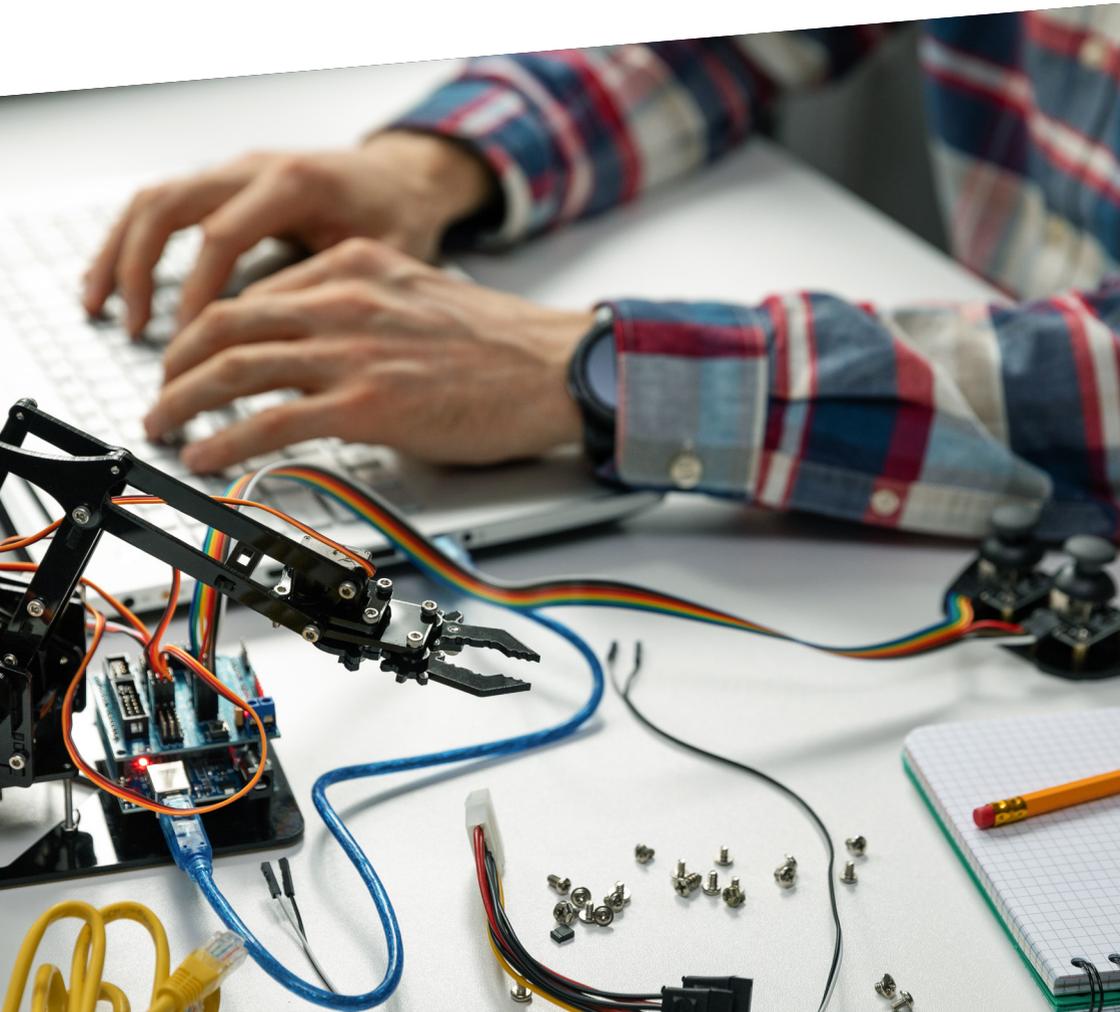


Digitale Transformation an der Fachhochschule Graubünden

Case Studies aus Forschung und Lehre



Digitale Transformation an der Fachhochschule Graubünden

Case Studies aus Forschung und Lehre

Impressum

Fachhochschule Graubünden
Departement Angewandte Zukunftstechnologien
Pulvermühlestrasse 57
7000 Chur
Tel. +41 81 286 24 24
info@fhgr.ch

Herausgeber

Denk- und Handlungsraum Digitalisierung der Fachhochschule Graubünden
Michael Forster, Sharon Alt, Marcel Hanselmann und Patricia Deflorin

Layout

Raphael Zaugg

Korrektorat

Jelena Martinelli, martinellitext, Chur

ISBN: 978-3-907247-20-4

Forster, M., Alt, S., Hanselmann, M. & Deflorin, P. (Eds.). (2022). Digitale Transformation an der Fachhochschule Graubünden: Case Studies aus Forschung und Lehre. (Denk- und Handlungsraum Digitalisierung). Chur: Fachhochschule Graubünden.

Lizenz: Das Werk einschliesslich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Das Werk steht unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0). Ausgenommen von der oben genannten Lizenz sind teile, Abbildung und sonstiges Drittmaterial, wenn anders gekennzeichnet.



Inhaltverzeichnis

Impressum	4
Inhaltsverzeichnis	5
Vorwort	6
Das Churer Modell	8
Career Coach – Automatische Wissensextraktion und Expertensystem für personalisierte Re- und Upskilling Vorschläge	11
Datenbasierte Dienstleistungen gestalten und umsetzen	19
Der Einsatz von Robotik in der Hotellerie	30
Digitale Transformation, Jobveränderung und Personalentwicklung	39
Einsatz von Servicerobotik in der Altenbetreuung–Ein Roboter wird auf Herz und Nieren getestet	44
Empirischer Verdichtungs-Ansatz (EVA) für die Siedlungsentwicklung	62
Multimediale Lernumgebungen entwickeln und in der Implementierung wissenschaftlich begleiten	77
Online Teaching – Überlegungen zu digitalem Lehren und Lernen	87
Personalallokation und -planung für das Immobilienmanagement im Tourismus (PIT)	101
Pi: Das Wunder dieser Zahl	111
Swiss Virtual Natural History Collection (SVNHC)	119
Trade Compliance-Management der digitalisierten Wertschöpfungskette	125
User-Generated Content-Plattform für individualisierte Schlaganfall-Therapie	134
Virtual Business Skills Framework (VIBES)	143
Der Digital Transformation Space der FH Graubünden	155

Vorwort

Der Begriff «Digitale Transformation» ist heute omnipräsent. Im Kern geht es um einen Prozess der stetigen Weiterentwicklung digitaler Technologien, die unsere Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig prägen. Nahezu alle Branchen sind von der digitalen Transformation betroffen.

Die Fachhochschule Graubünden beschäftigt sich schon seit Jahren im Rahmen einer strategischen Initiative mit dem Thema «Digitalisierung/Digitale Transformation» und bietet in all ihren vier Leistungsaufträgen Angebote dazu an. Exemplarisch seien hier erwähnt: a) in der Lehre die Bachelorstudiengänge Digital Business Management oder Digital Supply Chain Management, b) in der Forschung die Forschungsfelder Digitale Strategien oder Big Data and Data Analytics, c) in der Weiterbildung das Executive MBA Digital Transformation, d) in der Dienstleistung die Beratungsplattform des Denk- und Handlungsraums Digitalisierung.

Letztere ist Ansprechpartner für externe, aber auch interne Fragen zur digitalen Transformation. Der Digital Transformation Space koordiniert und unterstützt zahlreiche interdisziplinäre Projekte im Umfeld der digitalen Transformation oder bietet Weiterbildungsveranstaltungen wie z.B. den *digi*Lunch an. Im Denk und Handlungsraum Digitalisierung ist auch die Idee entstanden, interessante Fallstudien in Buchform zusammenzutragen – im Sinne von inspirierenden Beispielen. Die Auswahl ist beeindruckend und behandelt Themen wie datenbasierte Dienstleistungen, Roboter in der Hotellerie oder im Altersheim, Wissensextraktion in Personalbereich, digitaler Unterricht oder Plattformen für Schlaganfall-Therapien.

Ich bedanke mich herzlich bei der Herausgeberschaft M. Forster, P. Deflorin, S. Alt und M. Hanselmann für die Initiative und die gelungene Umsetzung des Buchprojekts. «Content is king» heisst es in der Medienbranche; das gilt auch hier. Das Buch lebt von den einzelnen Beiträgen und deshalb gilt auch ein herzliches Dankeschön an alle Autorinnen und Autoren.

Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wünsche ich eine inspirierende Lektüre und wenn Sie Fragen haben, scheuen Sie sich nicht, uns zu kontaktieren – der Denk- und Handlungsraum Digitalisierung der Fachhochschule Graubünden ist dafür gemacht: www.fhgr.ch/digispace

Prof. Dr. Bruno Studer, Departementsleiter Angewandte Zukunftstechnologien

Die in diesem Band ausgewählten **Fallbeispiele zeigen Möglichkeiten und Potenziale für verschiedene Branchen und Digitalisierungsziele** auf. Sei es der Einsatz von Robotern in der Altenbetreuung und im Tourismus, der Gestaltung datenbasierter Dienstleistungen, personalisierter Therapie bis hin zur Prognose des Personalbedarfs im Immobilienmanagement.

Kontakt

Fachhochschule Graubünden
Denk- und Handlungsraum Digitalisierung
Michael Forster
+41 81 286 24 09
michael.forster@fhgr.ch

Das Churer Modell

Unser «Churer Modell» der digitalen Transformation (vgl. Abbildung 1) ordnet und umrahmt als symbolisches Haus die vielseitigen Forschungsaktivitäten der FH Graubünden in der Digitalisierung. Wir verorten die Artikel (Tabelle 1) in diesem Sammelband in die unterschiedlichen Dimensionen des Modells.

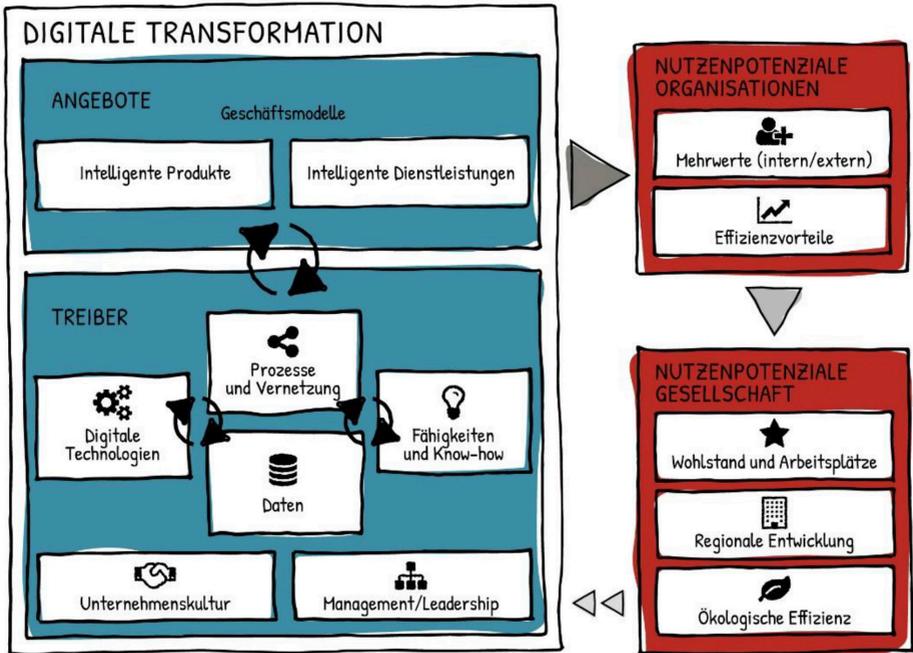


Abbildung 1: Das „Churer Modell“ der digitalen Transformation

Für Unternehmen und Institutionen ist es eine Auslegeordnung, die bei der Festlegung von Transformationszielen und der Wahl zukünftiger Massnahmen unterstützt. Die Umsetzung der digitalen Transformation ist ein langfristiger Entwicklungsprozess, der sich in verschiedenen Branchen oft unterschiedlich schnell abspielt und dessen Endzustand (noch) offen ist. Eine der grossen Herausforderungen ist zu entscheiden, welche Ziele mit der digitalen Transformation zu verfolgen sind und mit welchen Massnahmen zu beginnen ist.

Denn eine erfolgreiche digitale Transformation bedeutet weit mehr als den Einsatz digitaler Technologien und führt zu einer Reihe von Management-Herausforderungen. Diese Transformation ist meist ein vielschichtiger Prozess und bedingt ein Zusammenwirken mehrerer Dimensionen. Der Mensch steht dabei immer im Vordergrund. Unser Modell zeigt und vereint die wesentlichen Treiber und (digitalen) Angebote und beschreibt die bewusste Veränderung von Prozessen, Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen, ermöglicht durch den Einsatz digitaler Technologien.

Angebote

Die digitale Transformation widerspiegelt sich in neuen Angeboten. Diese Angebote umfassen intelligente Produkte und Dienstleistungen sowie neue oder veränderte Geschäftsmodelle.

Treiber

Ermöglicht werden die Angebote durch die Treiber der digitalen Transformation. So ermöglicht der Einsatz digitaler Technologien (z.B. Sensoren, Informationssysteme, Plattformen) das Sammeln von Daten. Diese Daten werden durch eine geeignete Vernetzung der Prozesse ausgetauscht, konsolidiert und anschliessend analysiert und interpretiert. Zentral ist der Aufbau notwendiger Fähigkeiten, welche z.B. den Einsatz digitaler Technologien ermöglichen oder Basis für die Datenanalyse bilden. Weitere Treiber der Transformation sind das Management sowie eine unterstützende Unternehmenskultur.

Nutzenpotenziale Organisationen und Gesellschaft

Die digitale Transformation, bestehend aus Angeboten und Treibern, ermöglicht das Erzielen externer oder interner Mehrwerte (z.B. Kundennutzen) und/oder Effizienzvorteile. Die Auswirkungen der digitalen Transformation widerspiegeln sich in der Gesellschaft, d.h. durch Veränderungen in der regionalen Entwicklung, hinsichtlich von Wohlstand, Arbeitsplätzen und ökologischer Effizienz.

Ziele sind also das Generieren von echten Mehrwerten und Effizienzvorteilen, welche oftmals durch die Veränderung von Prozessen ausgelöst werden.

Angebot	Prozesse und Vernetzung	Digitale Technologien	Fähigkeiten und Know-how	Daten	Unternehmenskultur	Management/Leadership		Seite
	X			X			Career Coach – Automatische Wissensextraktion und Expertensystem für personalisierte Re- und Upskilling Vorschläge	11
X		X		X			Datenbasierte Dienstleistungen gestalten und umsetzen	19
			X		X	X	Digitale Transformation, Jobveränderung und Personalentwicklung	30
X		X					Einsatz von Robotik in der Hotellerie	39
X		X					Einsatz von Servicerobotik in der Altenbetreuung - Ein Roboter wird auf Herz und Nieren getestet	44
X		X		X			Empirischer Verdichtungs-Ansatz (EVA) für die Siedlungsentwicklung	62
X	X			X			Multimediale Lernumgebungen entwickeln und in der Implementierung wissenschaftlich begleiten	77
			X				Online Teaching – Überlegungen zu digitalem Lehren und Lernen	87
	X			X			Personalallokation und -planung für das Immobilienmanagement im Tourismus (PIT)	101
		X		X			Pi: Das Wunder dieser Zahl	111
				X			Swiss Virtual Natural History Collection (SVNHC)	119
	X						Trade Compliance-Management der digitalisierten Wertschöpfungskette	125
X				X			User-Generated Content-Plattform für individualisierte Schlaganfall-Therapie	134
			X		X	X	Virtual Business Skills Framework (VIBES)	143

Tabelle 1: Einordnung der Forschungsprojekte der FH Graubünden in das „Churer Modell“

Career Coach – Automatische Wissensextraktion und Expertensystem für personalisierte Re- und Upskilling Vorschläge

Autorenschaft: Albert Weichselbraun, Alexander van Schie, Andreas Fraefel, Philipp Kuntshik, Roger Waldvogel

CareerCoach entwickelt Methoden zur automatischen Extraktion von Fortbildungsangeboten. Das System analysiert die Webseiten von Bildungsanbietenden und integriert deren Angebote in einen zentralen Wissensgrafen, der innovative Dienstleistungen wie semantische Suchen und Expertensysteme unterstützt.

Keywords: Wissensgrafen, Wissensextraktion aus Dokumenten, automatischer Aufbau von Wissensgrafen, Recommendersystem, Weiterbildungsangebote

1. Einführung

Sowohl Fortschritte in Wissenschaft und Technik als auch Krisen und Änderungen des Marktumfelds führen zu Verwerfungen am Arbeitsmarkt, indem bestimmte Fertigkeiten und Qualifikationen entwertet werden, während parallel dazu die Nachfrage nach anderen Qualifikationsprofilen steigt. Re- und Upskilling stellen effiziente Strategien zur Abfederung dieser Problematik dar, da sie es den Arbeitnehmenden ermöglichen, gezielt Qualifikationen zu erwerben, welche ihre Chancen am Arbeitsmarkt erhöhen. In der Praxis sind Arbeitnehmende jedoch mit einer Unzahl an Weiterbildungs- und Fortbildungsangeboten konfrontiert, welche über verschiedenste Kanäle beworben werden und deren Einflüsse auf die effektiven Chancen am Arbeitsmarkt in der Regel nur schwer abschätzbar sind.

Das CareerCoach Projekt begegnet dieser Problemstellung, indem es

- (a) Methoden zur automatischen Extraktion von Fortbildungsangeboten entwickelt, welche diese zentralisiert sammeln und durchsuchbar machen. Ziel ist es, den Rechercheaufwand für die Suche nach geeigneten Bildungsangeboten signifikant zu reduzieren.
- (b) Techniken für eine automatische semantische Analyse der extrahierten Fortbildungsangebote erstellt. Diese identifizieren relevante Konzepte (zum Beispiel Qualifikationen, Zertifikate etc.) im Text und verknüpfen diese mit der Ontologie des Industriepartners, sodass ein umfangreicher Wissensgraf entsteht, welcher die semantische Suche und Analyse von Fort- und Weiterbildungsangeboten unterstützt. Die semantische Anreicherung soll für eine verbesserte Vergleichbarkeit und Durchsuchbarkeit der Angebote sorgen und legt somit den Grundstein für deren Integration in ein Expertensystem.
- (c) einen digitalen Assistenten entwickelt, welcher, basierend auf der persönlichen Ausgangslage und den Präferenzen der Nutzer, Fort- und Weiterbildungsempfehlungen erstellt. Diese ergänzen bestehende Qualifikationsprofile und entwickeln wichtige Qualifikationen gezielt weiter, um die Chancen am Arbeitsmarkt zu maximieren. Das im Assistenten zur Anwendung kommende Expertensystem soll

dabei den Trade-off zwischen dem Umfang der Fort- und Weiterbildungsangebote und deren Impact auf die Chancen am Arbeitsmarkt berücksichtigen und diesen den Nutzenden ansprechend kommunizieren.

Der vorliegende Artikel fokussiert sich auf die Methoden zum Aufbau eines proprietären Wissensgraphen, welche die für den Schweizer Markt relevanten Bildungsangebote sammeln, analysieren und mit der Ontologie des Industriepartners verknüpfen. Die entsprechenden Technologien wurden in der ersten Phase des Projektes prototypisch umgesetzt und evaluiert. Die Entwicklung des Expertensystems, welches diese Datenbasis zur Entscheidungsoptimierung nutzt (Punkt c), fand in der zweiten Projektphase statt, welche im Oktober 2022 abgeschlossen wurde.

2. Stand der Forschung

In der Informatik formalisieren Wissensgraphen und Ontologien Konzepte und Zusammenhänge, welche für eine bestimmte Einsatzdomäne von Interesse sind (Gruber, 1995). Dieses formalisierte Hintergrundwissen kann in weiterer Folge mit maschinellen Lernverfahren und Algorithmen kombiniert werden, um neue, innovative Produkte zu realisieren und um bestehende Ansätze zu verbessern.

So setzt zum Beispiel eBay, welches einen der grössten Online-Marktplätze betreibt, Wissensgraphen ein, um die Zusammenhänge zwischen Produkten, Produktgruppen und Produkteigenschaften zu erfassen. Dies ermöglicht es unter anderem, Produkte richtig einzuordnen und darzustellen, Nutzenden kompatibles Zubehör vorzuschlagen und Produktvarianten und verbundene Produkte zu erkennen. In der Praxis ist das System sogar in der Lage, generische Artikel von Raritäten und Sammlerstücken zu unterscheiden (Noy et al., 2019).

Suchmaschinen wie Bing, Google und Yahoo setzen Wissensgraphen ein, um Nutzenden relevantere Suchergebnisse zu liefern und um Suchergebnisse mit Kontextinformation anzureichern (zum Beispiel Bilder und Hintergrundinformation zu Kinofilmen, Büchern etc.). Social-Media-Plattformen hingegen versuchen, Nutzende möglichst stark an die jeweilige Plattform zu binden. So verfügt Facebook über einen Social Graph, um den Benutzenden «interessante» Inhalte und Kontakte vorzuschlagen, während der LinkedIn Economic Graph Information zu 756 Millionen Mitgliedern, 57 Millionen Firmen, 15 Millionen Jobs und 38'000 Fähigkeiten formalisiert (LinkedIn, 2021).

