learning outcomes, *Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the 39th Annual ABSEL conference.*, San Diego.
- Lay-Kumar, Jenny (2020). Strategiepapier QuartaVista (wissenschaftliche Perspektive). Online verfügbar unter https://www.regionalwert-ag.de/wp-content/uploads/2020/12/Strategiepapier-QuartaVista-Wissenschaft_2020_12_Pub-1.pdf.
- Lueg, Rainer/Radlach, Ronny (2016). Managing sustainable development with management control systems: A literature review. *European Management Journal* 34 (2), 158–171. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2015.11.005>.
- Maon, François/Lindgreen, Adam/Swaen, Valérie (2009). Designing and Implementing Corporate Social Responsibility: An Integrative Framework Grounded in Theory and Practice. *Journal of Business Ethics* 87 (S1), 71–89. <https://doi.org/10.1007/s10551-008-9804-2>.
- Mundt, M. (2019). N-Monitor Kernindikatoren Auswertung (2017).
- Raworth, Kate (2017). Doughnut economics. Seven ways to think like a 21st century economist. White River Junction, Vermont, Chelsea Green Publishing.
- Regionalwert AG Freiburg/ Lay-Kumar, Jenny/Hiß, Christian/Heck, Andreas/Fus, Emilie/Saxler, Johanna/Rohloff, Jonas/Metz, Axel/Mark, Carina (2021): Abschlussbericht QuartaVista, Berichtsteil Regionalwert AG Freiburg (im Druck).

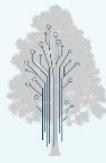


- Rockström, Johan/Steffen, Will/Noone, Kevin/Persson, Åsa/Chapin, F. Stuart/Lambin, Eric/Lenton, Timothy M./Scheffer, Marten/Folke, Carl/Schellnhuber, Hans Joachim/Nykvist, Björn/Wit, Cynthia A. de/Hughes, Terry/van der Leeuw, Sander/Rodhe, Henning/Sörlin, Sverker/Snyder, Peter K./Costanza, Robert/Svedin, Uno/Falkenmark, Malin/Karlberg, Louise/Corell, Robert W./Fabry, Victoria J./Hansen, James/Walker, Brian/Liverman, Diana/Richardson, Katherine/Crutzen, Paul/Foley, Jonathan (2009). Planetary Boundaries. Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14 (2). Online verfügbar unter <http://www.jstor.org/stable/26268316>.
- TEG 2020 - EU Technical Expert Group on Sustainable Finance (Hg.) (2020). Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf.
- Tol, Richard S. J. (2010). The economic impact of climate change. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 11 (Supplement), 13–37.
- United Nations (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Online verfügbar unter <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (abgerufen am 16.06.2020).
- Walkiewicz, Juliana/Lay-Kumar, Jenny/Herzig, Christian (2021a). The integration of sustainability and externalities into the “corporate DNA”: a practice-oriented approach. *Corporate Governance: The International Journal of Business in Society* ahead-of-print (ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/CG-06-2020-0244>.
- Walkiewicz, J./Lay-Kumar, J./Herzig, C. (2021b), „Internalisierung von Resilienzleistungen im Unternehmenskontext – praktische Umsetzung eines abstrakten Konzepts“, Tagungsband 31. Jahrestagung Österreichische Gesellschaft für Agrarökonomie: Strategien für den Agrar- und Ernährungssektor und den ländlichen Raum in Zeiten multipler Krisen, (im Erscheinen).



Wesselink, Renate/Blok, Vincent/van Leur, Sebastiaan/Lans, Thomas/Dentoni, Domenico (2015). Individual competencies for managers engaged in corporate sustainable management practices. *Journal of Cleaner Production* 106, 497–506.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.093>.

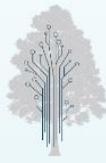
World Economic Forum (Hg.) (2021). *The Davos Agenda 2021: Global Engagement*. Online verfügbar unter <https://www.weforum.org/reports/davos-agenda-2021>.



acc 2021
@ zeppelin universität

bridging
sustainability
& digital innovation

LEHR-LERN-METHODEN & GAMIFICATION



Industrie 4.0 begreifbar machen – Die SmartFactory@OST

Stefan Stöckler, Roman Hänggi, Raphael Bernhardsgrütter & Christoph Baumgarten

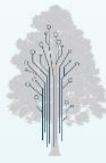
OST – Ostschweizer Fachhochschule, St. Gallen, Schweiz

Abstract: Durch den Zusammenschluss dreier eigenständiger Hochschulen zur Ostschweizer Fachhochschule entstand die ausgezeichnete Situation, dass sich vorhandene Infrastruktur und Kompetenzzentren ideal ergänzen und zu einer Lernfabrik zusammenschliessen lassen. Diese Arbeit zeigt den Aufbau und die Intention des Projektes Lernfabrik SmartFactory@OST, das sich zum Ziel gestellt hat, praxisnahe und top-aktuelle Lehrinhalte für unterschiedliche Studiengänge zu entwickeln. Es wird gezeigt, wie auf der vorhandenen Infrastruktur durch digitale Integration eine Lernumgebung geschaffen wird, die state of the art-Ausbildung für Wirtschaftsinformatiker, Informatiker, Wirtschaftsingenieure und BetriebsökonomInnen gleichermaßen ermöglicht. Dabei spielt für die Vernetzung und Abbildung aller Geschäftsprozesse der Lernfabrik ein zentrales SAP S/4HANA ERP-System eine wesentliche Rolle.

Keywords: Smart Factory, Lernfabrik, Geschäftsprozesse, Digitale Transformation, Industrie 4.0, Business Software, SAP S/4HANA, ERP-System

1. Einleitung

Die Schweizer Initiative «Industrie 2025» definiert den Begriff Industrie 4.0 mit «Industrie 4.0 ist die nutzenbringende Vernetzung von Menschen, Maschinen, Produkten, Systemen und Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette und über den Produktlebenszyklus. Diese hat zum Ziel, effizienter oder produktiver zu produzieren und mehr Kundennutzen zu generieren.» (Industrie 2025, 2021). Wollen Hochschulen ihren Studierenden also das Wesen von Industrie 4.0 oder Smart Factorys vermitteln, dann muss es um mehr als nur um Technologie gehen. Neben der horizontalen Vernetzung der Business-Systeme, die auch in der Praxis schon lange betrieben wird,



muss auch die vertikale, also jene mit den produzierenden Maschinen, betrachtet werden. Darüber hinaus ergeben sich über Datennutzung immer neue Möglichkeiten, Produktionsabläufe, Produktverwendungen, Wartungsintervalle und vieles mehr über Sensoren zu ermitteln. (Industrie 2025, 2021)

Durch den Zusammenschluss der drei kantonalen Fachhochschulen St. Gallen, Buchs und Rapperswil zur OST – Ostschweizer Fachhochschule im Jahr 2020 ergab sich die hervorragende Möglichkeit, vorhandene Infrastrukturen und breitgefächertes Know-How zu nutzen und das Projekt Lernfabrik aus der Taufe zu heben. Abb zeigt die Standorte der OST, deren geographische Lage in der Schweiz und zentrale Kompetenzbereiche der jeweils beteiligten Institute bezüglich der Lernfabrik.