In der Praxis ist die Erstellung und Wartung der eingesetzten Wissensgraphen jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden, da viele Fakten einem stetigen Wandel unterworfen sind. Die erste Phase des CareerCoach-Projektes setzt genau an diesem Punkt an, indem Methoden entwickelt werden, welche den Aufwand für das Design und die Erweiterung von Wissensgraphen signifikant reduzieren.

3. Methode

Im Rahmen des CareerCoach-Projektes wurde ein System entwickelt, welches automatisch relevante Konzepte und Zusammenhänge aus Dokumentensammlungen extrahiert, diese mit einer Domänenontologie verknüpft und in einen Wissensgraphen integriert. Dabei werden neue Konzepte automatisch erkannt und zur Integration in die Domänenontologie vorgeschlagen.

Das vorgestellte System ermöglicht eine signifikante Reduktion des Erstellungs- und Wartungsaufwands für Wissensgraphen, da Schritte, welche bislang manuell durchgeführt wurden, nun vollautomatisch oder zumindest maschinell unterstützt umgesetzt werden können.

CareerCoach baut auf innovativen Methoden für die automatische Extraktion und Kontextualisierung von Bildungsangeboten auf, welche anhand der Domänenontologie des Industriepartners Webseiten der entsprechenden Anbietenden spiegeln und dort die relevanten Angebote identifizieren (Abbildung 1).

Die Webseiten zu Bildungsangeboten sind in der Regel in Abschnitte gegliedert, welche zum Beispiel Voraussetzungen (Maturität, abgeschlossen Lehre etc.), Lernziele und Zertifikate enthalten. CareerCoach identifiziert diese Abschnitte und kontextualisiert die dadurch enthaltenen Segmente mit der entsprechenden abschnittsspezifischen Kontextinformation. Diese Kontextualisierung ermöglicht es zum Beispiel, zwischen benötigten Eingangsvoraussetzungen und im Zuge der Ausbildung erworbenen Kenntnissen zu entscheiden.

Im nächsten Schritt lokalisiert das System bekannte Entitäten wie zum Beispiel Skills, Ausbildungen und Zertifikate in den kontextualisierten Textsegmenten. Dabei kommen zwei unterschiedliche Verfahren zum Einsatz:

1. Entity Linking verknüpft bekannte Entitäten mit der Domänenontologie des Industriepartners. Dies ermöglicht eine weitere Kontextualisierung und Standardisierung der extrahierten Information, da die Domänenontologie wichtige Zusammenhänge zu Entitäten (zum Beispiel, dass Java eine Programmiersprache ist) formalisiert und in maschinell lesbarer Form enthält.
2. Entity Recognition ist hingegen auch in der Lage, bisher unbekannte Entitäten zu extrahieren. Dafür greift es auf Deep-Learning-Modelle zurück, welche anhand von bestehenden Trainingsdatensätzen trainiert wurden. Die neu identifizierten Entitäten müssen dann in einem nächsten Schritt in die Domänenontologie integriert werden, um sicherzustellen, dass auch für diese entsprechende Hintergrundinformation zur Verfügung steht.

Im letzten Schritt werden die extrahierten und kontextualisierten Entitäten mittels Slot Filling in einen Wissensgraphen integriert, welcher sämtliche notwendige Information zu Re- und Upskilling-Angeboten sammelt und in einer maschinell lesbaren Form verfügbar macht. Dieser dient auch als Anknüpfungspunkt für Anwendungen, wie zum Beispiel semantische Suchen und Expertensysteme.

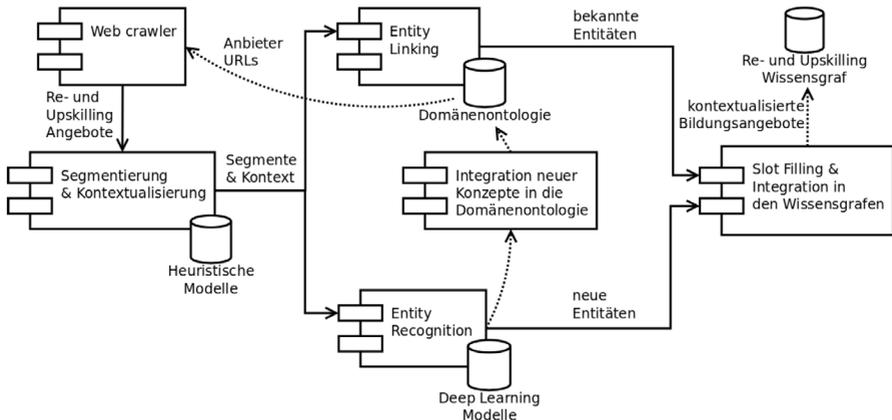


Abbildung 1: Automatische Akquise, Segmentierung, Kontextualisierung und Extraktion von Bildungsangeboten zum Aufbau eines Re- und Upskilling Wissensgraphen.

Das System erfasst und kontextualisiert für jeden Kurs die folgende Information: Titel, Bildungsinstitution, Zielgruppe (Themen, Ausbildung, Abschlüsse, Industrie, Position), Voraussetzungen (benötigte Fähigkeiten, Ausbildungen und Abschlüsse etc.), Lernziele (Themen, Fähigkeiten, Abschlüsse), Inhalte (Themen und Fähigkeiten) sowie Zertifikate (Abschlüsse, Ausbildung).

4. Evaluation

Slot-Filling-Systeme bestehen in der Regel aus mehreren miteinander kombinierten Komponenten. Die Evaluation dieser Systeme umfasst einerseits Metriken, welche die Zuverlässigkeit der Einzelkomponenten abbilden sowie Kennzahlen, welche eine holistische Beurteilung des Systems ermöglichen. Im Rahmen des CareerCoach-Projektes wurden die folgenden Teilschritte evaluiert: (1) die Segmentierung und Kontextualisierung von Webseiten, (2) die Erkennung von Entitäten, welche in der Domänenontologie verfügbar sind (Entity Linking), (3) die Identifikation von bisher unbekanntem Entitäten (Entity Recognition) und (4) die Genauigkeit des gesamten Slot-Filling-Prozesses.

5. Gold Standard und Metriken

Für die Evaluation wurde der «CareerCoach 2022 Gold Standard» entwickelt, welcher ein Dokumentenset von 169 Dokumenten für die Evaluation der Segmentierung und Kontextualisierung umfasst. Dieses Dokumentenset enthält Bildungsangebote von 89 verschiedenen Anbietenden und wurde mit Gold-Standard-Annotationen, welche die Dokumentenpartitionen auszeichnen, sowie mit zusätzlicher Kontextinformation angereichert. Dies ermöglicht eine Evaluation der Kontextualisierungskomponente.

Für die Evaluation werden Text und Kontextinformation in den Gold-Standard-Annotationen mit jenen des Systems abgeglichen, wobei die Übereinstimmung zwischen Gold-Standard-Text (sg) und extrahiertem Text (si) mittels der normalisierten und kontextualisierten Levenshtein-Distanz wie folgt abgeglichen wird:

$$lev_{norm,context}(s_i, s_g) = \frac{lev(s_i, s_g)}{\max(|s_i|, |s_g|)} \cdot f(context)$$

Die Funktion $lev(s, s_g)$ berechnet dabei die Levenshtein-Distanz (Levenshtein, 1966) zwischen den beiden Textsegmenten, welche mit deren maximalen Längen normalisiert wird. Die erhaltene Metrik wird abschliessend noch mit dem Faktor $f(context)$ multipliziert, welcher die prozentuale Übereinstimmung der Kontextualisierung zwischen Gold Standard und evaluiertem System abbildet.

Ein weiteres Dokumentenset, welches 75 Dokumente umfasst, stellt über 3200 Gold-Standard-Annotationen zu Entitäten sowie die zugehörige Slot-Filling-Information zur Verfügung. Dieses ermöglicht die Evaluation von Entity Linking, Entity Recognition sowie des Slot-Filling-Prozesses. Als Evaluationsmetriken kommen dabei Precision, Recall und F1 zum Einsatz. Ausgehend von der Zahl an korrekt erkannten Entitäten (True Positives; TP), nicht erkannten Entitäten (False Negatives; FN) und den fälschlicherweise als Entitäten identifizierten Annotationen (False Positives; FP) werden die Metriken wie folgt berechnet:

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \qquad R = \frac{TP}{TP + FN} \qquad F1 = 2 \cdot \frac{P \cdot R}{P + R}$$

Die Precision hilft bei der Beurteilung der Genauigkeit der eingesetzten Komponenten, während der Recall Information über die Trefferquote gibt. Das F1-Mass berechnet das harmonische Mittel zwischen diesen beiden Massen und ermöglicht somit eine Gesamtbeurteilung des Systems.

6. Resultate

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Performance der Systemkomponenten sowie des Gesamtsystems zur Extraktion von Bildungsangeboten aus Webseiten:

Komponente	P	R	F1
Segmentierung & Kontextualisierung	0.85	0.81	0.83
Entity Linking (bekannte Entitäten)	0.67	0.82	0.74
Entity Recognition (neue Entitäten)	0.78	0.63	0.70
Slot Filling (Gesamtprozess)	0.50	0.62	0.55

Tabelle 1: Überblick Performance Systemkomponenten

7. Diskussion

Die Evaluation des Prototyps zeigt, dass die entwickelte generische Architektur zum Aufbau eines Wissensgraphen, bereits einsatzfähig ist. In der derzeitigen Form werden über 80% der relevanten Segmente korrekt erkannt und kontextualisiert und aus diesen wiederum 82% der bekannten Entitäten extrahiert.

Die Erkennungsrate für neue Entitäten liegt mit 63% zwar deutlich tiefer, dies jedoch vor allem deshalb, weil das System nur Entitäten vorschlägt, welche mit einer Wahrscheinlichkeit von über 75% auch relevant sind. Dieses Design der Extraktionskomponenten reduziert die Belastung der Domänenexperten, welche die Eignung von neuen Entitäten prüfen und diese im Anschluss in die Domänenontologie integrieren.

Der Gesamtprozess erreicht einen F1-Score von 55%, welcher im Zuge von Fine-Tuning Prozessen, die Schwachstellen innerhalb der Systemkomponenten mittels visueller Verfahren systematisch identifizieren und beheben (Odoni et al., 2019), nochmals deutlich verbessert werden dürfte.

8. Wirtschaftlicher Nutzen

Aus kommerzieller Sicht bietet das entwickelte System eine effiziente Möglichkeit, um den Aufwand für die Erstellung und Wartung von Wissensgraphen sowie den zugehörigen Ontologien signifikant zu reduzieren, da das System automatisch die Webseiten von Bildungsanbietenden analysiert und darauf aufbauend:

1. neue Konzepte für die verwendete Domänenontologie vorschlägt Domänensachverständige müssen somit die berechneten Konzepte lediglich überprüfen und gegebenenfalls in die Ontologie integrieren. Dies ist mit signifikant weniger Arbeitsaufwand verbunden als die manuelle Suche nach relevanten Konzepten. Hinzu kommt, dass die Vorschläge des Systems *datengetrieben* sind, sprich sich an jenen Begrifflichkeiten orientieren, welche in der Praxis auch zur Anwendung kommen.
2. Bildungsangebote automatisch identifiziert, kontextualisiert und in den zugehörigen Re- und Upskilling-Wissensgraph integriert. Im Gegensatz zur Erweiterung der Domänenontologie, kann dieser Prozess vollautomatisch ablaufen, wobei die Datenqualität durch Stichproben und die Anpassung der Extraktionsparameter (zum Beispiel höhere Genauigkeit zulasten der Trefferquote) optimiert werden kann. Zusätzlich ist es möglich, mittels visueller Analysemethoden systematische Fehler zu identifizieren, um die Wissensextraktion gezielt zu verbessern.

Der durch CareerCoach erreichte Automatisierungsgrad erlaubt es, in kurzer Zeit und mit vergleichsweise geringem Aufwand Wissensgraphen aufzubauen, deren manuelle Erstellung Jahre in Anspruch nehmen würde.

In weiterer Folge wird es möglich, basierend auf diesen Wissensgraphen neue, innovative Dienstleistungen zu realisieren und bestehende Systeme zu verbessern. So ermöglicht der extrahierte Re- und Upskilling-Wissensgraph zum Beispiel semantische Suchen, welche die Zusammenhänge zwischen den Suchbegriffen anhand der Domänenontologie berücksichtigen können. Eine Suche nach einem «Webentwickler» zum Beispiel findet auch

Personen, welche Applikationen mittels Angular oder Django entwickeln, da es sich bei Letzteren um bekannte Frameworks für die Entwicklung von Webanwendungen handelt.

9. Ausblick und Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag stellt Methoden für die automatische Extraktion von Re- und Upskilling-Angeboten aus den Seiten der entsprechenden Bildungsanbietenden vor. Ziel dieses Verfahrens ist die Erstellung eines proprietären Wissensgraphen, welcher Information zu über 99'000 Bildungsangeboten von 488 Anbietenden sammelt und mit einer Domänenontologie verknüpft. Dies ermöglicht die Entwicklung von kommerziellen Anwendungen, welche auf diese Wissensbasis zugreifen.

Im Rahmen des CareerCoach-Projektes werden unter anderem semantische Suchen sowie ein Expertensystem, welches Benutzenden bei der Auswahl von passenden Weiterbildungsangeboten unterstützt, mithilfe des Re- und Upskilling-Wissensgraphen realisiert werden.

Die vorgestellten Methoden reduzieren den Aufwand für die Erstellung und Wartung von domänenspezifischen Wissensgraphen signifikant. Aus kommerzieller Sicht stellen diese somit einen wichtigen Baustein für den Aufbau von proprietären Wissensgraphen dar, welche es Organisationen ermöglichen, domänenspezifische Dienstleistungen mit hoher Wertschöpfung und hohem Automatisierungsgrad anzubieten. Im Zuge des CareerCoach-Projektes wird es möglich, eine umfangreiche Beratungsleistung zur Karriereplanung und -entwicklung zu automatisieren und durch datengetriebene Algorithmen, welche zum Beispiel über Zugriff auf aktuelle Arbeitsmarktzahlen verfügen, zu optimieren.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist vor allem die gewählte Strategie der Kombination von Deep-Learning-Verfahren mit Heuristiken und grafbasierten Methoden interessant. Diese ermöglicht es dem Verfahren, sowohl (i) implizite Regeln, welche mittels Deep-Learning-Verfahren aus Trainingsdaten abgeleitet werden, als auch (ii) explizite Zusammenhänge, welche in grafbasierten Methoden und Heuristiken zur Anwendung kommen, für den Extraktionsprozess zu nutzen. Diese Vorgangsweise erlaubt es, selbst komplexe Slot-Filling-Aufgaben maschinell durchzuführen und diese in weiterer Folge durch Erweiterung der verwendeten Wissensbasen sowie durch die Feinabstimmung der Deep-Learning-Verfahren zu optimieren.

Für zukünftige Projekte ergibt sich somit eine Reihe von Anknüpfungspunkten: So können zum Beispiel neue kommerzielle Anwendungen, welche auf die erstellten Wissensgraphen zugreifen, entwickelt und bestehende weiter optimiert werden. Zusätzlich bietet sich eine Übertragung des Systems auf andere Domänen, wie zum Beispiel die Medizintechnik, Pharmakologie und Finance an.

10. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof Dr. habil. Albert Weichselbraun Roger Waldvogel Andreas Fraefel Philipp Kuntschik Alexander van Schie
Partner	x28 AG
Finanzierung	Innosuisse
Dauer des Projekts	November 2020 bis Oktober 2022
Kontakt	Prof. Dr. habil. Albert Weichselbraun albert.weichselbraun@fhgr.ch

11. Referenzen

Gruber, T. R. (1995). Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5–6), 907–928. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1995.1081>.

Levenshtein, V. (1966). Binary Codes Capable of Correcting Deletions, Insertions and Reversals. *Soviet Physics Doklady*, 10, 707.

LinkedIn. (2021, September 3). LinkedIn's Economic Graph—A digital representation of the global economy. <https://economicgraphchallenge.linkedin.com/>.

Noy, N., Gao, Y., Jain, A., Narayanan, A., Patterson, A., & Taylor, J. (2019). Industry-scale Knowledge Graphs: Lessons and Challenges. *Commun. ACM*, 62(8), 36–43. <https://doi.org/10.1145/3331166>.

Odoni, F., Brasoveanu, A. M. P., Kuntschik, P., & Weichselbraun, A. (2019). Introducing Orbis: An Extendable Evaluation Pipeline for Named Entity Linking Drill-Down Analysis. 82nd Annual Meeting of The Association for Information Science (ASIS&T 2019), 56, 468–471. <https://doi.org/10.1002/pr2.49>.

Datenbasierte Dienstleistungen gestalten und umsetzen

Autorenschaft: Patricia Deflorin und Anina Havelka

Die folgende Untersuchung zeigt auf, dass die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses über eine datenbasierte Dienstleistung und die dafür notwendigen Veränderungen und Investitionen zentral sind. Anhand von zwei Fallbeispielen wird analysiert, welche Methoden den Wissensaufbau fördern und was deren Vor- und Nachteile sind. Zudem werden die Chancen von Co-Creation im Dienstleistungsentwicklungs-Prozess aufgezeigt.

Keywords: Digitale Transformation, datenbasierte Dienstleistungen, Geschäftsmodell

1. Einführung

Daten stehen im Mittelpunkt vieler neuer Dienstleistungen. So sammeln in der Maschinenindustrie eine Vielzahl von Sensoren Daten über den Zustand der Maschine, über den Einsatz von Verbrauchsmaterialien oder über das Umfeld (z.B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit). Diese Daten wiederum bilden die Basis für das Anbieten neuer Dienstleistungen wie Predictive Maintenance (vorausschauende Wartung), Remote Service (ortsunabhängige Analyse) oder Ersatzteilmanagement (automatische Bestellung von Maschinen-Ersatzteilen aufgrund der Zustandsinformationen). Ziel dieser Dienstleistungen ist, die Kundenschaft zu unterstützen, die Maschinen effizienter und effektiver zu nutzen (Gebauer et al. 2017).

Die Implementierung einer datenbasierten Dienstleistung und die dazu notwendige Transformation von einem produktorientierten zu einem dienstleistungsorientierten Geschäft stellt viele Unternehmen vor Herausforderungen (Martinez et al. 2017; Baines et al. 2017). Die Schwierigkeiten beziehen sich unter anderem auf unterschiedliche Vorstellungen über das Nutzenversprechen und unklare Ansätze zur Erfassung dieser Nutzenversprechen. Dies führt oftmals dazu, dass das erwartete Umsatzwachstum nicht erreicht wird (Sjödín et al. 2020a; Gebauer et al. 2020). Identifizierte Hindernisse sind a) die richtige Abfolge der Phasen für die Veränderung der Geschäftslogik, b) Hindernisse bei der Wahrnehmung des Managements und c) die Tatsache, dass Unternehmen nicht in der Lage sind, die wichtigsten Komponenten des Geschäftsmodells anzupassen (Gebauer et al. 2020). Grundlage für eine erfolgreiche Veränderung bildet demzufolge ein gemeinsames Dienstleistungs-Entwicklungsziel, basierend auf einem gemeinsamen Dienstleistungsrahmen.

Im vorliegenden Beitrag zeigen wir anhand der Erkenntnisse aus den Fallbeispielen, wie die Geschäftsmodellanalyse eingesetzt werden kann, um ein gemeinsames Entwicklungsziel aufzubauen. Andererseits wird ersichtlich, dass die Geschäftsmodellanalyse einen Rahmen für die Umsetzungsaktivitäten bildet. Zusätzlich haben wir mehrere Methoden zur Entwicklung und Konkretisierung analysiert, mit dem Ziel aufzuzeigen, wie diese für den Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses eingesetzt werden können.

2. Stand der Forschung

Servitization: Der Veränderungsprozess zum Dienstleistungsanbieter

Der Veränderungsprozess vom Produkt-Anbieter zum Dienstleistungs-Anbieter, auch Servitization genannt, ist ein Thema von wachsender Bedeutung (Zhang und Banerji 2017; Baines et al. 2020). Servitization bezieht sich nicht auf das Angebot selbst, sondern auf den Veränderungsprozess, der mit der Umwandlung eines Unternehmens von einem produktorientierten Unternehmen zu einem dienstleistungs- und kundenorientierten Unternehmen verbunden ist (Martinez et al. 2017). Dieser Prozess verläuft weder reibungslos noch gradlinig und erfordert ein breites Spektrum an Veränderungen im Bereich der organisatorischen Fähigkeiten, Strukturen, Angebote und Prozesse (Kohtamäki et al. 2019; Martinez et al. 2017).

Baines et al. (2020) stellen das Servitization Progression Model (Servitization-Verlaufsmodell) vor, das aus vier Stufen besteht: (1) Erkundung, (2) Akzeptanz, (3) Skalierung und (4) Ausschöpfung. Beim ersten Schritt, der Erkundung, geht es darum, den Markt zu verstehen und herauszufinden, ob die neue Dienstleistung Potenzial hat, um Wachstum für das Unternehmen zu erzielen. Bei der zweiten Phase, der Akzeptanz, geht es um die Bewertung des Dienstleistungskonzepts, bis das Potenzial intern und extern akzeptiert wird (z. B. mit Pilotkunden, Unterstützung des Managements). Das Fortschreiten der Servitization ist abhängig von sogenannten Wendepunkten, die den Übergang zur nächsten Stufe hemmen können. Baines et al. (2020) heben hervor, dass das Überschreiten der Wendepunkte erst gelingt, wenn die Argumente für die Unterstützung ausreichend stark sind, sodass die Zustimmung der unterschiedlichen Akteure erfolgt. So gehen Unternehmen erst dann von der Erkundungs- zur Akzeptanzphase über, wenn die Geschäftsleitung davon überzeugt ist, dass eine realisierbare Geschäftsmöglichkeit besteht. Ein gemeinsamer Rahmen, wie beispielsweise eine Geschäftsmodellanalyse, kann wichtig sein, um diesen Wendepunkt zu meistern.

Geschäftsmodellanalyse als gemeinsamer Rahmen

Jedes Mitglied einer Gruppe hat Annahmen oder Vorstellungen, die sein Handeln leiten (Hey et al. 2007). Nach Schön (1994) kann ein gemeinsamer Rahmen (im Englischen «Framework») als Abbild von zugrundeliegenden Überzeugungen, Wahrnehmungen und Einschätzungen definiert werden. Bei der Entwicklung von neuen Ideen ist das Definieren eines gemeinsamen Rahmens zentral. Die Erstellung von Dokumenten garantiert jedoch nicht, dass alle Mitglieder eine gemeinsame Vorstellung einer Idee haben; vielmehr entwickelt sich die Vorstellung jedes Mitglieds mit dem Projektverlauf weiter. Ein Framework oder ein Rahmen ist somit eine Struktur oder ein Leitfaden für Ideen und Regeln, die für die Entscheidungsfindung verwendet wird.

Eine Geschäftsmodellanalyse kann als ein solcher Rahmen verstanden werden, in dem die Ideen und Grundkonzepte der zukünftigen Dienstleistung für alle sichtbar gemacht werden sowie verhandel- und diskutierbar sind. Eine einmalige Definition des Geschäftsmodells reicht nicht aus, da sich die Inhalte mit dem Weiterentwickeln der Idee verändern. Daher muss das Geschäftsmodell regelmässig angepasst werden. Wir folgen somit dem Verständnis von Palo et al. (2019), Kowalkowski et al. (2017), Mason und Spring (2011), die Servitization als einen Prozess verstehen, in welchem Geschäftsmodelle transformiert werden. Geschäftsmodelle können das Handeln im Servitization-Prozess rahmen und organisieren (Palo et al., 2019). Darüber hinaus kann das Geschäftsmodell auch als Managementinstrument angesehen werden, um ein gemeinsames Verständnis zwischen Einzelpersonen und Gruppen zu schaffen, um mitzuteilen, was das Unternehmen tut

oder tun wird (Mason und Springer, 2011).

Co-Creation: Gemeinsam Entwickeln und Umsetzen

Heutzutage wird ein Angebot oft durch die Kooperation (Co-Creation) aus internen und externen Quellen (z. B. Universitäten, Forschungsinstitute, Einzelpersonen) geschaffen (Lee et al., 2012). So werden traditionelle Innovationsprozesse oftmals durch agile Co-Creation-Prozesse ersetzt, die sich dadurch kennzeichnen, dass die Wertschöpfung zwischen Anbietenden und Kundschaft in mehreren Iterationen erfolgt, welche mit schnellen Feedbackschleifen und raschen Veränderungen verbunden sind (Sjodin et al., 2020b). In Anbetracht dieses Potenzials der Co-Creation sollten Methoden zur Konkretisierung der Dimensionen des Geschäftsmodells und zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses die Unternehmensgrenzen überwinden und Kundschaft und/oder Lieferunternehmen gezielt einbinden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Servitization die Umwandlung eines Unternehmens von einem reinen Produkt- zu einem Dienstleistungsanbietenden ist. Gemeinsame Rahmenwerke können als eine Reihe von Überzeugungen oder Annahmen definiert werden, die von mehreren Personen geteilt werden und als Leitlinie gelten können. Eine Geschäftsmodellanalyse stellt ein solches Rahmenwerk dar, mittels welchem ein gemeinsames Bild geschaffen werden kann. Wir analysieren, wie eine Geschäftsmodellanalyse auf der Grundlage von Co-Creation konkretisiert werden kann, um ein gemeinsames Verständnis über das Potenzial von datenbasierten Dienstleistungen aufzubauen und den Servitization-Prozess erfolgreich zu meistern.

3. Methode

Die vorliegenden Ergebnisse basieren auf einem von der Innosuisse finanzierten Forschungsprojekt. Dabei wurde ein qualitativer Fallstudienvergleich mit der Aktionsforschung (Action Research) kombiniert (Coughlan und Coughlan, 2002). Zu diesem Zweck wurde eine theoretische Stichprobe gewählt, indem zwei Unternehmen begleitet und analysiert wurden, welche datenbasierte Dienstleistungen entwickeln. Beide Unternehmen führen derzeit Predictive Maintenance (zustandsbasierte, vorausschauende Wartung) als neue Dienstleistung ein. Ihr Servitization-Prozess begann im Februar 2019 und ist noch nicht abgeschlossen. Unternehmen A ist eine Zulieferfirma für produzierende Unternehmen mit 200 Mitarbeitenden in der Schweiz und hat seinen Hauptsitz in den Niederlanden. Unternehmen B ist eine mittelgrosse Schweizer Maschinenherstellfirma, die Teil eines internationalen Unternehmens mit Hauptsitz in Deutschland ist.

Die Unternehmen haben die Erkundungsphase erfolgreich abgeschlossen und arbeiten mit Pilotkundschaft zusammen (Akzeptanzphase). Beide Unternehmen verfügen über ein interdisziplinäres Projektteam, bestehend aus Mitarbeitenden der Produktentwicklung, des Vertriebs, des Services, des Marketings und des Controllings. Bei beiden Unternehmen wurde in einer ersten Phase die Geschäftsmodellanalyse zur Beschreibung der datenbasierten Dienstleistung eingesetzt (siehe Abbildung 1) und anschliessend die Geschäftsmodell-Dimensionen anhand von acht Methoden konkretisiert (siehe Abbildung 2).

Die fallinterne Analyse basierte auf detaillierten Workshop-Ergebnissen (Transkripte, Flip-Charts, Vorlagen, Poster-Sessions etc.) aus dreizehn Gruppensitzungen sowie acht halbstrukturierten Interviews mit Unternehmensvertretern. Die Diskussion der Geschäftsmodelle nach Deflorin et al. (2017) bildete den Ausgangspunkt der Analyse. Die acht Me-

thoden (siehe Abbildung 2) zur Konkretisierung der Geschäftsmodellanalyse wurden mit Unterstützung des Forschungsteams angewandt, das zudem für die Dokumentation der Daten sowie für die Reflexion der Ergebnisse verantwortlich war. Die Interviews umfassten die Identifikation der Praktiken auf Basis der Functional Resonance Analysis Method (FRAM) (Hollnagel 2017). Die Geschäftsmodelldimensionen wurden gemäss den zusätzlich gewonnenen Erkenntnissen laufend angepasst und führten zur endgültigen Entscheidung für oder gegen eine Fortführung der datenbasierten Dienstleistung. Jedes Treffen wurde von mindestens drei Forschenden begleitet, die die Ergebnisse und Informationen dokumentierten. Die gesammelten Informationen wurden den Unternehmensvertretungen präsentiert, um so viel Objektivität wie möglich zu erreichen.

4. Fallstudien-Resultate: Methoden für die Entwicklung datenbasierter Dienstleistungen

Phase 1: Entwicklung der datenbasierten Dienstleistung anhand der Geschäftsmodell-Analyse

Die Geschäftsmodell-Analyse nach Deflorin et al. (2017) zeigt die wesentlichen Entscheidungs- und Entwicklungsdimensionen einer datenbasierten Dienstleistung auf (siehe Abbildung 1). Die Diskussion der fünf Dimensionen (Nutzenversprechen, Wertschöpfungskette, Ertragsmechanik, I4.0 Enabler und Vernetzung) fördert den Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses einer Idee. Im Gegensatz zu bestehenden Geschäftsmodell-Analysen werden bei Deflorin et al. (2017) die Industrie 4.0 relevanten Veränderungen hervorgehoben. Dies sind einerseits die Vernetzung (wie gelangen die (Kunden-) Daten in das Unternehmen?), die Technologien zur Datenerhebung (z.B. Sensorik, Bildverarbeitung) und die Veränderungen in der Leistungserbringung seitens Kundschaft und seitens des anbietenden Unternehmens (welche Leistungen erfolgen virtuell und welche physisch?). Die Diskussion einer datenbasierten Dienstleistung anhand der Industrie-4.0-Geschäftsmodellanalyse ermöglicht das Konkretisieren einer oftmals noch vagen Dienstleistungs-idee. Bei mehreren Dienstleistungsideen wird zudem die Vergleichbarkeit erhöht. Weiter wird durch die gemeinsame Besprechung der fünf Geschäftsmodell-Dimensionen (siehe Abbildung 1) die fachspezifische Erfahrung der Teammitglieder zusammengeführt.

Nachteil ist, dass eine «insight-out» Perspektive entsteht. So ist die Beschreibung des Nutzenversprechens oftmals mit einem Wunschenken der Projektteilnehmenden gefärbt. Auch bei der Diskussion der Industrie-4.0-Enabler und der Vernetzung fehlt häufig das Wissen über den Entwicklungsstand neuer Technologien und die Anforderungen an die Vernetzung. Oftmals wird das durch die entstehende Vernetzung entstehende Risiko unterschätzt. Um diese Nachteile der Geschäftsmodellanalyse zu umgehen, ist eine Öffnung anzustreben, indem externe Sachverständige (Lieferanten, Technologie-Fachleute, Forscher) und die Kundschaft in den Detaillierungsprozess involviert werden.

Phase 2: Konkretisierung einer datenbasierten Dienstleistung anhand der Geschäftsmodell-Dimensionen

Abbildung 2 fasst die eingesetzten Methoden, basierend auf den Geschäftsmodell-Dimensionen zusammen. Diese Methoden verhelfen dem Unternehmen, eine klare Vorstellung über das Angebot zu erhalten, indem unterschiedliche Methoden angewandt und Personen in den Entwicklungsprozess involviert werden. Im Folgenden werden die einzelnen Methoden, ihre Vor- und Nachteile und der Einbezug der Kundschaft und / oder Lieferfirmen diskutiert.



Abbildung 1: Industrie 4.0 Geschäftsmodell-Analyse zur Detaillierung einer datenbasierten Dienstleistung

1) Shadowing

Shadowings oder Beobachtungen werden eingesetzt, um Einblick in die Arbeit der Kundschaft zu gewinnen. Bei der «Shadowing»-Methode folgen Beobachtende der Kundschaft wie ein «Schatten», während die Kundschaft wie gewohnt ihre Arbeit verrichtet. Diese Methode unterstützt die Konkretisierung des für die Kundschaft relevanten Nutzenversprechens und die Ideengenerierung. Es entsteht ein gemeinsames Bild des Mr. Maintenance, auf dessen Bedürfnisse und Herausforderungen bei der weiteren Entwicklung zurückgegriffen wird. Vorteil der Methode ist, dass die Beobachtung in natürlicher Umgebung stattfindet. Ein Nachteil ist der Zeitaufwand und der Zugang zur Kundschaft, welche begleitet werden darf. Das Shadowing kann vor allem für den Aufbau eines gemeinsamen, auf Erfahrungen der Kundschaft basierenden Verständnisses des Wertangebots eingesetzt werden.

2) Interview

Das Interview eignet sich für die Vertiefung derjenigen Geschäftsmodell-Dimensionen, bei denen Uneinigkeit im Entwicklungsteam vorhanden ist. Auch bei fehlendem Wissen, zum Beispiel bei der Konkretisierung des Nutzenversprechens und der Preisgestaltung, eignet sich ein Interview. Interviewende können flexibel, individuell und vertieft auf die Antworten der Befragten eingehen und neue Erkenntnisse ableiten («digging deeper»). Vorteil ist, dass durch die Antworten der Kundschaft ein gemeinsames Verständnis über deren Herausforderungen und Bedürfnisse entsteht. Ähnlich wie beim Shadowing wird während der Dienstleistungs-Entwicklung immer wieder auf die im Interview identifizierten Referenzgeschichten (Situation des Herrn Maintenance oder der Frau Einkauf) zurückgegriffen. Nachteile von Interviews sind, dass die Kundschaft ihre Entscheidungen nicht offenlegen kann oder darf. So sind vor allem bei der Identifizierung der Zahlungsbereitschaft der direkten Befragung Grenzen gesetzt.

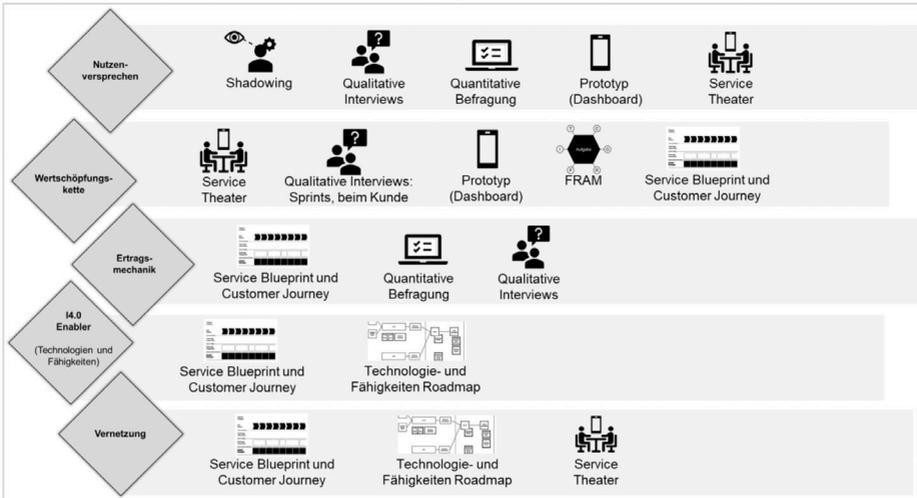


Abbildung 2: Methoden zur Konkretisierung einer datenbasierten Dienstleistung

3) Quantitative Befragung

Quantitative Erhebungen bieten Zugang zu einer breiteren Abstützung von Antworten in Bezug auf Herausforderungen, Nutzenversprechen und Preisgestaltung. Vorherige qualitative Erkenntnisse, z.B. aus den Shadowings oder den Interviews, werden messbar gemacht und können bestätigt oder verworfen werden. Der Vorteil liegt in der grösseren Stichprobe, welche für die Entscheidungsfindung zentral ist. Auch können Zusammenhänge identifiziert werden (z.B. Schichten, interne Wartung, Wichtigkeit der Anlage im Produktionsprozess ...), deren Erkennen in die Angebotsgestaltung einfließt. Der Nachteil liegt auch bei der quantitativen Befragung in der möglichen Zurückhaltung der Kundschaft, Entscheidungen offen zu legen (z.B. Preisgestaltung). Weiter ist der Zugang zu einer grösseren Stichprobe herausfordernd.

4) Service Theater

In einem Service-Theater werden die Prozesse zur Erbringung einer Dienstleistung durchgespielt (z.B. Onboarding, Verkaufsgespräch). Dies ermöglicht die Ableitung von Argumenten, die Überprüfung von Prozessen und der erforderlichen Unterlagen. Es gibt Aufschluss über das Nutzenversprechen, die internen Prozesse und die Kundeninteraktionen, die Ertragsmechanismen und die Konnektivität. Anhand des konkreten Verkaufsgesprächs kann identifiziert werden, welche Anforderungen die Kundschaft an die technische Vernetzung stellt (z.B. bezüglich Schnittstellen, Cloud, Redundancy-Box ...). Der Vorteil der Methode liegt in der konkreten Interaktion mit der Kundschaft, basierend auf den dafür entworfenen Verkaufsdokumentationen und Prototypen (z.B. Dashboard/Mock-up). Das Verkaufsgespräch deckt vor allem Argumentationslücken auf, was wertvolle Inputs für die Weiterentwicklung des Geschäftsmodells bietet. Es gibt auch Einblick bezüglich Kosten/Nutzen-Analyse und Preisgestaltung. Ebenfalls können organisatorische und technische Risiken festgelegt werden. Die Nachteile der Methode liegen in der Offenheit bzw. der zeitlichen Bereitschaft der Kundschaft, an einem solchen Service-Theater teilzunehmen. Die Vorbereitung und Durchführung ist zeitintensiv, bietet jedoch konkrete Grundlagen für die weitere Entwicklung.

5) Prototyping

Ein Prototyp im Dienstleistungsentwicklungs-Prozess bezieht sich auf eine erste oder vorläufige Version des Angebotes. Dies kann beispielsweise anhand eines Dashboards, das die relevanten Indikatoren zur Messung des Zustands einer Maschine visualisiert, erfolgen. Der Prototyp kann mit dem Service-Theater kombiniert werden. Dabei wird das Angebot fassbar und das Feedback der Kundschaft sehr präzise (Bedürfnisse und Erwartungen). Der Nachteil liegt vor allem in der Erstellung des Prototyps, da aufgrund der unklaren Bedürfnisse der Kundschaft eine Visualisierung auf Annahmen beruht. Diese können jedoch durch das Feedback beim Service-Theater laufend konkretisiert werden.

6) Functional Resonance Analysis Method (FRAM)

Die Functional Resonance Analysis Method (FRAM) ist eine Methodik zur Analyse und Beschreibung der Art der täglichen Arbeitstätigkeiten (Hollnagel 2017). Der Vorteil in der FRAM-Methode liegt in der ganzheitlichen Erfassung der Zusammenarbeit zur Erfüllung einer Aufgabe. Anhand der Visualisierung kann aufgezeigt werden, welche Abteilungen für die Erfüllung der Aufgabe involviert sind, welches Wissen dafür notwendig ist und wie die Zusammenarbeit (intern und gegenüber der Kundschaft) verbessert werden kann. Dadurch bildet FRAM die Grundlage für die zukünftige Leistungserbringung und ermöglicht, dass ein Verständnis über die Abläufe und das notwendige Wissen aufgebaut werden. Der Nachteil liegt in der für die Erhebung notwendigen Erfahrung mit der Methode und der oftmals nicht sehr intuitiven Visualisierung.

7) Service Blueprint und Customer Journey

Der Service Blueprint und die Kundenreise (Customer Journey) zeigen die Veränderungen im Prozess in Verbindung mit der Kundschaft hinsichtlich der Customer Touchpoints (Kontaktpunkte mit der Kundschaft) und der eingesetzten Technologien auf. Darüber hinaus zeigt der Service Blueprint, wo intern (neue) Zusammenarbeit erforderlich ist und wer am Prozess zur Erbringung des neuen Angebots beteiligt ist. Der Vorteil der Methode liegt darin, dass relativ schnell aufgezeigt werden kann, welche Technologien, Prozesse und Kundeninteraktionen bei der Dienstleistungserbringung auftreten. Dabei wird eine kundenzentrierte Perspektive eingenommen, was für den Servitization-Prozess zentral ist. Allerdings sollten die Erkenntnisse durch Feedbacks der Kundschaft, internen oder externen Partnern geschärft werden. Ansonsten besteht der Nachteil in einer «inside-out» Perspektive.

8) Technologie- und Fähigkeiten-Roadmap

Anhand einer Technologie- und Fähigkeiten-Roadmap wird analysiert, welche Technologien und Fähigkeiten zur Erfüllung des Wertversprechens notwendig sind («technology follows value»). Dabei wird aufgezeigt, welche Technologien für die Erfassung, Speicherung, Übertragung, Analyse und Visualisierung von Daten benötigt werden. Der Vorteil der Roadmap liegt im Aufbau eines gemeinsamen Verständnisses über relevante Technologien. Auch hier sind interne oder externe Sachverständige beizuziehen, um die Potenziale der Technologien und die dafür notwendigen Fähigkeiten richtig einschätzen zu können.