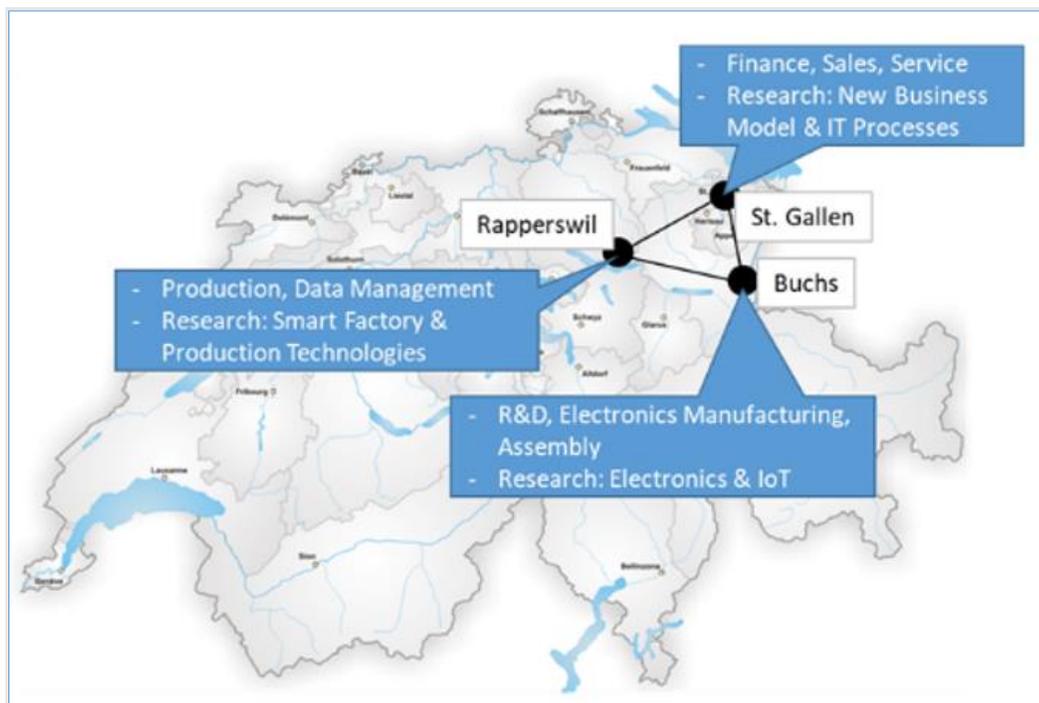
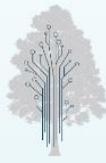


Abb. 1: OST – Standorte und Kompetenzbereiche

Im Projektantrag wurde das Ziel formuliert, «eine praxisorientierte Lernumgebung mit einer existierenden Fabrik und realen Produkten und echten Geschäftsprozessen mit starkem Bezug zur



gelebten Praxis in der Ostschweizer produzierenden Industrie und zu aktuellen Forschungsthemen zu schaffen.» (Baumgarten, Stöckler & Müller, 2021)

Dabei geht es eben um die Umsetzung von Industrie 4.0 Konzepten und deren Sichtbarmachung im Unterricht. Als Kernthemen, die dadurch abgedeckt werden, wurde formuliert:

- Produktionsplanung und -steuerung in einer echten Industrie 4.0 Umgebung (Smart Factory)
- Anwendung der Idee des digitalen Zwillings
- Produktionsmaschinenoptimierung durch Data Science Anwendung auf Messdatenreihen
- Serialisierbarkeit und Rückverfolgbarkeit von Einzelstücken und Chargen
- Autonome und/oder teilautonome vollautomatisierte Fertigung
- Lager- und Logistikplanung über mehrere Standorte
- Geschäftsprozessmanagement mit ERP-Systemen
- Produktkalkulation und Nachkalkulation mit automatisch generierten Betriebsdaten
- Vollintegrierte Software-Lösungen für produzierende Industrie, inkl. Cloud-Services
- IT-Systemlandschaften für die Smart Factory (Industrie 4.0 und Internet der Dinge, IoT)
- Application Integration und Electronic Data Interchange

(Baumgarten et al., 2021)

Mit diesen Zielsetzungen und der vorhandenen Produktionsinfrastruktur, wie sie in Abb dargestellt ist, wird aktuell die Lernfabrik aufgebaut. Die Maschinen und Ausstattungen können zwar bereits genutzt werden, aber um den state of the art-Stand, der geschult werden soll, zu erreichen müssen sie noch vernetzt und gemeinsam gesteuert werden. Als zentrale Business-Software wird ein SAP S/4HANA System eingesetzt, das vom SAP ACC Switzerland, das an der Walliser Fachhochschule HES-SO angesiedelt ist, betrieben wird.

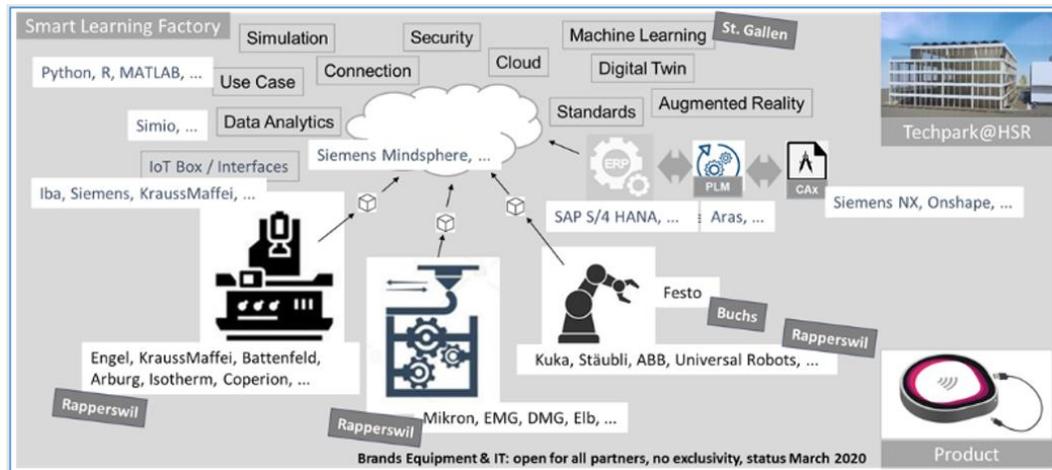
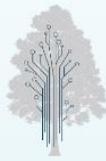
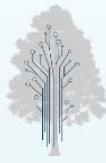


Abb. 2: Integrierte Lernfabrik der OST auf Basis einer Smart Factory Quelle: (Hänggi, Nyffenegger, Ehrig, Jaeschke & Bernhardsgrütter, 2021)

Ein wesentliches übergeordnetes Ziel dieses Projektes ist, Lehrinhalte zu generieren, die studiengangübergreifend genutzt werden können. Derzeit ist in folgenden Studiengängen eine curriculare Verankerung der Lernfabrik geplant:

- BSc Wirtschaftsingenieur
- BSc und MSc Wirtschaftsinformatik
- BSc Maschinentechnik
- BSc Systemtechnik
- BSc Betriebsökonomie

Für den Aufbau dieser Lehrmaterialien hat die Regierung des Standortkantons St. Gallen im Rahmen der IT-Bildungsoffensive (kurz ITBO; (Kölliker & Trösch, 2019)) ein sechsjähriges Projekt finanziert, das sich neben der notwendigen Integration der vorhandenen Systeme und Maschinen vor allem der Lehre von Digitalisierung in Produktionsunternehmen, Industrie 4.0 und Smart Factory widmen wird.



2. Der Bezug zur regionalen Praxis

Die OST – Ostschweizer Fachhochschule schreibt in ihrem Kurzportrait unter anderem, dass sie verantwortungsvolle, kompetente und sofort einsetzbare Fach- und Führungskräfte für die Ostschweiz ausbildet. (Seelhofer, Rektor OST, 2020) Diese Zielsetzung leitete den Aufbau der Lernfabrik SmartFactory@OST.

Die Region Ostschweiz ist geprägt von einer starken KMU Szene, aber auch von größeren Unternehmen, die vor allem in der produzierenden Industrie tätig sind. So nimmt z.B. im Kanton St. Gallen der Sektor 2 (Industrie und Gewerbe), bezogen auf die Anzahl Arbeitsplätze, neben den „Dienstleistungen“, in denen auch so große Bereiche wie Sozial- und Gesundheitswesen, Handel und Erziehung/Unterricht enthalten sind, mit 34,1% den zweiten Platz ein. (Fachstelle für Statistik, 2020a; Fachstelle für Statistik, 2020b)

Um die bestehende Lücke zwischen Bedarf und Angebot bei Fachkräften zu schließen, wurde das Projekt „Lernfabrik“ entwickelt. Durch die Lehrmaterialien sollen Studierende in unterschiedlichen Disziplinen mit den digitalen Methoden und Technologien vertraut gemacht werden. Diese Lehrinhalte setzen auf modernen, mit dem prozessleitenden ERP-System, einem SAP S/4HANA-System, vernetzten Maschinen auf und bieten damit die Möglichkeit, in unterschiedlichen Studiengängen jeweils fachspezifischen Unterricht mit konkreten Produkten unter realen Produktionsbedingungen zu entwickeln.

Durch die reale Produktionsumgebung am Standort Rapperswil (siehe Abb) und einer Fertigungsstraße mit Qualitätsmanagementausrüstungen in Buchs (siehe Abb) wird die im Unterricht gelehrt Theorie plastisch erlebbar und damit im wahrsten Sinne des Wortes begreifbar gemacht, wie auch in (Hänggi et al., 2021) aufgezeigt wird. Beide Standorte stellen reale Anlagen mit den zugehörigen Software-Systemen zur Verfügung und stellen jeweils eine Smart Factory dar, die durch die Integration über eine technische Vernetzung und durchgängige Geschäftsprozesse, die von den Expertinnen und Experten in St. Gallen definiert und modelliert werden, zusammenwachsen.

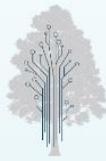
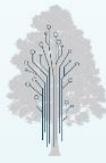


Abb. 3: Blick in die Produktionshalle in Rapperswil



Abb. 4: Fertigungsstraße in Buchs

Durch die Notwendigkeit des aktiven Vernetzens, des Aufbaues von gemeinsamen Prozessen und der Definition von neuen Produkten ist auch ein interessanter Nebeneffekt festzustellen: Alle



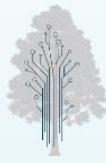
Projektmitglieder, die am Aufbau beteiligt sind, müssen hier wie in einer realen Firma technische und organisatorische Hürden überwinden. Dadurch kann aber wiederum Lerninhalt entstehen, da auch die digitale Transformation eines Unternehmens ein Thema in den Studiengängen ist. Hierbei hilft neben dem fachlich theoretischen Wissen vor allem auch der hohe Praxisbezug, den alle Beteiligten aus ihrer beruflichen Laufbahn mitbringen.

Durch diese Phase im Projekt wird neben der schon bestehenden Komplexität eines modernen Unternehmens noch jene der Integration und der Prozessoptimierung sichtbar. Die Lehre dieser Inhalte soll in Zukunft nicht nur im Klassenzimmer, sondern auch mit Hilfe dieser realen Umgebung sichtbar gemacht werden. Wie in einer klassischen Firma stehen nicht nur Maschinen oder Software-Komponenten eines Herstellers zur Verfügung, sondern müssen vielmehr unterschiedlichste Varianten zusammengeführt werden. Schlussendlich sollen dann die im ERP-System implementierten übergreifenden Prozesse nahtlos mit den Fertigungssteuerungen und Maschinen interagieren. Schnittstellen vom ERP SAP S/4HANA zur Betriebsdatenerfassung, zu Manufacturing Execution (MES) oder zu Supervisory Control and Data Acquisition-Systemen (SCADA), aber auch zu PLM oder CAD Applikationen müssen noch entwickelt und implementiert werden, um den gesamten möglichen Digitalisierungsumfang und seine Vorteile zu erreichen.

Unterstützt werden sollen die verschiedenen Prozesse und Lernelemente noch durch passende Simulationen und Visualisierungen. So können auf unterschiedlichen Ebenen, von den technischen Daten einer Kunststoffspritzgussmaschine – gemessen über eine Vielzahl von Sensoren – bis hin zu den Prozessdaten aus dem ERP-/SAP-System, Kennwerte gesammelt und für Analysen und Simulationen ohne aktive Produktion zur Verfügung gestellt werden. Durch Kamerasysteme können auch virtuelle Live-Sessions ohne räumliche Verlagerung von Studierendengruppen durchgeführt und so z.B. eine von St. Gallen aus gestartete Fertigung in Buchs oder Rapperswil beobachtet werden.

3. Lernen – Von der Theorie in die Praxis

Das zentrale Element der Lernfabrik ist das persönliche Erfahren in einem realen Unternehmensumfeld mit echten Maschinen und tatsächlich vorhandenen, greifbaren Produkten.



Abele beschreibt die Lernfabrik über verschiedene Dimensionen und unterscheidet dann zwischen Learning Factories im engeren und im weiteren Sinn. (Abele et al., 2015) Dies ist in Abb dargestellt. Die SmartFactory@OST wird alle Ebenen und Dimensionen bespielen und somit eine Lernfabrik im weiteren Sinne darstellen, die jene im engeren Sinne inkludiert.