5. Implikationen für die Wissenschaft

Die vorgestellten Analyseergebnisse deuten darauf hin, wie die Geschäftsmodellanalyse den Servitization-Prozess unterstützt. Insbesondere ist der Dienstleistungs-Rahmen eine wichtige Hilfestellung, um den Wendepunkt zwischen der Erkundungs- und Akzeptanzphase erfolgreich zu meistern. Die Konkretisierung der Dimensionen des Geschäftsmodells (Wertversprechen, Wertschöpfungskette, Erlösmechanismus, Technologien/Fähigkeiten und Konnektivität) ermöglichte es dem jeweiligen Management, ein Verständnis für das Marktpotenzial sowie die damit verbundenen Investitionen zur Erreichung des Wandels (z.B. in Technologie) zu erlangen. Die Ergebnisse unterstützen Kohtamäki et al. (2019) und Martinez et al. (2017), die feststellen, dass der Prozess weder reibungslos noch geradlinig ist. So sind die einzelnen Dimensionen der Geschäftsmodellanalyse anhand von unterschiedlichen Methoden zu konkretisieren, da jede Methode Vor- und Nachteile ausweist. Auch können sich die Ergebnisse teilweise widersprechen, was durch den Einsatz weiterer Methoden wiederum zu überprüfen ist.

Die dargestellten Methoden können Unternehmen bei der Überwindung des digitalen Paradoxons unterstützen, da sie Barrieren in der Managementkognition abbauen und Unternehmen bei der Modifikation der zentralen Geschäftsmodellkomponenten unterstützen (Gebauer et al. 2020). Ein zentrales Ergebnis ist, dass die Einbindung von Kundschaft und Lieferfirmen während der Konkretisierungsphase der Idee mittels der angewandten Methoden die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses innerhalb der beteiligten Anspruchsgruppen, hier Anbietende, Lieferfirmen und Kundschaft, fördert. Erstens führt die Einbindung der Kundschaft zu Referenzgeschichten von Bedürfnissen und Herausforderungen (Situation des Mr. Maintenance), die die Entwicklung von fundierten und evidenzbasierten Nutzenversprechen unterstützen. Dadurch wird verhindert, dass Unternehmen einen Ansatz wählen, welcher nur die Rechtfertigung einer internen Überzeugung abbildet und nicht für ihre Märkte geeignet ist. Ausserdem wird das Angebot vor der Einführung mit der Kundschaft getestet, was dem Unternehmen Zeit und Geld sparen kann, da es bereits in einem frühen Stadium des Prozesses Feedbacks von der Kundschaft erhält. Zweitens ermöglicht die Einbeziehung von Zulieferfirmen in der Erkundungsphase ein erstes Verständnis der erforderlichen technologischen Veränderungen und ihrer Möglichkeiten. Beide Fallbeispiele zeigen, dass die frühe Einbindung von Technologie-Partnern zentral ist. So ist es für die Unternehmensvertretungen oftmals unklar, wie neue Technologien integriert werden können. Die Erfahrungen der Technologie-Partner bereits bei der Entwicklung von Ideen zu berücksichtigen, ermöglicht, bereits bekannte Fehler zu umgehen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Entscheidung, in die Akzeptanzphase einzutreten oder nicht, in beiden Unternehmen transparent und nachvollziehbar war, da das Projektteam und das Top-Management ein gutes Verständnis für den Inhalt des Geschäftsmodells und die erforderlichen Investitionen (d. h. Technologie, Fähigkeiten, Prozesse und Zusammenarbeit) hatten.

6. Implikationen für die Praxis

Aus der Managementperspektive zeigt die Analyse, dass ein gutes Verständnis des Geschäftsmodells notwendig ist, um die mit der Servitization verbundenen Veränderungen zu verstehen. Es gibt verschiedene Methoden, die angewendet werden können, um das gemeinsame Verständnis zu verbessern. Die Methoden basieren auf der Mitgestaltung von Kundschaft und Lieferfirmen. Obwohl Co-Creation in der Erkundungs- sowie Akzeptanzphase verbreitet sind, profitieren auch die darauffolgenden Phasen davon.

Oft werden die Geschäftsmodell-Dimensionen nur zu Beginn einer Idee diskutiert und im Laufe des Projekts nicht weiterentwickelt. Die Idee einer Dienstleistung ist jedoch nicht statisch, da neue Informationen gewonnen werden, z.B. durch die Anwendung der oben genannten Methoden, sodass auch das Geschäftsmodell kontinuierlich an den aktuellen Wissensstand angepasst werden sollte. Dadurch dient die Geschäftsmodellanalyse als Rahmenwerk für die Entwicklung und Umsetzung der Dienstleistung.

Der Einsatz unterschiedlicher Methoden zur Konkretisierung der Geschäftsmodell-Dimensionen ermöglicht zu erkennen, welche Management-Entscheidungen und welche Investitionen anstehen. Auch wenn der Einsatz der Methoden mit Ressourcen verbunden ist, ermöglicht der frühzeitige Einbezug von Kundschaft und Technologie-Partnern evidenzbasierte Entscheidungen. Somit können die Wendepunkte zwischen den Phasen im Servitization-Progression-Model gut bewältigt werden.

Die Methoden unterstützen sich gegenseitig und können gemeinsam oder getrennt angewendet werden. Jede Methode ermöglicht den Aufbau eines besseren Verständnisses der Geschäftsmodell-Dimensionen und erhöht damit die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Transformation im Servitization-Prozess und einer reibungsloseren Implementierung der datenbasierten Dienstleistung.

7. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Dr. oec. Patricia Deflorin Anina Havelka
Partner	Bizerba Busch AG, Maagtechnic AG, Procomm IT, DOne Fachhochschule Nordwestschweiz (Toni Wäfler, Adrian Campos)
Finanzierung	Innosuisse
Dauer des Projekts	Februar 2019 bis Januar 2022
Kontakt	Prof. Dr. oec. Patricia Deflorin patricia.deflorin@fhgr.ch

8. Referenzen

- Baines, Tim; Ziaee Bigdeli, Ali; Sousa, Rui; Schroeder, Andreas (2020): Framing the servitization transformation process: A model to understand and facilitate the servitization journey. In *International Journal of Production Economics* 221, p. 107463. DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.07.036.
- Coughlan, Paul; Coghlan, David (2002): Action research for operations management. In *IJOPM*.
- Deflorin, P., Scherrer, M., Amgarten, J.: "Industrie 4.0 Geschäftsmodelle-Ein Analyse-Raster zum Erkennen von Industrie 4.0 Potenzialen und notwendigen Veränderungen", *Industrie Management*, 5/2017.
- Gebauer, Heiko; Arzt, Alexander; Kohtamäki, Marko; Lamprecht, Claudio; Parida, Vinit; Witell, Lars; Wortmann, Felix (2020): How to convert digital offerings into revenue enhancement – Conceptualizing business model dynamics through explorative case studies. In *Industrial Marketing Management* 91, pp. 429–441. DOI: 10.1016/j.indmarman.2020.10.006.
- Gebauer, Heiko; Saul, Caroline Jennings; Haldimann, Mirella; Gustafsson, Anders (2017): Organizational capabilities for pay-per-use services in product-oriented companies. In *International Journal of Production Economics* 192, pp. 157–168. DOI: 10.1016/j.ijpe.2016.12.007.
- Hey, H. JonothanG.; Joyce, Caneel K.; Beckman, Sara L. (2007): Framing Innovation: negotiating shared frames during early design phases. In *Journal of Design Research* (Vol. 6. Nos. 1-2).
- Hollnagel, E. (2017): *FRAM: the functional resonance analysis method: modelling complex socio-technical systems*: CRC Press
- Imenda, Sitwala (2014): Is There a Conceptual Difference between Theoretical and Conceptual Frameworks? In *Journal of Social Sciences* 38 (2), pp. 185–195. DOI: 10.1080/09718923.2014.11893249.
- Kohtamäki, Marko; Parida, Vinit; Oghazi, Pejvak; Gebauer, Heiko; Baines, Tim (2019): Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. In *Journal of Business Research* 104, pp. 380–392. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.06.027.
- Kowalkowski, Christian; Gebauer, Heiko; Kamp, Bart; Parry, Glenn (2017): Servitization and deservitization: Overview, concepts, and definitions. In *Industrial Marketing Management* 60, pp. 4–10. DOI: 10.1016/j.indmarman.2016.12.007.
- Lee, Sang M.; Olson, David L.; Trimi, Silvana (2012): Co-innovation: convergenomics, collaboration, and cocreation for organizational values. In *Management Decision* 50 (5), pp. 817–831. DOI: 10.1108/00251741211227528.
- Martinez, Veronica; Neely, Andy; Velu, Chander; Leinster-Evans, Stewart; Bisessar, Dav (2017): Exploring the journey to services. In *International Journal of Production Economics* 192, pp. 66–80. DOI: 10.1016/j.ijpe.2016.12.030.
- Palo, Teea; Åkesson, Maria; Löfberg, Nina (2019): Servitization as business model contestation: A practice approach. In *Journal of Business Research* 104, pp. 486–496. DOI: 10.1016/j.jbusres.2018.10.037.
- Polova, Oksana; Thomas, Catherine (2020): How to perform collaborative servitization

innovation projects: the role of servitization maturity. In *Industrial Marketing Management* 90, pp. 231–251. DOI: 10.1016/j.indmarman.2020.06.005.

Schön, D. A. (1994): *Frame Reflection*. New York: NY: Basic Books.

Sjödin, David; Parida, Vinit; Jovanovic, Marin; Visnjic, Ivanka (2020a): Value Creation and Value Capture Alignment in Business Model Innovation: A Process View on Outcome-Based Business Models. In *J Prod Innov Manag* 37 (2), pp. 158–183. DOI: 10.1111/jpim.12516.

Sjödin, David; Parida, Vinit; Kohtamäki, Marko; Wincent, Joakim (2020b): An agile co-creation process for digital servitization: A micro-service innovation approach. In *Journal of Business Research* 112, pp. 478–491. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.01.009.

Zhang, Wanrong; Banerji, Sujit (2017): Challenges of servitization: A systematic literature review. In *Industrial Marketing Management* 65, pp. 217–227. DOI: 10.1016/j.indmarman.2017.06.003.

Der Einsatz von Robotik in der Hotellerie

Autorenschaft: Yves Staudt und Jan Mosedale

In diesem Projekt wurde der Einsatz von zwei verschiedenen sozialen Robotern in zwei unterschiedlichen Hotels untersucht, um die Erkenntnisse sowie die damit verbundenen Chancen und Herausforderungen mit der Schweizer Hotellerie zu teilen. Quantitative wie auch qualitative Methoden wurden angewandt, um die Einstellung von Gästen und Mitarbeitenden zu analysieren.

Keywords: Service Roboter, Akzeptanz von Robotern, Tourismus 4.0, Digitalisierung, Hotellerie, Artificial Intelligence, Machine Learning, Clustering, Discrete Choice Analytics

1. Einführung

Science-Fiction hat seit den 50er Jahren intelligente Roboter in unser Bewusstsein treten lassen. So lösen humanoide (mensenähnliche) und semi-humanoiden Roboter wie etwa C-3PO und R2-D2 in «Star Wars», humanoide Roboter in den «Terminator»-Filmen oder Transformers bei vielen Leuten eine Faszination aus. Allerdings sind Roboter mittlerweile nicht nur Science-Fiction, sondern bereits Realität. So sind intelligente Maschinen und virtuelle Assistenten für viele im Alltag nicht mehr wegzudenken. Sie unterstützen uns in vielen Lebensbereichen, häufig ohne dass wir diesem Umstand noch besondere Beachtung schenken. Roboterstaubsauger und -rasenmäher übernehmen Haus- bzw. Gartenarbeiten. Über Google Assistant, Siri oder Alexa stellen wir Suchanfragen oder buchen Dienstleistungen. Auch soziale Roboter spielen eine immer grössere Rolle. So gibt es eine Vielzahl an Roboterhunden, die als sogenannte Begleithunde ihren «Haltern» Zuneigung zeigen und so eine emotionale Bindung mit ihnen aufbauen.

Solche sozialen Roboter kommunizieren entweder verbal (natürliche Sprache) oder nonverbal (Licht, Bewegung oder Ton), können selbst Emotionen ausdrücken und/oder menschliche Emotionen wahrnehmen, dank künstlicher Intelligenz soziale Fähigkeiten erlernen und so soziale Beziehungen mit Menschen aufbauen. Als soziale Wesen verbringen Menschen einen Grossteil ihrer Zeit damit, vielfältige soziale Verbindungen mit anderen aufzubauen. Diese soziale Fixierung veranlasst Menschen, selbst nichtmenschlichen Objekten soziale Qualitäten zuzuschreiben und diese häufig so zu behandeln, wie sie Menschen oder andere Lebewesen behandeln würden. Roboter, die zur sozialen Interaktion mit Menschen fähig sind, stellen daher einzigartige technologische Innovationen dar und eröffnen interessante Anwendungsmöglichkeiten.

Humanoide Roboter, welche eine gewisse Gastfreundschaft vermitteln, kommen vermehrt in der Gastronomie und Hotellerie zum Einsatz. So eröffnete im Jahr 2015 das Henn-na Hotel in Nagasaki, Japan, das erste Roboterhotel der Welt. Ursprünglich wurden 82, später sogar 243 Roboter eingesetzt, sei es für die Gepäckaufbewahrung, zum Mixen von Cocktails oder an der Rezeption und im Housekeeping, als Lösung für den Personalmangel in der Hotellerie. Auch in China eröffnete 2019 Jahr ein Roboterhotel mit automatischem Check-in, Zimmerservice und Türöffnung anhand von Gesichtserkennung.

In Europa wurden humanoide, soziale Roboter bereits während Testphasen als Rezeptionisten in verschiedenen Hotels eingesetzt. In der Schweiz kommen bis jetzt nur funktionale Roboter (die nicht kommunizieren oder bei denen soziale Funktionen nicht im Vordergrund stehen) im Tourismus und in der Hotellerie zum Einsatz. So wird in Saas-Fee ein Roboterfahrzeug von Postbus getestet, das den Gästen mit ihrem Gepäck zum Hotel automatisch folgt. Im Radisson Blu Hotel am Flughafen Zürich arbeitet seit 2021 ein Roboter als Butler und liefert den Gästen ihren Roomservice.

Allerdings muss ein Einsatz von Robotern in der Hotellerie gut überlegt sein. So hat das Henn-na Hotel erst vor kurzem rund die Hälfte der 243 Roboter «entlassen», da die Roboter entweder noch nicht ganz ausgereift waren und so den Mitarbeitenden mehr Arbeit verursacht haben, oder weil andere Roboter in der Zeit technisch weiterentwickelt wurden als die im Hotel eingesetzten und diese den Erwartungen der Gäste nicht mehr gerecht werden konnten.

Um den Einsatz von Robotern in der Hotellerie zu evaluieren, wurden in Zusammenarbeit mit Hotellerie-Suisse und Avatarion (Vertrieb und Programmierung von Robotern) zwei unterschiedliche soziale Roboter in unterschiedlichen Hotels (das Opera Hotel in Zürich und das Hotel Allegra Lodge in Kloten) eingesetzt. Dabei sollen die Roboter nicht nur zu Marketingzwecken eingesetzt werden, sondern sowohl den Gästen einen Mehrwert bieten als auch durch Prozessautomatisierung Arbeitsabläufe optimieren. Die Software der Roboter wurde von Avatarion Technology AG speziell für dieses Projekt entwickelt. Das Team der Fachhochschule Graubünden hat den Einsatz der Roboter untersucht, um herauszufinden, inwieweit der Einsatz von sozialen Robotern in der Hotellerie ein Mehrwert für Gäste oder für das Hotel darstellt.

2. Stand der Forschung

In der Gesellschaft gibt es verschiedene Einstellungen gegenüber dem Einsatz von Robotern generell und sozialen Robotern in der Hotellerie im Speziellen. Ein erfolgreicher Einsatz von sozialen Robotern in der Hotellerie ist abhängig von der Einstellung der Gäste. Nicht alle Gäste werden Roboter als Dienstleister akzeptieren. So unterscheiden Kazandzhieva und Filipova (2019) generell vier verschiedene Gruppen (siehe Abbildung 1).

Die Einstellung gegenüber Robotern hängt dabei vom Geschlecht, Alter und der Nationalität der Gäste ab (Ivanov, Webster, & Garenko, 2018; Ivanov, Webster, & Seyyedi, 2018). So haben Studien gezeigt, dass im allgemeinen Männer und jüngere Personen eher positiv gegenüber Robotern eingestellt sind als Frauen und ältere Personen (Ivanov & Webster, 2019a, 2019b). Zudem ist bekannt, dass Japaner viel eher bereit sind als Europäer, einen humanoiden Roboter zu akzeptieren (Haring et al., 2014). Ausschlaggebend ist aber auch der für den Gast erzielte Mehrwert und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (Ivanov & Webster, 2019a, 2019b). Mit einer zunehmenden Qualität der von Robotern erbrachten Dienstleistung und einem steigenden Nutzen für den Gast wird der Anteil der passiven Befürwortenden und der passiven Kritischen steigen (Ivanov et al., 2020). Es ist unter anderem anzunehmen, dass in Zukunft aufgrund eines Generationenwechsels die Anzahl der aktiven Kritischen abnehmen wird.

Die bestehende wissenschaftliche Literatur weist eine Forschungslücke auf, da viele Studien Resultate anhand allgemeiner Befragungen im Kontext von humanoiden Robotern

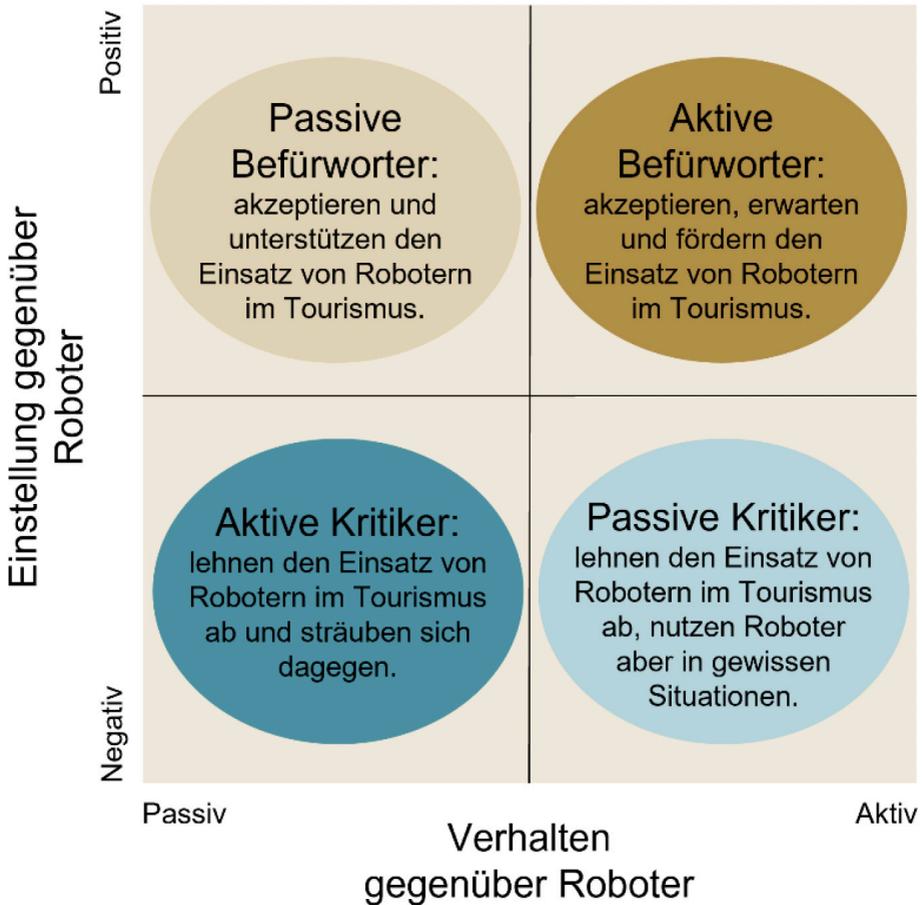


Abbildung 4: Einstellungen und Verhalten von Verbraucher gegenüber Robotern im Tourismus (übersetzt und angepasst von Kazandzhieva & Filipova, 2019: 87)

generieren und nicht spezifisch auf die Hotellerie. Dieses Projekt hatte das Ziel, die Perspektiven von den verschiedenen Akteuren dieser Branche miteinzubeziehen und gleichzeitig das tatsächliche Verhalten gegenüber Robotern zu analysieren. Daraus ergaben sich die folgenden drei Forschungsfragen:

1. Wie ist die Einstellung der Gäste gegenüber Robotern im Allgemeinen und dem eingesetzten Roboter im Speziellen?
2. Wie ist die Einstellung der Mitarbeitenden gegenüber dem Roboter?
3. Was ist der Mehrwert für das Hotel?

3. Forschungsmethodik

Um die drei Forschungsfragen zu lösen, wurden quantitative wie qualitative Forschungsmethoden eingesetzt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die im Projekt angewandten Methoden und Analysen.

	Methode	Analyse
Einstellung der Gäste	Fragebogen vor dem Aufenthalt Fragebogen nach dem Aufenthalt Direkte Beobachtung	Discrete Choice Analysis Cluster Analysis Thematische Analyse
Einstellung der Mitarbeitenden	Workshops Direkte Beobachtung Tagebücher Halb-strukturierte Interviews	Thematische Analysen
Mehrwert für das Hotel	Workshops Halb-strukturierte Interviews	Thematische Analysen

Tabelle 1: Übersicht der Themen, Methoden und Analysen (eigene Darstellung)

3.1 Umfragen

Im Rahmen der Gästeeinstellung wurden zwei Umfragen durchgeführt:

1. Eine Umfrage vor dem Aufenthalt, um die allgemeine Einstellung gegenüber Robotern, wie auch die wichtigsten Faktoren, die die Wahl eines Gastes zwischen Mitarbeitenden und Robotern beeinflussen, herauszufinden. Der Fragebogen umfasste die folgenden Aspekte: soziopsychologische Fragen zur Einstellung gegenüber Robotern, bisherige Erfahrung mit Robotern & Self-Service-Technologien, Discrete-Choice-Szenarien mit Wahl zwischen Rezeptionsmitarbeitenden und einem humanoiden Serviceroboter, Fragen zur Reise und demographische Fragen.
2. Eine Umfrage nach dem Aufenthalt, um die Zufriedenheit der Gäste mit dem Roboter zu ermitteln. Der Fragebogen umfasste die folgenden Aspekte: soziopsychologische Fragen zur Einstellung gegenüber Robotern, Zufriedenheit mit den Funktionen der Serviceroboter, Bedenken, bisherige Erfahrung mit Robotern & Self-Service-Technologien, Fragen zur Reise und demographische Fragen.

Im ersten Fragebogen wurde eine Discrete-Choice-Analyse angewandt, um die Wahl der Gäste zwischen der Durchführung des Check-in-Vorgangs bei Mitarbeitenden an der Rezeption oder bei einem humanoiden Serviceroboter zu erklären und vorherzusagen. Dafür wurden anhand der Variablen in Tabelle 2 mehrere Szenarien entwickelt. Diese Szenarien wurden im Anschluss mithilfe statistischer Verfahren analysiert.

Zusätzlich zur Discrete-Choice-Analyse wurde eine Clusteranalyse durchgeführt, um die Gäste in Gruppen zu kategorisieren und diese Gruppen als Personas darzustellen. Personas sind fiktive Profile von Gästen, die den Hoteliers bei der Entscheidung helfen, ob es sinnvoll ist, in einen sozialen Roboter zu investieren.

Attribute	Variablen
Personalisierungsgrad der Information	Fliessend Deutsch und English Fliessend Deutsch und English und eine weitere Sprache Fliessend in 19 verschiedenen Sprachen
Dauer des Check-ins	1-3 Minuten
Wartezeit	0-4 Minuten
Interaktion	Eingeschränkte Interaktion

Tabelle 2: Attribute, deren Erklärung und Werte für die Discrete-Choice-Analyse angewendet worden sind (eigene Darstellung).

3.2 Interviews

Um die Erfahrungen von Mitarbeitenden mit den sozialen Robotern in die Analyse mit-einbeziehen zu können, wurde mit den Frontdesk-Mitarbeitenden Interviews gehalten. Interviews bieten die Möglichkeit, Einblicke in bestimmte Erlebnisse zu erhalten, ohne dass man bei bestimmten Ereignissen dabei gewesen sein muss. Bei halbstrukturierten Interviews geht es darum, persönliche Eindrücke von den Teilnehmenden zu einem bestimmten Thema zu erhalten.

3.3 Beobachtungen

Direkte Beobachtungen ermöglichen die Erfassung des Kontexts, in dem Aktivitäten stattfinden; so können soziale Interaktionen gleichzeitig vor Ort beobachtet, dokumentiert und analysiert werden. Im Gegensatz zu Interviews können mithilfe der Beobachtungsmethode alltägliche und routinemässigen Tätigkeiten und Aktivitäten aufgezeigt werden, die das tägliche Leben ausmachen. Solche manchmal banalen Erlebnisse können der Aufmerksamkeit von Interviewpartnern entgehen.

3.4 Mitarbeitendentagebücher

Das Führen von Tagebüchern ermöglicht das Reflektieren von Erfahrungen, welche als tiefgreifend empfunden werden. In diesem Fall ist das Ziel des Tagebuchschreibens, den Einfluss des Einsatzes von Robotern auf die tägliche Arbeit der Mitarbeitenden, ihre persönliche Wahrnehmung und Empfindung im Umgang mit den Robotern zu dokumentieren.

4. Resultate & Diskussion

Im folgenden Abschnitt werden die Resultate entlang den Themen Einstellung der Gäste, Einstellung der Mitarbeitenden und Mehrwert für das Hotel besprochen und diskutiert.

4.1 Einstellung der Gäste

Die Stichprobengröße für die Umfrage vor dem Aufenthalt betrug 152, respektive 318 für die Umfrage nach dem Aufenthalt. Mit den 152 Antworten wurde die Discrete-Choice-Auswahl analysiert. Wobei die 318 Antworten nach dem Aufenthalt für die Erstellung von Personas verwendet worden sind. Da es keine umfassenden Daten zu den Gästen der beiden Hotels gibt, ist es nicht möglich festzustellen, ob die Stichproben repräsentativ sind. Während der Laufzeit des Projekts waren die Hotels aufgrund der Corona-Pandemie zum Teil geschlossen und hatten weniger Gäste als zu normalen Zeiten. Dennoch haben die Stichproben zu aussagekräftigen Resultaten geführt.

Einstellung zu Robotern

Die befragten Gäste sind mehrheitlich neutral (41%) oder positiv (38%) gegenüber Robotern im Allgemeinen eingestellt. Allerdings sind im Vergleich nur 34% neutral und 32% positiv gegenüber Servicerobotern in der Hotellerie eingestellt, mit 20% negativ und 7% sehr negativ. Eine Abnahme zwischenmenschlicher Interaktion aufgrund des Einsatzes von sozialen Robotern befürchten 49% der Befragten. Dies ist möglicherweise ein Faktor für eine etwas negativere Einstellung gegenüber Servicerobotern in der Hotellerie im Vergleich zu Robotern im Allgemeinen.

Discrete-Choice-Analyse

Mithilfe der Discrete-Choice-Analyse gaben die Gäste ihre Entscheidung für den Roboter oder die Rezeption entlang den Parametern aus Tabelle 2 an. Die Wahl, den Check-in-Prozess am Roboter oder mit Mitarbeitenden an der Rezeption durchzuführen, lässt sich durch den Personalisierungsgrad der Information, die Interaktion, die Wartezeit und die Dauer des Check-ins erklären. Dabei haben der Personalisierungsgrad und die Interaktion den grössten Einfluss auf die Wahl der Gäste. D.h. Gäste, die keine Interaktion wünschen und/oder personalisierte Information anhand von Daten erhalten möchten, wählen den humanoiden Serviceroboter. Gäste, die keine datenbasierte personalisierte Information und eine Interaktion wünschen, wählen die Option, das Check-in bei Mitarbeitenden durchzuführen. Über alle Szenarien hinweg wurde in 73% der Fälle die Mitarbeitenden gewählt.

Effektive Nutzung der Roboter

Um den Einsatz der sozialen Serviceroboter bewerten zu können, ist die Zufriedenheit der Gäste mit den Funktionen ausschlaggebend. Allerdings wurden die Serviceroboter von nur 33% der befragten Gäste mindestens einmal genutzt. Die höchste Anzahl der Nutzung war dabei zur Unterhaltung (15%) und zur Informationssuche (21%). Funktionale Prozesse (etwa Check-in, Check-out und Buchung von externen Dienstleistungen) wurden von den befragten Gästen weniger genutzt.

Personas

Mithilfe der Clusteranalyse erhielten wir vier Gruppen, welche wir in Personas überführt haben. In diesem Schritt wurden die numerischen Werte in qualitativen Text umgewandelt, damit die Werte für die Zielnutzer der Personas leichter zu interpretieren sind. Diese qualitativen Beschreibungen tragen dazu bei, die Personas zum Leben zu erwecken und zu beschreiben, wie die Personas mit sozialen Robotern zusammenhängen. Allerdings wird bei der Umwandlung abstrakter Daten in aussagekräftigere Geschichten die Vielfalt in dem jeweiligen Cluster reduziert. Tabelle 3 stellt die Personas mit qualitativem Text dar.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Einstellung gegenüber Roboter	Neutral	Positiv	Positiv	Neutral bis Negativ
Einstellung gegenüber Robotern in der Hotellerie	Gespalten	Positiv	Negativ	Negativ bis sehr negativ
Alter	42-59	35-57	39-57	35-53
Reisepartner	Allein oder mit Partner/Partnerin	Mit Partner/Partnerin	Reist allein	Reist allein
Aufenthaltsdauer	2-3 Tage	3 Tage	1 Tag	1-2 Tage
Gruppengröße	28%	20%	32%	20%

Tabelle 3: Übersicht über die vier Personas (eigene Darstellung).

Es ist nicht jede Variable klar unterscheidbar; so ist beim Alter zum Beispiel keine klare Unterscheidung zwischen den vier Gruppen möglich. Die Resultate haben ergeben, dass sich die Gäste am besten nach den Ansichten zur Nutzung von sozialen Servicerobotern in der Hotellerie unterteilen lassen, als nach ersichtlichen sozio-demografischen Merkmalen.

4.2 Einstellung der Mitarbeitenden

Die Beobachtungen, Interviews und Mitarbeitenden-Tagebücher ergänzen die Resultate der Fragebogen. Somit können die Interaktionen mit den Robotern und der Nutzen der Roboter besser in Kontext gesetzt werden. Entgegen den Ergebnissen einer Umfrage der Hotel & Gastro Union (2017) haben die Mitarbeitenden keine Angst, ihre Arbeitsstelle an Roboter zu verlieren, sondern haben grundsätzlich eine positive Grundeinstellung ihnen gegenüber. Allerdings kann dies mit dem Umstand zusammenhängen, dass gewisse Funktionen, wie das Check-In, noch nicht unabhängig am Roboter durchgeführt werden konnten. Aus Mitarbeitendenperspektive liegt der Mehrwert der Roboter im Marketing, bei der Überbrückung der Wartezeit zu Stosszeiten, bei der Informationsvermittlung und zur Kontaktaufnahme mit Gästen, da Gäste im Allgemeinen eine gewisse Neugier und Aufgeschlossenheit gegenüber den Robotern zeigten. Vor allem für Kinder waren die Roboter Anziehungspunkte.

Allerdings waren einige der Mitarbeitenden der Meinung, dass das Potential der Roboter nicht genügend genutzt wurde. So könnte sich durch technologische Entwicklungen der Einsatzbereich von Robotern in Zukunft erweitern.

4.3 Mehrwert für das Hotel

Die Beobachtungen, die Interviews und die Fragebogen haben ein gutes Gesamtbild zur Anwendung von Robotern in der Hotellerie und deren Mehrwert gegeben. Zurzeit wird der Roboter eher als Attraktion und PR für das Hotel wahrgenommen. Durch die beschränkten Funktionalitäten konnten die Roboter die Mitarbeitenden noch nicht entlasten, gene-

rierten auch keinen Mehrgewinn und konnten sich nicht durch Zusatzverkäufe finanzieren. Das heisst, die für die Roboter gesetzten Ziele wurden im Projekt nicht vollumfänglich erreicht. Allerdings konnte die Digitalisierung im Hotel für Gäste sichtbar gemacht und vermarktet werden.

Als Unterhalter und Anziehungspunkt konnten die Roboter überzeugen. Der Mehrwert für den Gast war allerdings noch zu gering, da gewisse Funktionen nicht unabhängig von anderen Systemen oder von Mitarbeitenden durchgeführt werden konnten.

Die Konkurrenz durch das Smartphone ist gross. Der technische Fortschritt erlaubt es den Gästen, bereits viele der Funktionen, die die Roboter aktuell ausführen können, über das eigene Smartphone zu erledigen. Zudem gibt es in der Hotellerie viele verschiedene Fragestellungen des Gastes, die programmiert werden müssten. Daher bietet sich evtl. eine Spezialisierung der Roboter auf einzelne Funktionen an.

Auch ist es gemäss dem aktuellen Stand der Robotertechnik und -software und der Vielzahl der in Hotels genutzten Systemen schwierig, alle möglichen Dienstleistungen zu erfassen und zu programmieren sowie die Prozesse mit den Hotelsystemen zu verknüpfen. Für eine Skalierung der Robotersoftware sind daher Schnittstellen zu den gängigsten Systemen notwendig.

5. Implikationen für Wissenschaft

Diese Studie erweitert die Forschung in mehreren Bereichen. Es ist einer der ersten Studien, die die Akzeptanz und den Nutzen von Robotern in der Hotellerie in situ und anhand von quantitativen wie auch qualitativen Forschungsmethoden untersucht.

Durch die Analyse wird zum ersten Mal die Akzeptanz der Gäste in Bezug auf Roboter in Schweizer Hotels erforscht. Durch die Auswertungen der Discrete-Choice-Analyse und der Clusteranalyse wurde nach unserem Wissen zum ersten Mal Personas für die Anwendung von Robotern für die Hotellerie entwickelt. Somit wurden die Wahrnehmung und Akzeptanz für neue Entwicklungen, wie etwa der Robotik, noch offener dargelegt. Ein wichtiges Resultat der Studie ist, dass die Mitarbeitenden sehr offen gegenüber dem Einsatz von Robotern sind und das Potenzial dieser Technologie in der Hotellerie sehen.

6. Implikation für die Praxis

Die Auswertungen der eingesetzten Methoden liefern Erkenntnisse zu Einstellung und Verhalten der Gäste und Mitarbeitenden der Hotellerie gegenüber Robotern. Die Gäste sind neutral und positiv gegenüber sozialen humanoiden Robotern eingestellt. Mit den Resultaten der Discrete-Choice- und Clusteranalyse können Hoteliers abschätzen, wie ihre jeweiligen Gästekategorien gegenüber Robotern eingestellt sind und ob es sich lohnt, Roboter in ihrem Hotel einzusetzen.

Die Mitarbeitenden der zwei Hotels waren grundsätzlich positiv gegenüber den Robotern eingestellt und wünschen sich durch ihn Unterstützung. Allerdings können die Roboter aktuell einige Funktionen noch nicht selbstständig durchführen. Den grössten Mehrwert sehen die Mitarbeitenden im Marketing und in einem verbesserten Gästeerlebnis durch die Überbrückung von Wartezeiten zu Stosszeiten und in der vereinfachten Kontaktaufnahme mit Gästen.

7. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Jan Mosedale Stéphanie Bartels Dominik Knaus Onna Rageth Chantal Siegrist Dr. Yves Staudt
Partner	Wirtschaftspartner: Avatarion, Opera Hotel in Zürich, Allegra Lodge in Kloten, HotellerieSuisse
Finanzierung	Innotour
Dauer des Projekts	September 2019 bis Januar 2021
Kontakt	Prof. Jan Mosedale jan.mosedale@fhgr.ch

8. Referenzen

Haring, K. S., Mougnot, C., Ono, F., & Watanabe, K. (2014). Cultural Differences in Perception and Attitude towards Robots. *International Journal of Affective Engineering*, 13(3), 149–157. <https://doi.org/10.5057/ijae.13.149>.

Ivanov, S., & Webster, C. (2019a). Perceived Appropriateness and Intention to Use Service Robots in Tourism. *Information and Communication Technologies in Tourism 2019*, 237–248. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05940-8_19.

Ivanov, S., & Webster, C. (2019b). What Should Robots Do? A Comparative Analysis of Industry Professionals, Educators and Tourists. *Information and Communication Technologies in Tourism 2019*, 249–262. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05940-8_20

Ivanov, S., Webster, C., & Berezina, K. (2020). Robotics in Tourism and Hospitality. *Handbook of E-Tourism*, 1–27. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05324-6_112-1.

Ivanov, S., Webster, C., & Garenko, A. (2018). Young Russian adults' attitudes towards the potential use of robots in hotels. *Technology in Society*, 55, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.06.004>.

Ivanov, S., Webster, C., & Seyyedi, P. (2018). Consumers' attitudes towards the introduction of robots in accommodation establishments. *Tourism*, 66(3), 302–317.

Kazandzhieva, V., & Filipova, H. (2019). Customer attitudes toward robots in travel, tourism, and hospitality: A conceptual framework. *Robots, Artificial Intelligence and Service Automation in Travel, Tourism and Hospitality*, October, 79–92. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-687-320191004>.

Hotel & Gastro Union (2017). *Lehrlingsbarometer 2017*.

Digitale Transformation, Jobveränderung und Personalentwicklung

Autorenschaft: Peter Moser, Frank Bau, Marc Herter und Claudio Alig

In einem Forschungsprojekt hat ein Team der Fachhochschule Graubünden ein Instrument entwickelt, das den Personalverantwortlichen aufzeigt, welche Tätigkeiten in einem Beruf zukünftig gefragt sein werden, wie gut die Mitarbeitenden bereits auf die neuen Anforderungen vorbereitet sind und in welchen Bereichen Lücken bestehen.

Keywords: Digitale Transformation, Personalentwicklung, Kompetenzanforderungen, Weiterbildung

1. Einführung

Wie wirkt sich die digitale Transformation (DT) auf die Beschäftigung aus? Verschiedene Studien (z.B. Frey und Osborne, 2016) warnen davor, dass viele Arbeitsplätze der Digitalisierung zum Opfer fallen könnten. Umgekehrt benötigen Unternehmen Fachkräfte, um die DT erfolgreich zu gestalten. Sich dabei einzig auf die Rekrutierung neuer Mitarbeitenden zu verlassen, ist angesichts des Fachkräftemangels sehr riskant. Deshalb stehen Unternehmen vor der Herausforderung, ihre Mitarbeitenden rechtzeitig auf die zukünftigen Anforderungen der DT vorzubereiten.

2. Stand der Forschung

In der Literatur existieren verschiedene, weit beachtete Studien, die meist branchenübergreifenden Fähigkeiten und Kompetenzen von Arbeitnehmenden beschreiben, die im Zeitalter der digitalen Transformation unverzichtbar scheinen (z.B. McKinsey Global Institute, 2018; World Economic Forum, 2020). Jedoch bleiben die Empfehlungen abstrakt und wenig berufsbezogen.

Dieses Projekt packt die Fragestellung bottom-up an. Wir haben zusammen mit Unternehmen aus der Region und mit Unterstützung des Fördervereins der Fachhochschule Graubünden untersucht, wie sich die DT konkret auf Berufe im Dienstleistungsbereich auswirkt. Dabei gehen wir davon aus, dass sich Tätigkeitsportfolios bzw. Berufsbilder differenziert verändern. In vielen Berufen entfallen durch die Digitalisierung ganze Aufgabengebiete und andere kommen hinzu. Wieder andere werden komplexer und anspruchsvoller.

Dienstleistungen sind deshalb von grossem Interesse, weil digitale Technologien diese teilweise effizienter erbringen können als Menschen und kollaborative Methoden eine zunehmend ortsunabhängige Zusammenarbeit ermöglichen.

Als Ergebnis liegt – neben neuen Erkenntnissen über den Einfluss der DT auf Dienstleistungsberufe – eine Methodik vor, mithilfe derer Unternehmen für einzelne Berufe ihren Bedarf sowie die Stossrichtung für die Personalentwicklung bestimmen können. Damit können sie ihre Mitarbeitenden rechtzeitig auf Veränderungen im Zuge der DT vorbereiten und so die Wettbewerbsfähigkeit ihres Unternehmens langfristig steigern.

3. Methodik

Das Projekt basiert auf Fallstudien mit drei regionalen Dienstleistungsunternehmen aus verschiedenen Branchen (Baubranche, Versicherungswesen, Gesundheitswesen). Dabei wurde ein Vorgehen in drei Arbeitsschritten gewählt (vgl. Abbildung 1):

1. Zunächst wurde erfasst, wie das untersuchte Unternehmen als Ganzes von der DT betroffen ist und welche DT-Strategie es verfolgt.
2. Im Arbeitsschritt 2 wurde analysiert, wie die DT die Tätigkeiten von ausgewählten Berufen verändert hat und in Zukunft weiter verändern wird. Der Fokus auf Tätigkeiten ist wichtig, denn eine Arbeitsstelle umfasst in der Regel eine Vielzahl an Tätigkeiten, die durch die DT unterschiedlich stark verändert werden.
3. Schliesslich wurde im Arbeitsschritt 3 erhoben, in welchem Ausmass die heutigen Mitarbeitenden die relevanten Kompetenzen für die DT und die nötige Anpassungsbereitschaft mitbringen. Das erlaubt den Unternehmen, in ausgewählten Organisationseinheiten den Weiterbildungsbedarf abzuleiten.