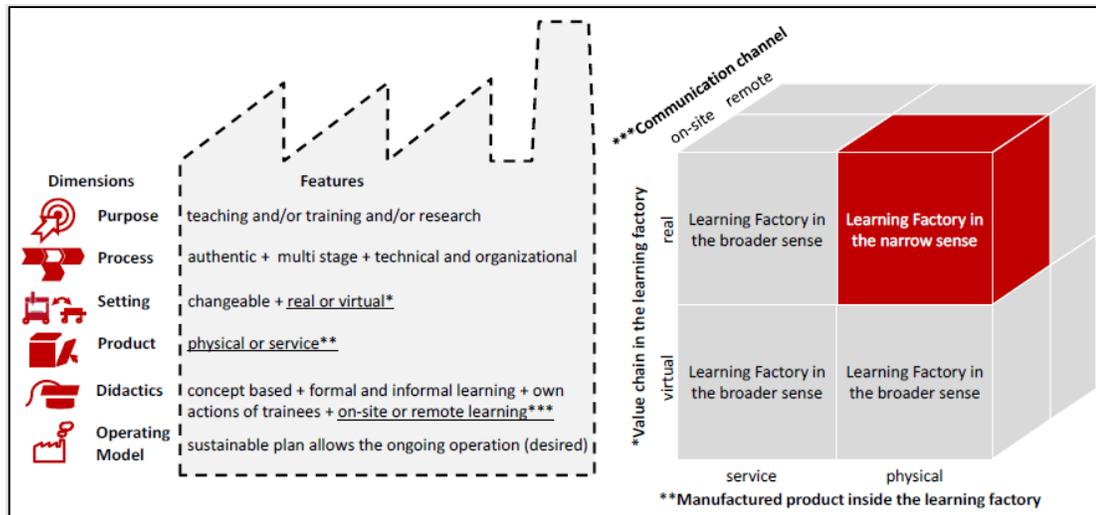
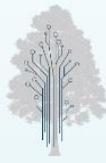


Abb. 5: Wesentliche Merkmale von Lernfabriken Quelle: (Abele et al., 2015)

Durch geeignete Lern-Fallstudien, Aufgaben, aber auch Theorieblöcke, die kategorisiert, katalogisiert und auf einer gemeinsamen Plattform zur Verfügung gestellt werden, soll die Komplexität moderner Produktionstechniken in verdaubaren Abschnitten aufbereitet werden. Vorgesehen ist, Lerneinheiten von 2 bis 8 Lektionen á 45 Minuten zu entwickeln, die dann wie in einem Baukastensystem kombiniert werden können.

Mit diesen Vorgaben sollen Schlagwörter wie Smart Factory, Industrie 4.0, IoT, Geschäftsprozess und ERP-System genauso wie die Digitalisierung im Allgemeinen oder der Digitaler Zwilling erlebbar gemacht werden. Die Unterrichtseinheiten sollen sowohl auf singuläre Aufgaben wie z.B. klassische Betriebsdatenerfassung oder Produktionsplanungssysteme wie auch auf vertikale und horizontale Integrationen in einem digitalisierten Unternehmen eingehen. Das heißt, dass für die Projektgruppe die Auswahl und Erstellung von passenden Fallbeispielen essentiell für den Gesamterfolg ist.



Die Lehrmaterialien sollen von allen Lehrenden der OST erstellt und zur Wiederverwendung freigegeben werden. Dazu ist ein einfacher Antragsprozess definiert worden, um die oben erwähnten Vorgaben und die Relevanz für die Lernfabrik zu prüfen.

Um eine mehrfache Verwendung der Fallbeispiele in unterschiedlichen Lehrveranstaltungen zu ermöglichen und zu forcieren, muss eine geeignete Metabeschreibung der Lehrmaterialien entwickelt und umgesetzt werden. So sollen z.B. neben den Vorkenntnissen, die die Studierenden mitbringen müssen, auch die Bedingungen, die in der Lernfabrik erfüllt sein müssen, damit der praktische Teil ordnungsgemäß und erfolgreich umgesetzt werden kann, beschrieben werden. Darüber hinaus soll auch die Einordnung nach der Bloomschen Taxonomie definiert werden, wobei angestrebt wird, dass fachhochschulgerecht in technischen Studiengängen vor allem auf den Stufen fünf und sechs (Evaluieren und Kreieren) gearbeitet wird. (BS Bloom, 1956), (Anderson, 2014). Für angrenzende Studiengänge oder solche, die nur partiell Fallbeispiele aus der Lernfabrik verwenden, können natürlich auch andere Ebenen wie z.B. Anwenden oder Analysieren angestrebt werden.

Das zentrale Element der Lernfabrik ist das ERP-System S/4HANA, über das alle Prozesse gesteuert werden. Wie in einem realen Unternehmen gibt das ERP-System jederzeit einen aktuellen Überblick über Lagerbestände, aktuelle Fertigungen, aufgewendete Stunden für die Produktion, eingegangene Kundenbestellungen etc. Wie alle Elemente in der Lernfabrik wird hier auf aktuellste Technik und eine große Verbreitung in der Region geachtet. Die Untersuchungen der Market-Research-Unternehmen Profondia zeigen seit Jahren, dass SAP das am meisten verbreitet System in der Schweizer ERP-Landschaft ist. Gefolgt vom Ostschweizer Anbieter Abacus – vgl. z.B. (Cannellotto, 2018), (Landis & Mauer, 2021). Das folgende Bild aus (Landis & Mauer, 2021) zeigt die Verteilung im Jahr 2020 und in Klammern die Veränderungen – die vernachlässigbar sind.

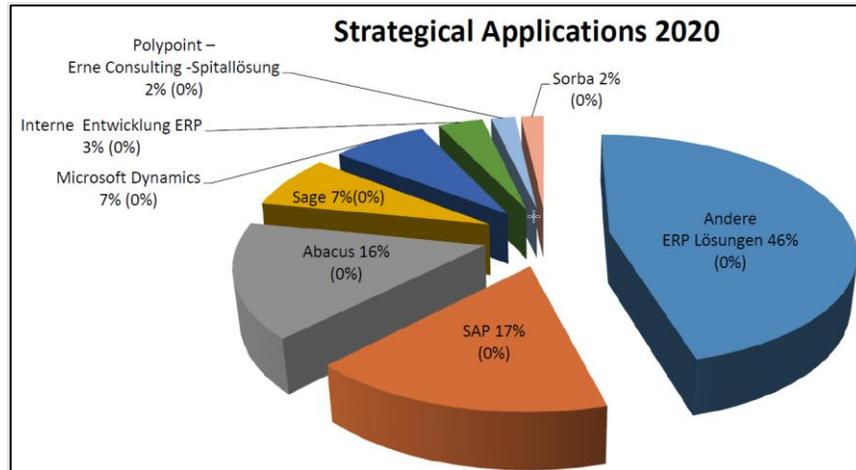
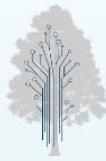


Abb. 6: Marktanteile am Schweizer ERP-Markt, Quelle: (Landis & Mauer, 2021)

Betrachtet man noch den Weltmarkt, dann fällt der Marktanteil von SAP noch grösser aus.