Arbeitsschritt 1	Arbeitsschritt 2	Arbeitsschritt 3
Wie verändert sich das Unternehmen aufgrund der digitalen Transformation (DT)?	Welche Auswirkungen haben diese Veränderungen auf die ausgewählten Berufe?	Wie sollen das Unternehmen und die betroffenen Mitarbeitenden damit umgehen ?
Vorgehen	Vorgehen	Vorgehen
Workshop mit beteiligten Unternehmen und Diskussion über zu erwartende Veränderungen	Ergebnisworkshop mit beteiligten Unternehmen zur Wissenssicherung und Vorbereitung der Befragung	Interne Mitarbeiterbefragung in ausgewählten Berufen zu Kompetenzen und Veränderungsbereitschaft
Resultat	Resultat	Resultat
Auswahl der zu untersuchenden Berufe im Unternehmen	Analyse der Tätigkeiten und Vergleich heute vs. in 3–5 Jahren	Rekrutierungs- und Weiterbildungsbedarf in diesen Berufen bestimmt
Resultat: Erstellung konkreter Prognosen zum Anpassungsbedarf (aufgrund der DT im Personalbereich)		

Abbildung 1: Projektübersicht (Vorgehensweise)

4. Resultate

Aus dem Arbeitsschritt 1 leiten sich zwei generalisierbare Ergebnisse ab, wie sich die DT auf Unternehmen im Dienstleistungsbereich auswirkt:

1. Die DT führt bei allen Unternehmen vor allem zu einer Verbesserung der internen Prozesse. Im Bausektor und im Gesundheitswesen, wo Dienstleistungen «vor Ort» erbracht werden, bedeutet dies eine schrittweise Digitalisierung der unterstützenden Informationsprozesse: Die Planung, Rapportierung und Rechnungsstellung werden von einer analogen in eine digitale Form konvertiert, migriert und miteinander verknüpft. Die Kernaufgaben verändern sich dabei nicht.
2. Bei Versicherungsdienstleistungen ist die zentrale Leistung eine komplexe Informationsverarbeitung. Ein physischer Kontakt zur Kundschaft ist dabei nicht notwendig. Somit verändert die DT im Versicherungswesen nicht nur die internen Prozesse, sondern auch die Interaktion mit der Kundschaft. Die Herausforderung

für die Unternehmen: Der Austausch muss künftig über verschiedene, teils neue und digitale Kanäle erfolgen. Dies führt zu Wettbewerbsdruck, etwa aufgrund neuer Konkurrenz und veränderter Bedürfnisse der Kundschaft.

Aus dem Arbeitsschritt 2 resultieren detaillierte Analysen von zwei bis drei Berufen in den untersuchten Unternehmen. In diesen Analysen wurden für alle wesentlichen Tätigkeiten der heutige Stand der DT und die künftig zu erwartenden Veränderungen im Zuge der DT erfasst und bewertet. Zusammenfassend zeigt sich Folgendes:

1. Die DT verändert häufig die Art und Weise, wie Tätigkeiten erledigt werden. Besonders ausgeprägt ist dies im Bausektor und in der Pflege. Hier verändert die DT die parallel zur Kernleistung laufenden Informationsprozesse (Planung, Dokumentation, Abrechnung). Eine digitale Informationsverwaltung ermöglicht Effizienzgewinne, verlangt von den Mitarbeitenden aber auch neue Kompetenzen bei der Nutzung dieser Systeme.
2. Ist hingegen die Informationsverarbeitung die Kernleistung, dann ermöglicht die DT eine zunehmende Automatisierung von Tätigkeiten, wodurch sich der Zeitbedarf für einfachere Aufgaben reduziert. Damit stellt sich die Frage der Weiterentwicklung der Mitarbeitenden hin zu Sachverständigen mit fachlichem Fokus – was letztlich auch mit einer Weiterentwicklung im Bereich der Datenanalyse und der Systeme verbunden ist.
3. Ein wichtiger Aspekt der DT ist die Akzeptanz bei den Mitarbeitenden. Diese ist gross, wenn die digitalen Instrumente die Arbeit erleichtern oder die Qualität der Arbeit erhöhen. Jedoch können solche Instrumente auch zu einer Belastung werden, wenn sie den Aufwand erhöhen (z. B. durch komplizierte Dateneingaben) oder wenn fehlende Schnittstellen monotone Datenarbeit zur Folge haben.

Aus dem Arbeitsschritt 3, bei dem die einzelnen Mitarbeitenden in den untersuchten Berufen im Zentrum stehen, resultieren Erkenntnisse, wie weit die Mitarbeitenden die notwendigen Kompetenzen zur Gestaltung der DT in ihrem Beruf mitbringen und wo noch Entwicklungsbedarf besteht. Zudem wird erhoben, wie motiviert eine Person in Bezug auf die Anpassung ihrer Kompetenzen ist. Als Ergebnis erhält das Unternehmen eine Positionierung aller Mitarbeitenden in der Matrix der Abbildung 2.

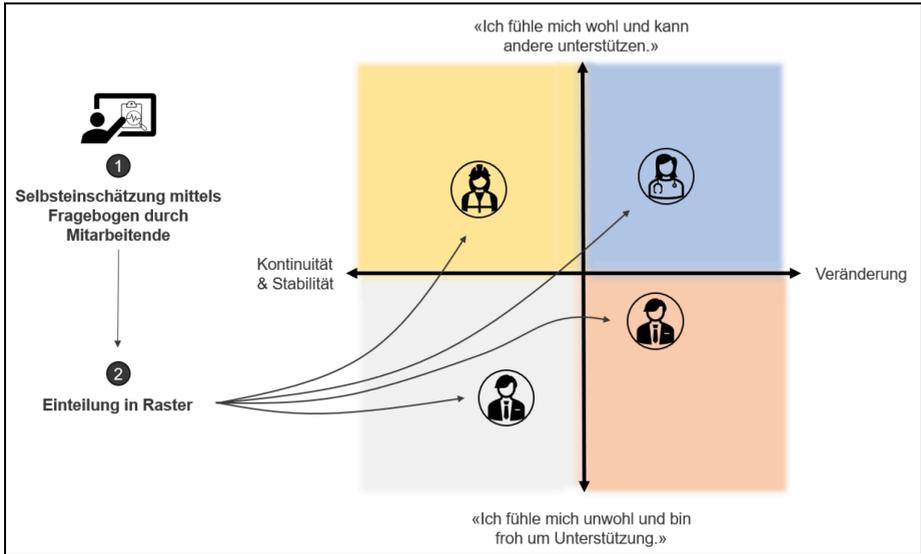


Abbildung 2: Positionierung der Mitarbeitenden angesichts der DT

5. Diskussion der Resultate

Die Einschätzungen der Veränderungsfähigkeit und des Unterstützungsbedarfs führen zu einem Bild über alle Teammitglieder hinweg, das der Führungsperson hilft, die Situation hinsichtlich der thematisierten Berufe und Tätigkeiten einzuschätzen. Alle Auswertungen bieten sich an, in Ergebnisworkshops auf Teamebene diskutiert zu werden, wie es auch bei traditionellen Mitarbeitendenbefragungen der Fall ist. So entstehen Transparenz und Verständnis im Team und es wird die Basis dafür gelegt, dass Entwicklungslücken möglichst innerhalb des Teams durch gegenseitige Unterstützung geschlossen werden können. Ebenso ergeben sich Ansatzpunkte für Umverteilungen von Aufgaben innerhalb der Gruppe.

6. Implikationen für die Praxis

Als Resultat des Pilotprojekts liegt ein tragfähiges Instrument vor: Es unterstützt die Unternehmen bei der vorausschauenden Planung ihrer Personalentwicklung im Zuge der DT und kann ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken. Besonders zweckmässig ist der Einsatz des Instruments für Berufe im Baugewerbe, in der Versicherungsbranche und im Gesundheitswesen, da in diesen Berufen auf Vorarbeiten zurückgegriffen werden kann. Aber auch in anderen Dienstleistungsbranchen kann das Instrument die Unternehmensleitung bei der Personalentwicklung gezielt unterstützen – sowohl in kleineren als auch grösseren Unternehmen oder Teams.

7. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Dr. Peter Moser Prof. Dr. Frank Bau Claudio Alig Marc Herter
Partner	Lazzarini AG, ÖKK AG, Kantonsspital Graubünden
Finanzierung	Förderverein FH Graubünden, Lazzarini AG, ÖKK AG, Kantonsspital Graubünden
Dauer des Projekts	September 2020 bis Dezember 2021
Kontakt	Prof. Dr. Peter Moser peter.moser@fhgr.ch

8. Referenzen

Frey, C. B., & Osborne, M. (2016). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin School, University of Oxford.

McKinsey Global Institute. (2018). The Future of Work: Switzerland's Digital Opportunity.

World Economic Forum (2020). The Future of Jobs Report.

Einsatz von Servicerobotik in der Altenbetreuung – Ein Roboter wird auf Herz und Nieren getestet

Autorenschaft: Nadine De Giorgi und Anina Havelka

Fachkräftemangel ist in Alters- und Pflegeheimen ein hochaktuelles Thema. Um diesem entgegenzuwirken, untersucht ein interdisziplinäres Forschungsteam in einem vom Bund geförderten Projekt anhand eines nutzerzentrierten Ansatzes das Potenzial von Servicerobotik in einem Schweizer Alters- und Pflegeheim.

Keywords: Innovation, Servicerobotik, Zukünftige Altenbetreuung, Humanzentrierte Innovation, Interdisziplinäres Forschungsprojekt, Labor- und Feldtests

1. Einführung

«Hallo, ich bin Lio. Meine Ambition ist es, das Pflegepersonal gezielt zu entlasten und die Lebensqualität von betagten Menschen zu erhöhen.» So hat sich der Serviceroboter vor wenigen Monaten in einem Schweizer Alters- und Pflegeheim vorgestellt. Dort hat er im Rahmen eines von der Innosuisse geförderten Forschungsprojektes seine Probezeit gestartet. Nach intensiven Labortests wird er nun auch im Feld von einem interdisziplinären Projektteam auf Herz und Nieren getestet. Unter der Leitung der Fachhochschule Graubünden (FHGR) untersucht dieses anhand eines nutzerzentrierten Ansatzes verschiedene Anwendungsbereiche sowohl zur Unterstützung und Entlastung der Pflegefachkräfte als auch zur Erhöhung der Lebensqualität von Betagten. Denn Alters- und Pflegeheime stehen aufgrund des demografischen Wandels, des Fachkräftemangels und ökonomischen Drucks vor grossen Herausforderungen.

Gemäss dem Bundesamt für Statistik (BFS, 2020) wird die Bevölkerungsgruppe ab 65 Jahren bis 2030 mit einem Wachstum von nahezu 30 Prozent sehr stark ansteigen und im Jahr 2050 bereits über 27 Prozent betragen. Schon heute haben die Institutionen mit einem Mangel an Pflegefachkräften zu kämpfen, unter anderem weil der Nachwuchs fehlt sowie Fachkräfte aufgrund von Überlastung und Unzufriedenheit ausfallen oder den Beruf sogar verlassen. Bis 2030 wird dieser weiter verstärkt, da allein in der Schweiz ein steigender Bedarf an Pflegepersonal um 36 Prozent erwartet wird (Grünig & Merçay, 2016).

Im Kontext dieser Entwicklungen bietet die Servicerobotik vielversprechendes Potenzial. Im Vergleich zum Vorreiter Japan werden in Europa aber nur vereinzelt Roboter in der Praxis eingesetzt, vielmehr handelt es sich um eine stark technikgetriebene Entwicklung von Prototypen. Sobald die im Laborsetting entwickelten Systeme im realen Umfeld eingesetzt werden, sind sie mit zahlreichen Herausforderungen und Fragen unterschiedlichster Dimensionen konfrontiert. Damit diese Hürden gemeistert und Serviceroboter in der Altenbetreuung erfolgreich eingesetzt werden können, bedarf es einer Orientierung an den Bedürfnissen und Lebensrealitäten der betroffenen Anspruchsgruppen im Alters- und Pflegeheim. Das Projekt «Einsatz von Servicerobotik in der Altenbetreuung» (kurz Angebots) setzt an dieser Stelle an und untersucht sowie vereint die Perspektiven Mensch, Technik, Business und Recht.

2. Stand der Forschung und Projektziel

Das Thema Servicerobotik in der Gesundheitsbranche gewinnt angesichts der beschriebenen Entwicklung immer mehr an Bedeutung und es werden verschiedene Einsatzbereiche diskutiert. So definieren Klein et al. (2018) Roboter für die Rehabilitation, für das Pflegepersonal und Roboter zur Unterstützung von Individuen zu Hause. Während in Japan das Thema auch in der Gesundheitsbranche mit einer nationalen Robotikstrategie gezielt und umfassend gefördert wird, steckt die Entwicklung von Servicerobotern im DACH-Raum noch in den Kinderschuhen. Aus technischer Sicht sind die Prototypen hinsichtlich Funktionalität, Robustheit, Sicherheit und Alltagstauglichkeit noch sehr eingeschränkt (Payr et al., 2015). Zudem konzentrieren sich viele der Systeme nur auf eine spezifische Aufgabe und werden der Vielzahl in der Altenbetreuung zu erfüllenden Tätigkeiten nicht gerecht (Früh & Gasser, 2018). Als wohl grösste Lücke ist die mangelnde Berücksichtigung spezifischer Anforderungen der Anspruchsgruppen sowie deren Nutzungskontexte zu nennen. Deshalb fehlt es auch an Erkenntnissen zu konkreten Einsatzbereichen, in denen ein tatsächlicher Bedarf für Robotik-Lösungen besteht. Es braucht daher interdisziplinäre Forschungsteams, die über einen längeren Zeitraum und in mehreren Iterationen die Roboter unter Einbezug aller relevanter Anspruchsgruppen und realer Gegebenheiten testen und diese auch von den zukünftigen Nutzenden selbständig bedienen lassen (Klein et al., 2018). Aufgrund der starken Produktlogik wurde neben der mangelnden Nutzerperspektive auch die Business-Sicht in den bisherigen Entwicklungen vernachlässigt. So fehlt es nicht nur an ausgereiften, kommerzialisierbaren und wirtschaftlichen Leistungsangeboten mit klaren Wertversprechen, sondern auch an bedarfsgerechten Finanzierungsoptionen und innovativen Zusatzservices, welche das Roboter-System ergänzen und einen zusätzlichen Nutzen stiften. Oborn et al. (2011, 46) betonen: «Of key importance is to go beyond robots as technical inventions to enable change and innovation in health services». Schliesslich wirft der Einsatz von Robotern haftungs- und datenschutzrechtliche Fragen auf, die im Zusammenhang mit Servicerobotern in der Altenbetreuung zwar bereits aufgegriffen, jedoch nur oberflächlich und abstrakt behandelt wurden (Früh, 2017).

Die beschriebene Forschungs- und Entwicklungslücke in den unterschiedlichen Dimensionen (Mensch, Technik, Business und Recht) bestätigt auch der Umsetzungspartner des vorliegenden Projektes. Das Unternehmen will sich nach der Fokussierung auf die Industrie nun verstärkt im Gesundheitsbereich positionieren. Sein Serviceroboter Lio, der in der Literatur als komplexes Assistenzsystem bezeichnet wird (Klein et al., 2018), ist zwar bereits in mehreren Pilotprojekten in Gesundheitsinstitutionen im Einsatz, trifft da aber genau auf die genannten Herausforderungen. Damit sich Lio von einem technikgetriebenen Prototyp hin zu einem spezifizierten, bedarfsgerechten, rechtssicheren, finanzierbaren und serienreifen Leistungsangebot für konkrete Einsatzfelder entwickeln kann, wurde das vorliegende Forschungsprojekt initiiert. Das übergeordnete Ziel besteht darin, basierend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen zu allen Dimensionen ein neues Leistungsangebot, bestehend aus dem Serviceroboter Lio sowie innovativen Zusatzservices und Finanzierungsoptionen, für die erfolgversprechendsten Einsatzbereiche umzusetzen. Dieses soll beim Implementierungspartner und anschliessend auch in weiteren Alters- und Pflegeheimen im DACH-Raum implementiert werden.

3. Methodik

Das Projektziel wird von einem interdisziplinären Team erarbeitet (vgl. Projektteam und Projektpartner), welches die unterschiedlichen Dimensionen vertritt. Das Projekt verfolgt mit dem Einsatz der Design-Thinking-Methodik einen menschenzentrierten und iterativen Ansatz. Dieser orientiert sich stark am Menschen, dessen Bedürfnissen und an den realen Gegebenheiten, in welchen der Roboter zum Einsatz kommen soll. Er berücksichtigt aber auch die technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte. Wie die Abbildung 1 veranschaulicht, setzt das Projektteam in den einzelnen Phasen unterschiedliche Tools der Design-Thinking-Methodik ein, die nachfolgend beschrieben werden.

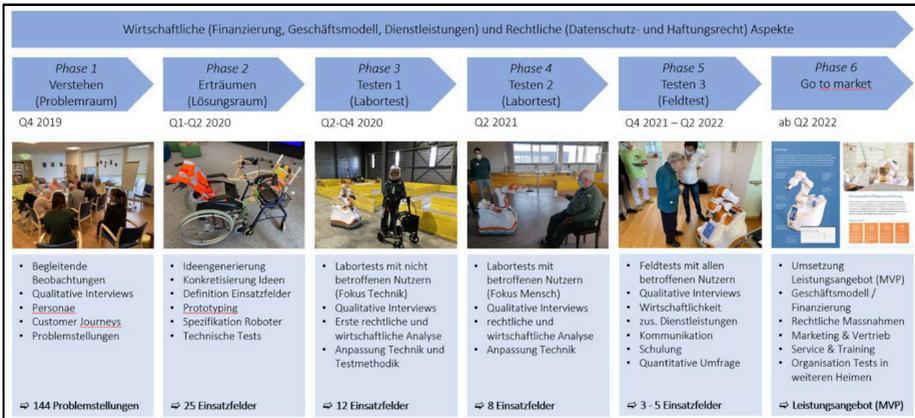


Abbildung 1: Eingesetzte Methoden pro Projektphase (eigene Darstellung).

Verstehen (Problemraum, umgesetzt)

Das Projekt startete im Oktober 2019 mit der vertieften Analyse der Probleme und Bedürfnisse der betroffenen Anspruchsgruppen (Pflegefachpersonen, Betagte, weitere Heimmitarbeitende). Zu diesem Zeitpunkt konnte Lio, der Serviceroboter des Umsetzungspartners, zumindest im Labor bereits einige Aufgaben ausführen. Diese wurden jedoch aus einer stark technikgetriebenen Sicht entwickelt. Um die vorherrschenden Probleme und Bedürfnisse zu identifizieren, hat das Team begleitende Beobachtungen durchgeführt und ist dabei den Pflegefachpersonen, Betagten, aber auch weiteren Heimmitarbeitenden (u.a. Hausdienst, Küchenmitarbeitende, Reinigungspersonal) des Implementierungspartners während unterschiedlichen Schichten wie ein Schatten gefolgt und hat sich zahlreiche Herausforderungen notiert. Die Erkenntnisse aus dieser Analysephase wurden mithilfe von Customer Journeys (Kundenreise) und Personae (typische Vertreter einer Anspruchsgruppe) analysiert, zusammengefasst und anschliessend in zu lösende Problemstellungen überführt.

Erträumen (Lösungsraum, umgesetzt)

In einem zweiten Schritt haben die Forschungspartner gemeinsam mit Mitarbeitenden des Alters- und Pflegeheims in mehreren Workshops Ideen für die priorisierten Problemstellungen generiert. Diese wurden anschliessend konkretisiert, weiter ausgearbeitet und in sinnvoll abgegrenzten Einsatzfeldern (z.B. Unterhaltung) zusammengefasst. Danach war es die Aufgabe des Umsetzungspartners zu bestimmen, welche Einsatzfelder mit den bestehenden Funktionen des Serviceroboters Lio bereits heute getestet oder kurzfristig umgesetzt werden können

und welche mit Prototypen oder alternativen Robotersystemen geprüft werden sollen.