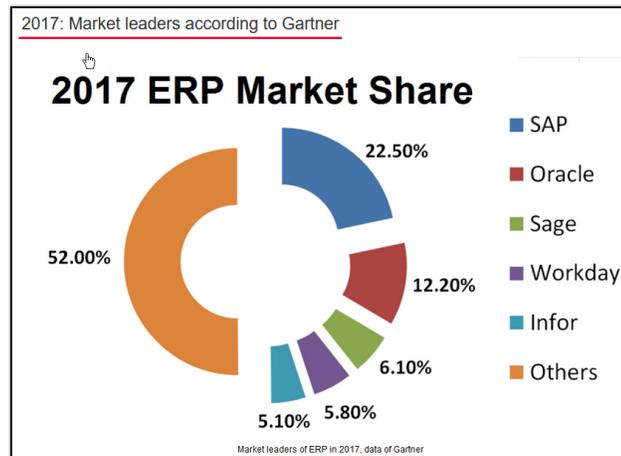
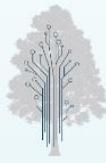


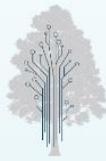
Abb. 7: Weltweite Marktanteile laut Gartner zitiert nach (TAdviser, 2019)

Die Nachfrage nach Expertinnen und Experten für die Einführung, und noch viel mehr für die richtige Bedienung von SAP-Systemen, ist enorm. Eine Nachschau auf unterschiedlichen Job-Portalen zeigt beeindruckende Zahlen. Also ist es auch aus dieser Perspektive richtig, dieses ERP-System als Backbone der Lernfabrik zu verwenden.



Die Studierenden sollen erlernen, wie sich Prozesse vom Kundenauftrag über Fertigungsaufträge bis hin zur Auslieferung und Rechnung in einem integrierten System abbilden lassen. Dabei sollen mittelfristig auch mögliche Automatisierungspotentiale innerhalb eines Unternehmens aber auch über Firmengrenzen hinweg aufgezeigt werden. Die Studierenden werden damit in die Lage versetzt, entsprechende Projekte in ihren künftigen Anstellungen selbständig zu entwickeln und zu leiten.

Da inadäquat gestaltete Prozesse auch schlecht bleiben, wenn man sie digitalisiert, also in einem ERP-System abbildet, müssen die Studierenden in diesem Zusammenhang auch befähigt werden, diese in einem konkreten Unternehmen systematisch zu erheben, modellieren und optimieren. Die Implementierung und die Nutzung von SAP in der Lernfabrik ist immer direkt gekoppelt mit Prozessverständnis. Die gegenseitige Befruchtung von Standard-Software wie SAP S/4HANA und operativem Prozessmanagement wird anhand unterschiedlicher Anwendungsbeispiele aufgezeigt. Dabei werden immer auch die vertikale und horizontale Integration der beteiligten Systeme thematisiert. Die Konzeption und der Betrieb von Schnittstellen und das zugehörige Datenmanagement werden intensiv gelehrt, denn hier entstehen Ansatzpunkte für weitere wesentliche Optimierungen in der Zukunft. Außerdem bilden sie die Basis für neue Geschäftsmodelle – Stichwort virtuelle Unternehmen (z.B. (Alt, Legner & Österle, 2005; Cannellotto, 2018)) oder virtuelle Teams (z.B. (Ebert, 2020)) –, die entsprechende Prozess-, System- und Vernetzungsgestaltung verlangen.



Erfolgs- Faktoren \ Nutzen	Kompetenz	Kommunikation	Kollaboration
Flexibilität	Starkes Team	Ergebnis-orientierte Führung	Ständig aufgefrischte Soft Skills
Innovation	Kontinuierliches Wissens-Management	Klare Aufgaben	Verlässliche Partner
Efizienz	Gute Prozessfähigkeit	Transparente Organisation und Schnittstellen	Optimierte IT-Infrastruktur

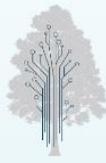
Abb. 8: Erfolgsfaktoren und Nutzen bei virtuellen Teams, Quelle: (Ebert, 2020)

Dass die oben erwähnten Kompetenzen am Markt gefragt sind, zeigt auch die Übersicht über die ERP-Einführungsprojekte der letzten Jahre, welche von der Panorama Group in (Panorama Consulting Group, 2021) veröffentlicht wurde. Laut diesem ERP-Report 2021 ist «Manufacturing» bei den Top Industrien und Geschäftsprozessmanagement bei rund 50% der Unternehmen im Fokus der Einführungsprojekte. (Panorama Consulting Group, 2021, S. 37)

Durch die räumliche Trennung der drei Standorte der OST und damit der Lernfabrik wird neben der vertikalen Vernetzung in jeder Lokation auch die Wichtigkeit der horizontalen Vernetzung sichtbar gemacht. Damit wird eine Realität, die im ersten Hinblick ein Nachteil zu sein scheint, in einen Vorteil verwandelt und aktiv in das Konzept eingebunden. Auch hier spiegelt sich die vorherrschende Praxis im Projekt und der Lernumgebung sinnvoll wider.

4. Erste Produkte und Anwendungsfälle

Zurzeit werden zwei Produkte in der Lernfabrik gefertigt: ein bunter Unihockey-Ball und ein Wireless Charger für Smartphones. Beide bieten viele Lernelemente, die sich in der Prozessgestaltung und vor allem in der Abbildung im ERP-System darstellen lassen.



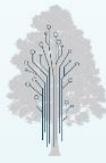
So ist z.B. der Unihockey-Ball (Abb) ein konfigurierbares Produkt, das in zwei Hälften erstellt wird. Jede dieser beiden Teile kann neun Farben haben und ein vollständiger Ball ist aus zwei Halbschalen zusammengeschweißt. Damit ergeben sich 45 Farbkombinationen, die potentielle Kunden bestellen können.



Abb. 9: Beispielprodukt «Unihockey-Ball»

Wie nun ein solches Produkt in einem SAP-System abgebildet wird, und welche Vor- bzw. Nachteile z.B. separate Materialnummern für jede mögliche Kombination haben, kann dann mit realen Auswirkungen erlernt werden, denn neben dem Kundenerlebnis bei der Auswahl der individuell gestalteten Balles in einer eigens dafür programmierten App müssen die Studierenden sich überlegen, wie diese Auswahl dann ins SAP und von dort als Fertigungsauftrag in die Produktion geleitet wird. Darüber hinaus kann mit diesem Beispiel auch der Unterschied zwischen Produktions- und Verkaufsstücklisten gezeigt werden, wobei die Auswirkungen mit den realen Objekten als Ball oder zwei unverbundenen Hälften direkt «begreifbar» werden.

Mit dem zweiten Produkt, dem «Wireless Charger» (Abb. 10) werden noch weitere Elemente aufgezeigt, die einen unmittelbaren Einfluss auf Prozesse und deren Abbildung im ERP-System haben. Dieser Artikel setzt sich aus drei Teilen, einer Ober- und einer Unterschale sowie der Elektronik, zusammen, Die beiden Schalen werden, wie der Unihockey-Ball, am Standort



Rapperswil erzeugt und dann nach Buchs geliefert, wo sie mit der Elektronik bestückt, qualitätsgeprüft und zusammengebaut werden.



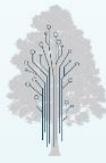
Abb. 10: Beispielprodukt "Wireless Charger"

Dadurch müssen neben den klassischen Produktionsschritten noch die Intralogistik und die Qualitätsprüfung geplant und im SAP abgebildet werden. Es werden außerdem in einem Produkt verschiedene Beschaffungen (Rohmaterial für den Kunststoffspritzguss und die Baugruppe Elektronik) aufgezeigt, deren Bedarfsberechnung im ERP-System erfolgen muss. Weitere Themen, die mithilfe des SAP-Systems implementiert werden, sind eine Seriennummernvergabe zur Nachverfolgbarkeit. Im Zuge dieser werden dann auch die Auswirkungen auf die Schnittstellen, aber auch auf die Folgeprozesse wie Reklamation oder Wartung, erläutert.

Sämtliche Prozesse werden über das zentrale SAP-System gesteuert, das dadurch eine wichtige Rolle in der Lernfabrik einnimmt. Neben der Prozesssteuerung und der Integration mit den Umsystemen werden daher auch noch Lehrmaterialien zum Thema Datenschutz und Datensicherheit entwickelt werden.

5. Ausblick

Das Projekt wurde im März 2021 gestartet und befindet sich in der Aufbau- und Umsetzungsphase. Der neue TechPark als physisches Gebäude Rapperswil ist bezogen worden; somit sind alle



Maschinen und Fertigungszellen in Buchs und Rapperswil wieder in Betrieb. Eine zentrale Herausforderung bleibt der Aufbau der IT-Infrastruktur inklusive aller relevanten IoT-Schnittstellen.

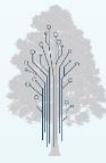
Laufende Forschungsaktivitäten unterstützen die Herausforderungen der Konnektivität, Standardisierung und Integration stark. Die Lernfabrik fordert bestehende Industriepartner auf allen Ebenen, da es nicht mehr um singuläre Installationen, sondern um das Funktionieren in einem digital vernetzten Unternehmen geht. Erfreulicherweise stellen alle Lieferanten eine bestmögliche Unterstützung bereit.

Wie erwähnt, ist die Entwicklung der verschiedenen Ausbildungseinheiten der Kern des Projektes. Die Dozierenden am Standort Buchs haben in den letzten Jahren viel Erfahrung mit dem Unterrichten in einer Lernfabrik-Umgebung gesammelt. Nun geht es darum, das Gelernte unsere neue über drei Standorte verteilte Firma zu übertragen.

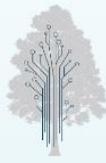
Die neue SmartFactory@OST ist ein anspruchsvoller, aber vor allem zielführender Ansatz, das Wissen und die Umsetzung der Digitalisierung von Unternehmen und Fabriken in der Schweiz zu erweitern. Die Industrieunternehmen in Hochkostenländern sind mit der hohen Kostenstruktur sehr herausgefordert. Daher ist es von grundlegender Bedeutung, die Inhalte und Kompetenzen der Smart Factory auf einer nächsten Ebene in der Bildung voranzutreiben.

Literaturverzeichnis

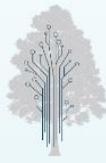
- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H., ... (2015). Learning Factories for Research, Education, and Training. *Procedia CIRP*, 32, 1–6.
doi:10.1016/j.procir.2015.02.187
- Alt, R., Legner, C. & Österle, H. (2005). Virtuelle Organisation - Konzept, Realität und Umsetzung. *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 42(242). Abgerufen von <https://www.alexandria.unisg.ch/65773/>



- Anderson, L. (2014). Taxonomy of educational objectives. In D. Phillips (Hrsg.), *Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy* (S. 790–791).
- Baumgarten, C., Stöckler, S. & Müller, S. (2021). Handlungsfeld «Lernfabrik»: Erläuternde Beilage zum Teilprojektauftrag TP1 «Innovative Lehr- und Lernumgebung». St. Gallen.
- BS Bloom. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*: Bloom, B.S.: *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. McKay, Longman, New York, London (1956).
- Cannellotto, L. (2018). Die Schweizer ERP-Landschaft. *Swiss IT Magazine*, 2018, 32–35. Abgerufen von https://www.itmagazine.ch/Artikel/Seite/67142/2/Die_Schweizer_ERP-Landschaft.html
- Ebert, C. (2020). Verteilte und virtuelle Teams. In C. Ebert (Hrsg.), *IT kompakt. Verteiltes Arbeiten kompakt. Virtuelle Projekte und Teams. Homeoffice. Digitales Arbeiten* (2. Aufl., S. 33–54). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer Vieweg.
- Fachstelle für Statistik. (2020a). Arbeitsstätten, Beschäftigte und Vollzeitäquivalente 2018, nach Grössenklasse, Wirtschaftssektor, Wirtschaftszweig, Ausrichtung, Trägerschaft und Rechtsform der Arbeitsstätte, Kanton St.Gallen, Wahlkreise und Gemeinden. Basierend auf Bundesamt für Statistik: STATENT (Datenstand: 21.8.2020). Abgerufen von https://www.sg.ch/content/dam/sgch/kanton-stgallen/statistik/b06/B06_STATENT_001_Arbeitsst%C3%A4tten-Besch%C3%A4ftigung_Gemeinden-Wahlkreise.pdf
- Fachstelle für Statistik. (2020b). *Wirtschaft - Basiskennzahlen Kanton St. Gallen*. Basierend auf Bundesamt für Statistik: STATENT (Datenstand: 21.8.2020). Abgerufen von https://www.sg.ch/content/dam/sgch/kanton-stgallen/statistik/kuz-teile/KuZ_Wirtschaft.pdf
- Hänggi, R., Nyffenegger, F., Ehrig, F., Jaeschke, P. & Bernhardsgrütter, R. (2021). Smart Learning Factory – Network Approach for Learning and Transfer in a Digital & Physical Set up. In F. Nyffenegger, J. Ríos, L. Rivest & A. Bouras (Hrsg.), *IFIP Advances in Information and Communication Technology. PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT ENABLING SMART*. 17th ifip wg 5.1 (S. 15–25). [S.l.]: Springer.



- Industrie 2025. (2021). Was ist Industrie 4.0?: Revolution oder doch eher Evolution?
- Kölliker, S. & Trösch, R. (2019). IT Bildungsinitiative. Abgerufen von www.sg.ch/bildung-sport/ueber-bildung/IT-Bildungsoffensive.html
- Landis, M. & Mauer, M. (2021). Der Schweizer ICT-Markt: Die Sicht der Anwender-Unternehmen: So setzen die 13 707 grössten Schweizer Unternehmen IT im Business ein. Abgerufen von www.it-02 markt.ch
- Panorama Consulting Group. (2021). 2021 ERP Report.
- Seelhofer, D. Prof. Dr., Rektor OST. (2020). Wir sind die OST.: Neu und zugleich seit Jahrzehnten in der Ostschweiz verankert. Abgerufen von https://www.ost.ch/fileadmin/dateiliste/4_fachhochschule/4.1_ueber_ost/4.1.1_organisation/20_ost_kurzportrait_low-final-10-2020-1.pdf
- TAdviser. (2019). ERP systems (world market). Abgerufen von [https://tadviser.com/index.php/Article:ERP_systems_\(world_market\)](https://tadviser.com/index.php/Article:ERP_systems_(world_market))



ERPsim Game als praxisnahes Beispiel für Problemorientierte Lehre

Maximilian Zarte & Agnes Pechmann

Hochschule Emden/Leer, Emden, Deutschland

Abstract: Um den Praxisbezug in der Vorlesung Sustainable Production zu erhöhen wurde problemorientiertes Lernen eingeführt. Grundlage für die Probleme ist das ERPsim Manufacturing Spiel, welches als praxisnahes Beispiel dient. Dieser Artikel präsentiert das allgemeine Lehrkonzept und deren Anwendung in der Vorlesung Sustainable Production. Dazu werden Ergebnisse einer Evaluation und Erfahrungen der Lehrenden mit dem Lehrformat dargestellt.