Testen im Labor (Test 1 & 2, umgesetzt)

Der erste Labortest (Test 1) verfolgte das Ziel, die Einsatzfelder aus der «Erträumen-Phase» mit nicht betroffenen Anspruchsgruppen zu erproben (u.a. Studierende, Projektmitarbeitende), um insbesondere technische Herausforderungen beim Testen zu erkennen und vor der Interaktion mit potenziellen Nutzenden zu eliminieren. Dazu wurde ein Teil der Infrastruktur des im Projekt beteiligten Alters- und Pflegeheims (Gruppenstube, Gang, Betagtenzimmer mit Bad, Stationszimmer) in einer Industriehalle realitätsgetreu nachgebaut. Zudem wurden Hilfsmittel wie der Ageman-Anzug eingesetzt, um für die Testpersonen eine Situation im Alter zu simulieren. Nach mehreren Testschleifen und Feedback-Interviews mit den Testpersonen konnten neben technischen Schwierigkeiten auch Erkenntnisse für die Anpassung der Infrastruktur und der Testmethodik erkannt werden. Basierend auf diesen Ergebnissen hat das interdisziplinäre Projektteam am Ende der ersten Testreihe die erfolgversprechendsten Einsatzfelder für den zweiten Labortest selektioniert. Dieser zweite Labortest (Test 2) wurde mit betroffenen Anspruchsgruppen bzw. potenziellen Nutzenden (Betagte und Pflegefachkräfte aus dem beteiligten Alters- und Pflegeheim) durchgeführt und es standen insbesondere Tests zur Ermittlung der Akzeptanz, des Nutzens, der Bedienungs-freundlichkeit und Alltagstauglichkeit im Fokus. Daher haben die Forschenden nach dem Durchspielen der einzelnen Testsituationen und dem Festhalten von Beobachtungen die Teilnehmenden jeweils ausführlich befragt, um mehr über die Hintergründe ihres Verhaltens sowie neue Probleme und Bedürfnisse zu erfahren. Denn der Design-Thinking-Prozess ist nicht linear, sondern iterativ, weshalb es beim Testen von Lösungen auch vorkommen kann, dass der Problemraum nochmals genauer untersucht werden muss. In dieser Projektphase hat das interdisziplinäre Team sehr eng zusammengearbeitet und die Erkenntnisse zwischen den einzelnen Iterationen den Technologiepartnern sofort zugespielt, damit diese den primären Testroboter Lio sowie die weiteren Robotersysteme und Prototypen stetig weiterentwickeln und für eine nächste Testschleife bereitstellen konnten. Dazu haben sie ein Forschungsframework anhand der Cloud-Kollaborationsplattform Airtable entwickelt. Dieses Tool ermöglicht es, die Ergebnisse aus allen Phasen und Iterationen effizient festzuhalten, zu teilen, zu visualisieren, mit anderen Daten zu kombinieren, zu analysieren und weiterzuentwickeln. Nach intensivem und mehrmaligem Erproben der Einsatzfelder fand eine weitere Selektion für die Feldtests statt.

Testen im Feld (Test 3, in der Umsetzung)

Aufgrund der Corona-Pandemie laufen mit kleineren Verzögerungen seit Ende 2021 die Feldtests beim Implementierungspartner in Altstätten. Während bei den Labortests nur interessierte Betagte und Pflegefachkräfte teilgenommen haben, werden im Feld nun alle Anspruchsgruppen von einer Abteilung einbezogen. Dazu kommt, dass die Testsituationen nicht isoliert im Labor durchgespielt werden, sondern an die realen Prozessabläufe und Alltagssituationen angepasst werden. Das Projektteam ist daher mit Vertretungen der unterschiedlichen Disziplinen vor Ort, damit auf Unvorhersehbares reagiert werden kann und Anpassungen zwischen den Iterationen möglichst schnell vorgenommen werden können. Zudem laufen parallel intensive Kommunikationsmassnahmen (u.a. Ausgänge in den Abteilungen, Produktion von Erklärvideos zum Projekt), um die Betagten und Mitarbeitenden im Heim abzuholen und auf die Veränderung vorzubereiten. So wurde vor den Feldtests unter anderem auch eine schriftliche Umfrage beim Pflegepersonal im Heim durchgeführt, um die Akzeptanz und den möglichen Mehrwert zu ermitteln. Weiter werden von den Forschungspartnern Massnahmen für einen rechtssicheren Einsatz von Lio sowie das Geschäftsmodell und ergänzende Dienstleistungen ausgearbeitet. Auch

die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Einsatzbereiche werden geprüft.

Ziel ist es, die drei bis fünf erfolgversprechendsten Einsatzfelder zu ermitteln und diese anschliessend in einem neuen Leistungsangebot, das stetig weiterentwickelt und um weitere Einsatzfelder ergänzt wird, beim Implementierungspartner und später auch in weiteren Alters- und Pflegeheimen zu implementieren. Um das Potenzial von Servicerobotik im DACH-Raum bei weiteren Alters- und Pflegeheimen zu ermitteln, hat die FHGR während den Labortests eine quantitative Umfrage bei 1500 Alters- und Pflegeheimen im deutschsprachigen Raum mit einem Rücklauf von 160 Institutionen durchgeführt. Bei der Befragung wurden unter anderem auch Videosequenzen der Labortests gezeigt, damit die Testpersonen die Funktionsweise von Lio sehen und den Mehrwert besser einschätzen können.

Go to market (geplant)

In der letzten Phase (vgl. Abb. 1 Phase 6) des Projektes ist insbesondere der Umsetzungspartner, also die Firma, die den Roboter herstellt, des vorliegenden Projektes gefragt. Seine Aufgabe ist es, den Serviceroboter Lio weiter zu spezifizieren, die erprobten Dienstleistungen und Finanzierungsoptionen (Geschäftsmodell) sowie die rechtlichen Massnahmen umzusetzen und den Markteintritt des neuen Leistungsangebots basierend auf den Ergebnissen vorzubereiten. Dazu gilt es, weitere Alters- und Pflegeheime zu gewinnen, die bereit sind, das neue Leistungsangebot zu erproben, zu implementieren und im Rahmen von Langzeittests weiterzuentwickeln.

4. Ergebnisse der umgesetzten Phasen

Durch die Anwendung des humanzentrierten, interdisziplinären und iterativen Forschungsansatzes generiert das Team neuartiges Wissen für Wissenschaft und Praxis. Nachfolgend werden zentrale Resultate der bereits umgesetzten Projektphasen erläutert und diskutiert.

Erkenntnisse Phase «Verstehen» (umgesetzt)

«Am Ende der Schicht gehe ich oft mit einem unguuten Gefühl nach Hause, weil ich mir aufgrund anderer Tätigkeiten und der vielen Unterbrechungen zu wenig Zeit für die individuelle Pflege und Betreuung einzelner Betagten und zwischenmenschliche Interaktionen nehmen konnte.» (Pflegefachfrau, 2019)

Die begleitenden Beobachtungen und Interviews mit den Anspruchsgruppen haben zahlreiche Probleme und Bedürfnisse sowohl bei den Pflegefachkräften als auch bei den Betagten und weiteren Heimmitarbeitenden aufgedeckt. Nach einer ersten Analyse und Formulierung von 144 Problemstellungen hat sich gezeigt, dass die obige Aussage einer Pflegefachfrau einen Grossteil der Erkenntnisse repräsentiert. So konnte das Forschungsteam in den Tages- sowie in den Nachtschichten beobachten, dass die Fachkräfte zum einen während der Pflege und Betreuung einzelner Betagten oftmals unterbrochen werden, und zum anderen viel Zeit in pflegefremde Tätigkeiten investieren müssen. Dies ist nicht nur zeitaufwändig und stellt eine körperliche Belastung dar (u.a. aufgrund der Laufwege), sondern führt auch zu einer grossen Unzufriedenheit, sowohl bei den Pflegefachkräften als auch bei den Betagten, da die personenzentrierte und individuelle Pflege und Betreuung sowie (spontane) soziale Interaktionen zu kurz kommen. Auch die persönlichen Gespräche mit den Anspruchsgruppen haben zu diesem Zeitpunkt vermuten lassen, dass Servicerobotik in der Altenbetreuung den wohl höchsten Mehrwert stiftet, wenn sie in Feldern zur Unterstützung des Pflegepersonals bei pflegefremden, unterbrechenden und repetitiven Tätigkeiten und nicht als Ersatz dessen eingesetzt wird, damit sich das

Pflegepersonal dank der physischen und zeitlichen Entlastung wieder mehr auf ihre Kernaufgabe und den Menschen fokussieren kann.

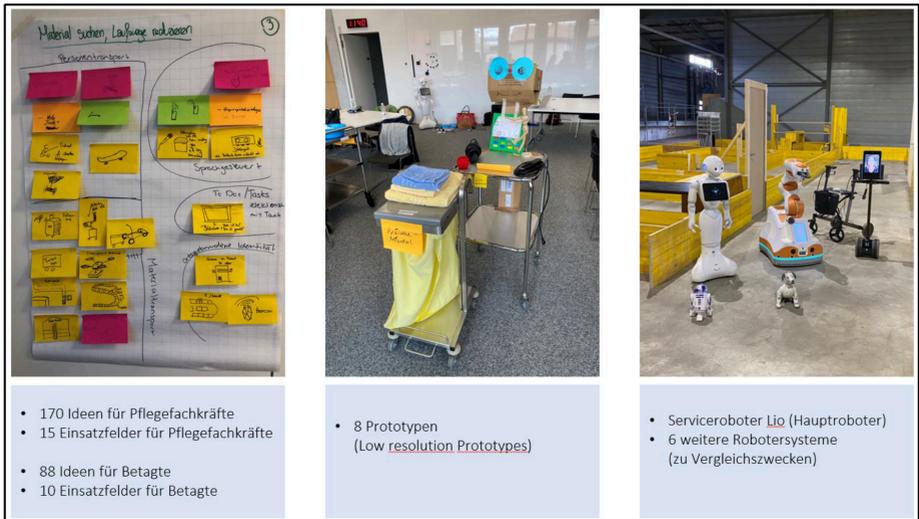
Obwohl die Untersuchung des Problemraums viele Herausforderungen für die Pflegefachkräfte ergeben hat, konnten auch Bedürfnisse der Betagten (u.a. Selbständigkeit, Unabhängigkeit, Orientierung) ermittelt werden. Es war für das Projektteam aber bedeutend schwieriger, diese Anspruchsgruppe zu untersuchen, da die Probleme weniger offensichtlich und die Betagten teilweise sehr verschlossen waren. Die Forschenden haben daher auch Vermutungen aufgestellt, die es in den Testphasen zu überprüfen galt. Die nachfolgende Tabelle 1 führt beispielhaft Problemstellungen der beiden Anspruchsgruppen auf.

Erkenntnisse Phase «Erträumen» (umgesetzt)

Zu den 144 Problemstellungen haben die Forschungspartner gemeinsam mit den Anspruchsgruppen 170 Ideen für Pflegefachkräfte sowie 88 Ideen für Betagte generiert. Dabei wurden zusammengefasste Fragestellungen (vgl. Tabelle 1) bearbeitet, die möglichst viele der neun generierten Personae (fünf für Pflegefachkräfte und vier als Vertreter für Betagte) und Schichten (von Früh- bis Nachtdienst) betreffen. Es wurden aber auch Lösungen für Persona-spezifischere Problemstellungen (bei Betagten z.B. aufgrund von körperlichen oder geistigen Beeinträchtigungen) erarbeitet.

Anspruchsgruppe	Probleme und Bedürfnisse	Problemstellung (Challenge)
Pflegefachkräfte	<p><i>Problem:</i> Persona A muss zahlreiche pflegefremde Tätigkeiten (u.a. Transport von Wäsche, Material, Essen, Auffüllen von Material, Medikation, Reporting, ...) ausführen, die viel von ihrer Zeit «fressen». Ihr Arbeitsalltag ist daher sehr stressig und sie kann sich zu wenig Zeit für die eigentliche Pflege und Betreuung sowie soziale Interaktionen nehmen, was ihr ein schlechtes Gefühl gibt.</p> <p><i>Bedürfnis:</i> mehr Zeit für eine personenzentrierte und individuelle Pflege und Betreuung, Auslagerung von (repetitiven) pflegefremden Tätigkeiten</p>	Wie können wir Persona A von Zeitfressern, pflegefremden (repetitiven) Tätigkeiten entlasten und ihr wieder mehr Zeit für eine hochstehende Pflege und Betreuung sowie soziale Kontakte einräumen?
	<p><i>Problem:</i> Persona A muss die Betagten mehrmals am Tag erinnern (essen, trinken, Medikamente einnehmen, Termine, Besuch, Aktivitäten, ...) und muss diese dazu immer wieder aufsuchen und Laufwege zurücklegen. Sie hat keine Übersicht, wen sie schon erinnert hat und ob Betagte ihrer Aufforderung gefolgt sind. Daher geht diese Aufgabe teilweise auch vergessen und ist zeitaufwändig.</p> <p><i>Bedürfnis:</i> Unterstützung beim Erinnern / Auffordern an regelmässige sowie unregelmässige Termine und Aufgaben sowie Reduktion der Laufwege</p>	Wie können wir Persona A unterstützen, die Betagten zu erinnern (trinken, essen, Termine, Besuch, Aktivitäten), damit sie sich nicht mehrmals wiederholen und Laufwege zurücklegen muss und somit von dieser Aufgabe entlastet wird?
Betagte	<p><i>Problem:</i> Persona B findet oftmals den Weg nicht (u.a. in den Speisesaal, in die Gruppenstube, ins Zimmer, zu internen Terminen), verläuft sich oder steht im Gang und fragt nach Orientierung. Zudem kann sie sich nicht flexibel bewegen, da Pflegefachkräfte zu wenig Zeit für Begleitungen / Rundgänge haben.</p> <p><i>Bedürfnis:</i> unabhängig und flexibel bewegen, Radius erweitern (z.B. im Speisesaal essen anstatt in Gruppenstube) und den Weg selbständig finden</p>	Wie können wir Persona B bei der Begleitung zu internen Terminen (Essen, Aktivitäten, Zimmer) und bei internen Rundgängen unterstützen, damit sie die Orte selbständig auffindet, nicht stürzt und sich mehr und unabhängig bewegen kann?
	<p><i>Problem:</i> Persona B ist zu unterschiedlichen Tageszeiten unsicher, verwirrt, orientierungslos (weiss nicht, wo sie ist, welche Person vor ihr steht, was sie machen kann, welche Termine anstehen, wie spät es ist, etc.) und geniert sich, bei den Pflegefachkräften nachzufragen.</p> <p><i>Bedürfnis:</i> Informationen zur aktuellen Situation (wenn möglich im Voraus), um möglichst selbständig zu sein und nicht immer nachfragen zu müssen</p>	Wie können wir Persona B dabei helfen, sich zu orientieren (Fragen zu beantworten), damit sie immer weiss, was ansteht, wo sie sich befindet, wer vor ihr steht und was sie machen muss / kann?

Tabelle 1: Beispielhafte Problemstellungen aus der Verstehen Phase (eigene Darstellung).



- 170 Ideen für Pflegefachkräfte
- 15 Einsatzfelder für Pflegefachkräfte
- 88 Ideen für Betagte
- 10 Einsatzfelder für Betagte

- 8 Prototypen
(Low resolution Prototypes)

- Serviceroboter Lio (Hauptroboter)
- 6 weitere Robotersysteme
(zu Vergleichszwecken)

Abbildung 2: Resultate der Ideation / Erträumen Phase (eigene Aufnahmen).

Wie die Abbildung 2 veranschaulicht, sind durch die Konkretisierung sowie eine erste Priorisierung insgesamt 25 sinnvoll zusammengefasste Anwendungsbereiche für einen möglichen Einsatz von Servicerobotik entstanden. Zum einen wurden Lösungen aussortiert, die krankenkassenpflichtige Leistungen oder die Pflege von Betagten betreffen und somit den Rahmen des vorliegenden Projektes sprengen. Zum anderen gab es zahlreiche Ideen, die aufgrund ihrer Komplexität zumindest zum jetzigen Zeitpunkt nicht mit Servicerobotik gelöst werden können oder besser mit einer alternativen Technologie umgesetzt werden. Lio, der Serviceroboter des Umsetzungspartners, konnte zu diesem Zeitpunkt aufgrund seiner noch beschränkten Funktionalitäten nicht in allen 25 Feldern eingesetzt werden. Für den ersten Labortest wurden daher vom Umsetzungspartner ein paar zusätzliche Applikationen entwickelt, aber auch alternative Robotersysteme (Pepper, Double3, Aibo, ello, Robbe Emma, Qoobo) ausgeliehen und in Betrieb genommen sowie einfache Prototypen, sogenannte Low Resolution Prototypes (LRP), erstellt. Dies ermöglichte es dem Team, alle Einsatzfelder möglichst rasch und ohne grossen Aufwand zu testen sowie von anderen Robotern und ihren Funktionalitäten zu lernen.

Erkenntnisse Phase «Testen im Labor» (umgesetzt)

Die 25 Einsatzfelder aus der Erträumen-Phase wurden in einer Industriehalle während mehreren Testschleifen und hauptsächlich mit Studierenden auf ihre technische Funktionalität und Bedienungsfreundlichkeit hin getestet. Das Projektteam hat erst während dieser Phase bewusst realisiert, wie essenziell ein technischer Labortest in einer 1:1 nachgebauten Umgebung mit nicht betroffenen Nutzenden für ein solches Forschungs- und Umsetzungsprojekt ist. Denn zum einen brauchte es viel Zeit und Anpassungen, bis sich der Serviceroboter in der Umgebung zurecht fand. Zum anderen brachten die vielen kleineren Iterationen zahlreiche technische Mängel in der Funktionalität und Bedienbarkeit (Usability) hervor, die es vor einer Interaktion mit potenziellen Nutzenden auszumerzen galt.

Neben den Forschenden waren deshalb auch die Umsetzungspartner vor Ort und konnten kleinere technische Optimierungen (u.a. Anpassungen bei der Sprach- und Gesichtserkennung, Lauftempo, Sprechgeschwindigkeit und Lautstärke, Nähe/Distanz-Optimierungen,

Anpassungen in der von der Pflege zu bedienenden Nursing-App) jeweils direkt zwischen den Testschleifen vornehmen. Am Ende des ersten Labortests hat das interdisziplinäre Forschungsteam gemeinsam mit dem Umsetzungs- und Implementierungspartner zwölf Einsatzfelder (Getränke, Unterhaltung / Gedächtnistraining, Begleitung, Agenda / Erinnerung, Essensbestellung, Sport / Fitness, Transport, Desinfektion, Information, Rundgänge, Orientierung, Nachtwache) für den zweiten Labortest mit betroffenen Anspruchsgruppen selektioniert. Dort wurden während acht Tagen die zwölf Einsatzfelder anhand von 73 Hypothesen und mit 20 potenziellen Nutzenden (Pflegefachkräfte und Betagte) in drei bis fünf Iterationen getestet. Nachfolgend sind drei Einsatzfelder genauer beschrieben sowie die Erkenntnisse aus dem Labortest und der Mitarbeitendenumfrage, die nach der Testreihe durchgeführt wurde, erläutert. An der Befragung zum generellen Eindruck, zum Nutzen und zur Akzeptanz von Lio haben 39 Pflegefachkräfte der im Projekt beteiligten Institution teilgenommen. Es ist jedoch zu beachten, dass nur ein Drittel der Testpersonen bei den Tests dabei war und der grösste Teil Lio physisch noch nie gesehen hat.

Einsatzfeld Getränke

Eine der grössten Herausforderungen für das Pflegepersonal besteht darin, die Flüssigkeitszufuhr der älteren Menschen sicherzustellen. Die Pflegefachkräfte müssen den Bewohnenden daher regelmässig Getränke ins Zimmer oder an andere Aufenthaltsorte bringen (auf Nachfrage und auch unaufgefordert) und sie mehrmals täglich an das Trinken erinnern. Dazu müssen sie ihre aktuellen Tätigkeiten immer wieder unterbrechen und einige Laufwege zurücklegen (vgl. Problemstellungen in Tab. 1). Der Serviceroboter Lio kann diese repetitive Tätigkeit für das Pflegepersonal übernehmen, so dass sie sich mit einem guten Gefühl auf ihre aktuelle Aufgabe und eine intensive Pflege und Betreuung konzentrieren können.



Abbildung 3: Lio bringt einem Betagten ein Getränk ins Zimmer (eigene Aufnahme).

Wie in Abbildung 3 ersichtlich, verteilt der Serviceroboter Getränke an unterschiedliche Orte (u.a. Zimmer der Betagten, Gruppenstube, Aktivierungsräume) innerhalb eines Stockwerkes. Dies tut er zum einen unaufgefordert und mehrmals täglich zu den in seiner Agenda programmierten Zeiten und Lokalitäten. Zum anderen können ihn die Pflegefachkräfte bei zusätzlichem Bedarf der Betagten per Steuerungs-Tablet an bestimmte Orte schicken.

Lio stellt die Getränke an einem vordefinierten Platz ab oder übergibt sie den Betagten, wobei sie dazu entweder per Sprachsteuerung oder durch das Betätigen der Sensoren auf seinem Greifarm die Entgegennahme zuerst bestätigen müssen. Zudem erinnert er sie bei der Übergabe wie auch zwischendurch immer wieder an die Wichtigkeit der Flüssigkeitszufuhr und motiviert sie zum Trinken. Die Anwendung funktionierte im zweiten Labortest bereits sehr gut und ist auch auf Zustimmung bei den Testpersonen gestossen. So meinte ein Betagter beim Interview nach dem Testdurchlauf: «Wenn mir Lio schon die Getränke bringt, dann hätte ich auch grad gerne noch die Zeitung.»