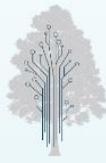
Keywords: SAP, Inverted Classroom Methode, Planspiel.

1. Einleitung

Aktuell finden in Vorlesungen vorwiegend Frontalunterricht statt. Die Prüfungsleistung der Vorlesung wird in der Regel in Form von Klausuren oder finalen Projektarbeiten erbracht, in denen die Studierenden im Anschluss an den Frontalunterricht das gelehrt Wissen anwenden.

Ein Nachteil dieser Vorgehensweise ist, dass Wissenslücken bei den Studierenden erst nach Darbietung der Prüfungsleistung identifiziert werden können. Dadurch bleibt wenig Zeit die Lücken im Anschluss an den Frontalunterricht zu schließen. Ein weiterer Nachteil ist, dass der Frontalunterricht wenig Möglichkeiten bietet einen praktischen Bezug herzustellen. In Projektarbeiten kann zwar ein Praxisbezug hergestellt werden. Dieser fällt aber im Anschluss des Frontalunterrichtes relativ kurz aus.

Eine Möglichkeit diesen Herausforderungen zu begegnen ist problemorientiertes Lernen (POL). Durch die Einführung von POL kann vor allem der Praxisbezug in der Vorlesung erhöht werden. Dafür sollen die Studierenden schon früh in der Vorlesung mit Problemen konfrontiert werden, die im Laufe der Vorlesung gelöst werden sollen. Grundlage für die Probleme ist dabei ein praxisnahes Beispiel, z.B. ein Planspiel oder eine Lernfabrik. Das Beispiel wird einerseits genutzt, um gelerntes



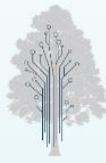
Wissen anzuwenden. Andererseits liefert es Daten und Informationen, um die Probleme zu bearbeiten. Die Bearbeitung der Probleme soll dabei begleitend zur Vorlesung erfolgen. Dafür kann die Inverted Classroom Methode (ICM) angewendet werden. Bei der klassischen Lehre wird im Präsenzunterricht Wissen durch z.B. Präsentationen vermittelt, welches dann im Selbststudium durch z.B. Aufgaben angewendet wird. Bei der ICM hingegen wird das Wissen im Selbststudium erarbeitet, um es dann im Präsenzunterricht durch z.B. Aufgaben zu vertiefen.

Der Artikel präsentiert ein Lehrkonzept basierend auf der Kombination von POL und der ICM, welches in der Vorlesung Sustainable Production (SP) angewendet wurde. Grundlage für das Lehrkonzept ist ein praxisnahes Beispiel. Hierfür wurde das ERPsim Manufacturing Spiel gewählt, welches Daten und Informationen zur Lösung der Probleme liefert. Die Entwicklung des Lehrkonzeptes wurde durch die Hochschuldidaktik proaktiv begleitet, welche regelmäßige Maßnahmen zur Evaluation des Vorhabens durchführte.

Nach der Einleitung, wird in Kap. 2 die Vorlesung SP vorgestellt. Kapitel 3 präsentiert das Lehrkonzept und deren Anwendung in der Vorlesung SP. Kapitel 4 fasst die Ergebnisse von Studierendenevaluationen zusammen und gibt Erfahrungen der Lehrenden mit dem Lehrkonzept wieder.

2. Anwendungsbeispiel: Vorlesung Sustainable Production

Das Lehrkonzept wurde für die englischsprachige Vorlesung SP entwickelt, welches ein Pflichtmodul im Bachelor Studiengang Sustainable Energy Systems der Hochschule Emden/Leer ist. Die Vorlesung SP vermittelt Wissen zum Zusammenhang von Nachhaltigkeit und Globalisierung, Produktionssystemen und Produktionsmanagementsystemen und Anforderungen an eine nachhaltige Produktion. Tabelle 1 präsentiert die Lernziele der Vorlesung als Taxonomie nach (Bloom, 1972).



Tab. 1: Lernziel Taxonomie für die Vorlesung SP nach (Bloom, 1972).

Taxonomie Stufen	Lernziele: Die Studierenden ...
Kennen	... wissen Grundlagen über Produktionssysteme und Nachhaltigkeit.
Verstehen	... unterscheiden bestimmte Prozesse in Produktionsanlagen.
Anwenden	... nutzen Standardsoftware für das Produktionsmanagement. ... wenden Standards und Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung an.
Analysieren	-
Synthetisieren	... bewerten ein beispielhaftes Produktionssystem nach Nachhaltigkeitsaspekten.
Beurteilen	(... erstellen einen Bericht nach wissenschaftlichen Anforderungen.)

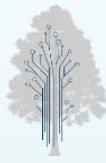
Die Prüfungsleistung für die Vorlesung SP besteht aus drei Teilen, die mit unterschiedlicher Gewichtung in die Gesamtbewertung eingehen:

1. Spielergebnis des zuletzt durchgeführten ERPsim Spiel (Manufacturing Extended) (20 %).
2. Präsentation der geplanten und der umgesetzten Spielstrategie sowie Analyse des Spiels aus Gruppensicht (30 %).
3. Wissenschaftliche Ausarbeitung zur nachhaltigen Bewertung des ERPsim Manufacturing Spiels bezogen auf eine vorgegebene Problemstellung (50 %).

Für die wissenschaftliche Ausarbeitung wurden drei aktuelle politische Themen zur Wahl gestellt, bei denen jeweils die potentiellen Nachhaltigkeitseffekte und Auswirkungen auf das ERPsim Manufacturing Spiel analysiert werden sollten: *CO2 Steuer*, *Verpackungsgesetz* und *Lieferkettengesetz*.

3. Anwendung Des Lehrkonzeptes Am Beispiel Sustainable Production

Im folgenden Kapitel wird das Lehrkonzept am Beispiel der Vorlesung SP vorgestellt. Für das Lehrkonzept wurde die Methode POL bei der Semesterplanung (Makroplanung) angewandt und die ICM bei der Vorlesungsplanung (Mikroplanung).



Allgemein kann POL wie folgt definiert werden: „Problemorientiertes Lernen ist eine pädagogische Strategie zur Bereitstellung von relevanten, kontext-bezogenen und lebensechten Situationen sowie von Ressourcen, Begleitung und Anleitung für die Lernenden, bei der sie Wissenszusammenhänge und Problemlösungsfähigkeiten entwickeln“ (Mayo et al. 1993). Bei der Anwendung von POL hat sich die Siebensprung-Methode nach (Weber, 2007) etabliert. Bei der Siebensprung-Methode wird ein Problem in sieben Schritten bestimmt, analysiert und gelöst.

Anhand der Siebensprung-Methode wurde bei der Semesterplanung für die Vorlesung SP wie folgt vorgegangen: In der ersten Phase wurden die gestellten Probleme durch u.a. Literaturrecherchen der Studierenden aufgearbeitet. Die Ergebnisse wurden in der Vorlesung in Form von Exposés präsentiert. In der zweiten Phase wurde das ERPsim Spiel Manufacturing Introduction entsprechend der Problemstellung analysiert und Nachhaltigkeitseffekte und Auswirkungen identifiziert und präsentiert. In der letzten Phase wurde in einem finalen ERPsim Spiel (Manufacturing Extended) Daten und Informationen zur nachhaltigen Bewertung gesammelt, welche dann der wissenschaftlichen Ausarbeitung als Grundlage dienten. Zu den drei Phasen wurde den Studierenden begleitend Grundlagenwissen zur Nachhaltigkeit, zum Produktionsmanagement und zur nachhaltigen Produktion vermittelt.

Bei der Aufarbeitung der Probleme und Theoretischen Grundlagen zur Vorlesung wurde die ICM angewandt. Bei der ICM bereiten sich die Studierenden mit Hilfe von Materialien (z.B. Vorlesungsvideos, Texte, Aufgaben) auf die Präsenzveranstaltung vor. In der Präsenzsitzung wird dann das vorbereitete Wissen angewendet, weiter vertieft und diskutiert (Spannagel & Freisleben-Teutscher, 2016). Abbildung 1 veranschaulicht die Vorgehensweise bei der ICM und gibt einen zeitlichen Rahmen für die Vorlesung SP mit fünf ECTS für das Semester vor.

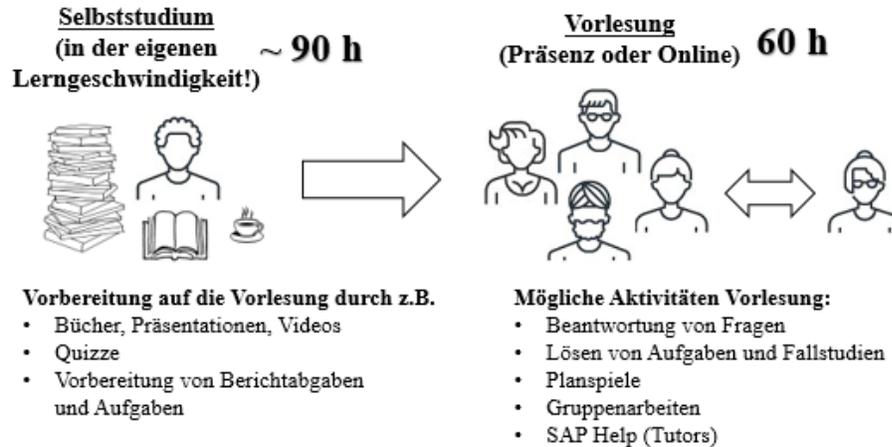
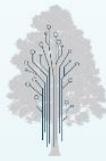


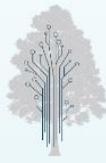
Abb. 1: Veranschaulichung de Vorgehensweise bei der ICM in der Vorlesung SP.

4. Evaluationsergebnisse und Erfahrungen der Lehrenden

Zur Evaluation wurde die Teaching Analysis Poll (TAP) Methode angewandt. Ziel ist es dabei, herauszufinden, was den Studierenden hilft erfolgreich zu lernen, was sie am Lernen hindert und wie diese Faktoren verbessert werden können (Frank & Kaduk, 2017). Tabelle 2 zeigt qualitative Ergebnisse der Evaluation mit Hilfe der TAP Methode.

Tab. 2: Übersicht Evaluationsergebnisse der Vorlesung SP mittels der TAP Methode.

Wodurch lernen Sie in dieser Veranstaltung am meisten?	Was erschwert Ihr Lernen in dieser Veranstaltung?	Welche Vorschläge zur Verbesserung der Veranstaltung?
<ul style="list-style-type: none"> • Intensiver Kontakt mit den anderen Studierenden. • Direktes Feedback von den Lehrenden (pos. Fehlerkultur). • Transparenz über Kursorganisation und –struktur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissenstransfer (Selbststudium → Veranstaltung) funktioniert nicht immer. • Hoher Arbeitsaufwand bei der Vorlesungsvorbereitung. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehr Planspiele mit Fokus auf Strategieentwicklung. • Kursinhalte entschlacken und fokussieren.



Aus Perspektive der Lehrenden birgt dieses Lehrformat Vor- und Nachteile. Alle Vorlesungsinhalte die im Selbststudium erarbeitet werden sollen müssen optimaler Weise schon vor Semesterbeginn bereitgestellt werden, damit die Studierenden sich flexibel auf die Vorlesungen vorbereiten können. Der Mehraufwand vor dem Semester wird dann im Semester wiederum gespart und es kann sich mehr auf Wissenslücken und Probleme der Studierenden konzentriert werden. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Motivation der Studierenden, die Vorlesungen im Selbststudium entsprechend vorzubereiten. Dies zeigt sich gerade bei den ERPsim Spielergebnissen. Vorbereitete Studierende erzielten signifikant bessere Ergebnisse (Messkriterium Company Evaluation) im Vergleich zu Studierende, die zugegeben hatten, nicht vorbereitet zu haben. Eine weitere Herausforderung war es, die ICM beizubehalten. Gerade bei dem Einführungsplanspiel waren viele Studierende wenig vorbereitet. Normalerweise würde das in der Vorlesung/während des Planspiels durch Eingreifen der Lehrenden kompensiert, dies widerspricht jedoch der ICM. Daher wurde das Planspiel ohne weitere Erklärungen durchgeführt und den Studierenden die Erfahrung einer (nicht) ausreichenden Vorbereitung zu ermöglichen.

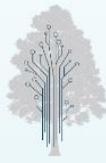
5. Förderung

Die Vorlesungskonzeption wurde im Rahmen des Projekts **„Innovation plus (2020/21), 2. Förderrunde; Nummer 109; (0608/682 96)** vom Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) gefördert.

Literaturverzeichnis

Bloom, B.S. (1972): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich (4. Aufl.), Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Frank, A. & Kaduk, S. (2017): Lernen im Fokus von Lehrveranstaltungsevaluation. Teaching Analysis Poll (TAP) und Bielefelder Lernzielorientierte Evaluation (BiLOE). In: Zwischen Wissenschaftsforschung, Wissenschaftspropädeutik und Hochschulpolitik. Hochschuldidaktik als lebendige Werkstatt (S. 203-218).



- Mayo, P., Donnelly, M.B., Nash, P.P. & R.W. Schwartz (1993): Student Perceptions of Tutor Effectiveness in problem based surgery clerkship”. In: Teaching and Learning in Medicine 5 (4), S. 227-233.
- Spannagel, C. & Freisleben-Teutscher, C. F. (2016). Inverted classroom meets Kompetenzorientierung. In, Kompetenzorientiertes Lehren und Prüfen (S. 59–69).
- Weber A. (2007): Problem-Based Learning: ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und auf der Tertiärstufe (2. Aufl.), Bern: h.e.p.