Gemäss den Umfrageergebnissen schätzen gut zweit Drittel der Pflegefachkräfte das Einsatzfeld Getränke als das Sinnvollste ein. Durch die Auslagerung dieser repetitiven Tätigkeit erwarten die meisten eine Entlastung des Personals und knapp ein Drittel entsprechend mehr Zeit für zwischenmenschliche Interaktionen. Eine Minderheit wiederum ist der Meinung, dass gerade durch die Übergabe solcher Aufgaben an einen Roboter der persönliche Bezug zu den Betagten noch mehr verloren geht. «Spontane Interaktionen passieren oftmals bei solchen Aufgaben. Wenn wir das schon nicht mehr machen, dann wäre es wünschenswert, wenn Lio auch auf nicht vorgesehene Fragen und Gespräche eingehen könnte», wünscht sich eine Pflegefachfrau. Dieses Bedürfnis ist technisch umsetzbar und soll im Feld beim Testen mit allen Anspruchsgruppen genauer untersucht werden. Die Testsituationen und qualitativen Feedbacks im Labortest erfordern weitere Anpassungen auf unterschiedlichen Ebenen. Zum einen muss die Bedienung von Lio (Usability) optimiert werden. So hat die Entgegennahme der Getränke bei den meisten Testpersonen nicht so gut funktioniert, da sie die Anleitung des Serviceroboters zur Betätigung der Sensoren nicht verstanden haben. Weiter sollen anstatt Trinkbecher lieber Flaschen verteilt werden, weshalb in einer weiteren Iteration ein 3D-gedruckter Flaschenhalter ergänzt wurde. Um den Mehrwert dieser Anwendung weiter zu erhöhen, wäre es hilfreich, wenn Lio die Trinkmenge der Betagten, allenfalls anhand von smarten Behältern, automatisch überwachen und protokollieren könnte. Diese Erweiterung ist geplant, aber aufgrund einer Schnittstellenproblematik noch nicht gelöst.

Einsatzfeld Erinnerung / Agenda

Neben dem Trinken muss das Pflegepersonal die Bewohnenden in der Regel sowohl an interne (z.B. Gedächtnistraining, Coiffeur) als auch an externe Termine (z.B. Arzt) erinnern. Einige Betagte vergessen auch die immer zur gleichen Zeit stattfindenden Mahlzeiten, weshalb sie durch die Pflegefachkräfte teilweise mehrmals aufgefordert werden müssen. Um das Personal, das insbesondere während intensiven Schichten keine Übersicht mehr hat, wen es schon erinnert hat und manchmal selbst Termine vergisst (vgl. Problemstellungen in Tab. 1), zu unterstützen, ist Lio mit einer Kalenderfunktion ausgestattet. In dieser können anstehende Termine und notwenige Erinnerungen individuell pro Person eingegeben werden. Anhand der gespeicherten Zimmer und der Gesichtserkennung kann der Serviceroboter die Betagten an regelmässige und unregelmässige Termine erinnern und sie auffordern, sich entsprechend vorzubereiten. Gemäss der Umfrage bei den Mitarbeitenden wird durch die Umsetzung dieser Anwendung eine Entlastung des Personals sowie

eine Optimierung der Prozesse und somit ein wertvoller Zeitgewinn erwartet. Zudem ist knapp ein Drittel der Meinung, dass weniger Termine vergessen gehen und dadurch die Zufriedenheit beim Pflegepersonal wie auch bei den Betagten steigt. Für Letztere könnte es auch ein Autonomiegewinn sein, da sie weniger beim Pflegepersonal nachfragen müssen. Beim Testen des Einsatzfeldes Erinnerung / Agenda im Labor sind insbesondere Schwierigkeiten bei der Gesichtserkennung sowie sprachliche Barrieren aufgetreten. So hat Lio beispielsweise Betagte nicht erkannt oder die Testpersonen haben ihn aufgrund der Stimmlage oder Lautstärke nicht verstanden. Kleinere Optimierungen wie Anpassungen der Lautstärke oder Stimmlage wurden in der Iteration vor dem Feldtest bereits umgesetzt.

Einsatzfeld Unterhaltung / Gedächtnistraining

In den Einsatzfeldern Getränke sowie Erinnerung / Agenda wird eine repetitive und zu einem grossen Teil planbare Aufgabe an den Serviceroboter ausgelagert. Lio erledigt seine Tätigkeiten daher gemäss einem durch das Personal vordefinierten Plan. Zwischendurch hat er aber immer wieder offene Zeitfenster, die es bestenfalls zu nutzen gilt, um ihn möglichst auszulasten und somit auch von seiner Fähigkeit, mehrere Tätigkeiten in einem Altersheim zu erledigen, zu profitieren. Der Bereich Unterhaltung / Gedächtnistraining eignet sich optimal dafür. Denn die Analyse des Problemraums hat auch ergeben, dass die Betagten oftmals einfach dasitzen und auf das nächste Ereignis wie das Mittag- oder Abendessen warten. Dazu kommt, dass das Pflegepersonal sowohl tagsüber als auch in der



Abbildung 4: Eine Betagte spielt «Rezepte raten» (eigene Aufnahme).

Nacht immer wieder von Alarmen der Betagten unterbrochen wird, welche dies teilweise aus Langeweile oder aus Mangel an Gesellschaft ausführen. Gerade in hektischen Zeiten, wenn das Personal stark ausgelastet ist, könnte die Unterhaltung durch Lio eine gute Alternative darstellen. Der Serviceroboter bietet nämlich verschiedene Programme, wie Ratespiele, Geschichten, Witze und Musik an. Damit werden die Betagten nicht nur unterhalten, sondern es hilft ihnen auch, ihr Gedächtnis regelmässiger zu aktivieren und zu trainieren.

Die Ratespiele können entweder allein (siehe Abb. 5) oder auch in der Gruppe gespielt werden, wobei die Ergebnisse und Fortschritte (momentan) nur für eine Person festgehalten werden können. Bei der Mitarbeitenumfrage und auch beim Testen im Labor hat das Einsatzfeld in Bezug auf den Mehrwert relativ gut abgeschnitten. So ist eine Mehrheit des Pflegepersonals der Meinung, dass sie gerade in intensiven Schichten entlastet werden und die Betagten gleichzeitig von attraktiven und aktivierenden Unterhaltungsprogrammen geistig profitieren können. Auch die Labortests haben gezeigt, dass gerade bei der Durchführung von Ratespielen in der Gruppe eine motivierende Dynamik entstehen kann und sich die Betagten über Erfolge richtig freuen können. Dennoch äussert sich ein gutes Drittel des befragten Pflegepersonals kritisch zu diesem Einsatzfeld. «Ein- bis zweimal pro Woche als Ergänzung finde ich gut. Aber ich denke, dass die Bewohner den persönlichen Kontakt mit uns mehr schätzen und sich vielleicht auch "abgeschoben" vornehmen», äussert eine Testperson. In den Feldtests gilt es daher, den Bedarf der Betagten sowie den daraus resultierenden Nutzen anhand der Tests breit abzuklären. Weiter müssen einige technische Optimierungen überprüft werden, die insbesondere aufgrund der sprachlichen Hindernisse im Labor noch nicht funktioniert haben. So hat Lio teilweise die Betagten aufgrund gleichzeitiger Antworten in der Gruppe oder ihrer unterschiedlichen Dialekte nicht richtig verstanden, weshalb unter anderem weitere dialektspezifische Schlüsselwörter beim Roboter hinterlegt wurden. Zudem haben einige der Spielenden das für die Antwort zur Verfügung stehende Zeitfenster nicht getroffen und entweder zu früh oder zu spät reagiert. Umgekehrt haben aber auch nicht alle Betagten die Ausführungen von Lio akustisch verstanden. Die Lautstärke und Stimmlage sollten daher individuell regulierbar sein, da die Bedürfnisse diesbezüglich sehr unterschiedlich sind.

Die drei vorgestellten sowie fünf weitere Einsatzfelder (Sport / Fitness, Transport, Desinfektion, Begleitung, Information) wurden dank ihrer technischen Reife, Alltagstauglichkeit, Kombinierbarkeit, der rechtlich unproblematischen Risiken und insbesondere aufgrund des ermittelten Mehrwerts und wirtschaftlichen Nutzens für eine kurz- bis mittelfristige Implementierung und Kommerzialisierung als am erfolgversprechendsten bewertet. Sie werden nun in den aktuell laufenden Feldtests von allen betroffenen Anspruchsgruppen auf Herz und Nieren getestet. Die Priorisierung der Einsatzfelder wurde zudem durch die quantitative Umfrage bei weiteren Institutionen im DACH-Raum zu einem grossen Teil bestätigt. Während die Mitarbeitenden des Projektpartners die Felder Getränke, Unterhaltung / Gedächtnistraining sowie Agenda / Erinnerung in der genannten Reihenfolge am sinnvollsten betrachten, steht bei den anderen Institutionen der Anwendungsbereich Transport an erster Stelle, gefolgt von den Einsatzfeldern Getränke und Unterhaltung.

Erkenntnisse Phase «Testen im Feld» (in der Umsetzung)

Da die Feldtests aufgrund der Corona-Pandemie unterbrochen werden mussten, sind zum Zeitpunkt der Verfassung des vorliegenden Artikels noch keine konkreten Erkenntnisse bezüglich der einzelnen Einsatzfelder publizierbar. Erste Testdurchläufe und qualitative Interviews mit den Anspruchsgruppen vor Ort sowie grobe wirtschaftliche Analysen (u.a. Messung der eingesparten Laufwege) deuten darauf hin, dass der Serviceroboter

im Rahmen des zu vermarktenden Leistungsangebots am Ende dieses Projektes die Bereiche Getränke, Unterhaltung / Gedächtnistraining, Sport / Fitness sowie Erinnerung / Agenda abdecken wird und die Einsatzfelder Information, Begleitung, Desinfektion sowie die vielversprechende, aber technisch noch auszureifende Anwendung Transport dann fortlaufend implementiert werden.

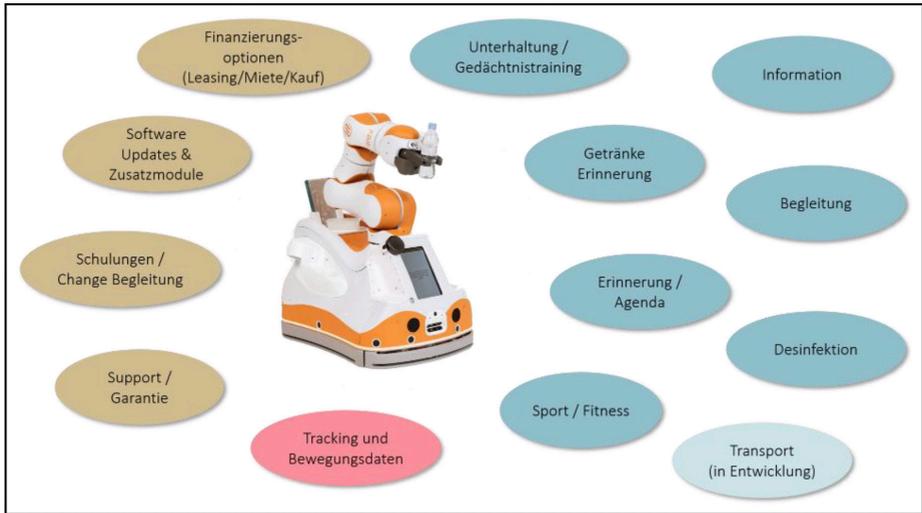


Abbildung 5: Neues Leistungsangebot und geplante Einsatzfelder (eigene Darstellung).

Wie die Abbildung 5 veranschaulicht, möchte das Robotikunternehmen den Serviceroboter Lio mit unterschiedlichen Finanzierungsoptionen (u.a. Miete, Leasing, Kauf) anbieten, die aktuell noch ausgearbeitet werden. Zudem testet das Team vor Ort mit den Pflegefachkräften auch Dienstleistungen und Kommunikationsmassnahmen (u.a. Schulungen, 24-Stunden-Hotline, Helpportal, Erklärvideos), die das technische Produkt sinnvoll ergänzen und die Implementierung beim im Projekt beteiligten Altersheim sowie bei weiteren Institutionen unterstützen sollen. Denn die laufenden Feldtests zeigen, dass es neben Problemen mit der Technik vor Ort insbesondere Schwierigkeiten beim selbständigen Bedienen des Serviceroboters durch das Pflegepersonal (Usability) gibt, was teilweise zu Ungeduld sowie einem Akzeptanz- und Vertrauensverlust führt.

Methodische Erkenntnisse

Neben den inhaltlichen Forschungsergebnissen hat das Projektteam in den bisher umgesetzten Projektphasen auch wertvolle methodische Erkenntnisse generiert, wobei nachfolgend einige davon aufgeführt sind:

- *Phase Verstehen (umgesetzt)*: Für ein solches Projekt ist es zentral, mit dem Problemraum zu starten und alle Disziplinen miteinzubeziehen, um ein gemeinsames Verständnis für die Anspruchsgruppen und den Kontext zu bekommen. Die Methoden «begleitende Beobachtung» (Shadowing) und «qualitative Interviews» haben das Ermitteln der tatsächlichen und impliziten Probleme und Bedürfnisse der Anspruchsgruppen ermöglicht.
- *Phase Erträumen (umgesetzt)*: Die Workshops vor Ort mit einem möglichst interdisziplinären Team waren sehr erfolgreich. Durch die verschiedenen Perspektiven auf

die einzelnen Problemstellungen konnten anhand unterschiedlicher Kreativitätstechniken diverse Ideen generiert werden, ohne dabei an mögliche Umsetzungsschwierigkeiten zu denken. In zukünftigen Projekten sollten die unterschiedlichen Personae jedoch gezielter vertreten sein (z.B. eine konservative und eine offene Pflegefachkraft), um sowohl inkrementelle als auch radikalere Ideen zu fördern.

- *Phase Testen im Labor (umgesetzt):* Die Labortests waren das Kernstück des Projektes und haben es ermöglicht, die 25 Einsatzfelder auf die erfolgversprechendsten acht zu reduzieren, die nun im Feld getestet werden. Das Nachbauen der realen Umgebung ist essenziell, um einen Serviceroboter wie Lio hinsichtlich der Alltagstauglichkeit, Rechtssicherheit und Nutzungsfreundlichkeit zu testen und zu optimieren, bevor er im Feld zum Einsatz kommt und dort auf alle betroffenen Anspruchsgruppen trifft. So war es auch für die Forschungspartner überraschend, wie viele unvorhergesehene Herausforderungen es schon im Labor zu meistern gab und wie viel Zeit die Testschlaufen in Anspruch nehmen. Im Rahmen eines solchen Projektes braucht es daher auch geeignete Räumlichkeiten (z.B. eine Industriehalle), die über einen längeren Zeitraum genutzt werden können. Am erfolgreichsten waren die Iterationen, wenn das Projektteam möglichst interdisziplinär vor Ort war und Probleme direkt ausgemerzt sowie korrigierende Massnahmen möglichst zeitnah vorgenommen werden konnten. Dabei hat das Kollaborationstool Airtable einen wichtigen Beitrag geleistet, da die Erkenntnisse festgehalten und sofort weiterverarbeitet werden konnten.
- *Phase Testen im Feld (in der Umsetzung):* Die Feldtests sind erst gestartet und es deutet sich bereits an, dass der frühe Einbezug der potenziellen Nutzenden im Projekt ein Erfolgsfaktor ist. So zeigen sich jene Pflegefachkräfte und Betagte, die bereits bei den Labortests dabei waren, viel offener und kooperativer gegenüber dem Serviceroboter und tolerieren noch vorhandene Schwierigkeiten, während bei den anderen die Erwartungen viel höher und die Skepsis um einiges grösser ist. Zudem ist es auch bei den Feldtests notwendig, dass ein interdisziplinäres Team während den Testtagen möglichst vor Ort ist. So braucht es nicht nur Unterstützung bei technischen Fragen, sondern auch einen Projektpartner vor Ort, der die Bedürfnisse und Bedenken der Nutzenden aufnimmt und eine Übersetzungsrolle zwischen der Praxis und der Technik wahrnimmt.

4. Implikationen für die Wissenschaft

Das vorliegende Projekt ist eines der wenigen in Europa, das den Einsatz von Servicerobotik in der Altenbetreuung über eine längere Zeit anhand eines humanzentrierten Ansatzes im Labor und Feld untersucht, unter Einbezug aller relevanten Anspruchsgruppen, Disziplinen sowie der Nutzungskontexte. Die in den vorherigen Kapiteln präsentierten Ergebnisse entwickeln den Stand der Forschung in unterschiedlichen Bereichen.

Durch die Analyse des Problemraums konnten zum einen die tatsächlichen und impliziten Problemstellungen der Pflegefachkräfte und Betagten eines Schweizer Alters- und Pflegeheims erfahren werden. Dies hat es dem Projektteam ermöglicht, konkrete Einsatzfelder zu ermitteln und den Serviceroboter sowie die ergänzenden Dienstleistungen auf die Bedürfnisse der Endnutzenden zu entwickeln und anzupassen. Dank dem frühen Einbeziehen der Anspruchsgruppen und den zahlreichen Iterationen konnten zudem kritische Akzeptanzfaktoren erforscht und bei den Testschlaufen bereits berücksichtigt werden. Gerade zur Erforschung und Steigerung der Akzeptanz gibt es jedoch noch grosses Potenzial für Folgepro-

jekte. So wurden beispielsweise das Aussehen, die Stimmlage und Sprechgeschwindigkeit des Serviceroboters nicht vertieft analysiert. Denn das Design von Lio, dem Hauptroboter des Projektes, war zu einem gewissen Grad vorgegeben, weshalb im Rahmen dieses Projektes nur kleinere Änderungen möglich waren (u.a. Augen aufkleben). Die Untersuchungen haben aber gezeigt, dass gerade Details im Design entscheidend sein können für die Akzeptanz eines Serviceroboters. Da die Bedürfnisse und Einstellungen rund um das Thema Robotik sehr heterogen sind, gilt es, solche Faktoren noch breiter und detaillierter zu untersuchen.

Schliesslich ist das Projektteam zuversichtlich, nach den Feldtests auch erste quantitative Aussagen bezüglich des Nutzens und der Wirtschaftlichkeit auszuweisen. So werden beispielsweise anhand von Schrittzählern Messungen zur Einsparung von Laufwegen gemacht, wobei es hier vermutlich noch Zeit und grösser angelegte Studien braucht, um verlässliche Zahlen darlegen zu können. Aus technischer Perspektive haben die zahlreichen Iterationen wertvolle Erkenntnisse zur Spezifikation und Weiterentwicklung des Serviceroboters Lio geliefert. Die Testsituationen unter realen Gegebenheiten und mit den tatsächlichen Nutzenden haben es ermöglicht, konkrete Anforderungen bezüglich der Alltagstauglichkeit und der Benutzungsfreundlichkeit (Usability) zu erforschen und das Robotersystem entsprechend zu optimieren. Im Vergleich zu vielen anderen Robotern kann er deshalb mit gutem Gewissen im Feld bzw. in am Projekt beteiligten Alters- und Pflegeheim eingesetzt und weiter getestet werden. Bei der Weiterentwicklung von Lio zu einem Serviceroboter, der mittel- bis langfristig immer mehr Einsatzfelder bedienen sollte, gilt es aber noch zahlreiche ingenieurtechnische Herausforderungen (u.a. Türen ganz öffnen, Aufzug bedienen) zuerst im Labor und anschliessend im Feld zu meistern. Weiter konnten dank dem interdisziplinären Ansatz auch allgemeine haftungs- und datenschutzrechtliche Fragestellungen erstmals auf den konkreten Einsatz von Servicerobotern in der Altenbetreuung übertragen und konkrete Handlungsempfehlungen ausgearbeitet werden. Für die im Rahmen dieses Projektes nicht umgesetzten Einsatzfelder, die unter anderem auch aus rechtlicher Sicht nicht weiterverfolgt wurden, gilt es jedoch, noch eine Reihe von Fragen bezüglich des Datenschutzes und der Haftung zu klären.

5. Implikationen für die Praxis

«Dank dem Forschungsprojekt "Einsatz von Servicerobotik in der Altenbetreuung" kann ich nun die Betagten an das Trinken und Termine erinnern, sie unterhalten und mit ihnen Gedächtnis- und Fitnessübungen durchführen sowie die Pflegefachkräfte bald auch beim Transport von Wäsche, beim Desinfizieren von Türklinken und vielen weiteren pflegefremden Tätigkeiten unterstützen. Natürlich will ich noch viel lernen, aber ich bin zufrieden, dass ich mich nun im Alters- und Pflegeheim zurechtfinde und sogar einzelne Dialekte der Bewohnenden verstehe.» (Lio, Serviceroboter F&P, 2022)

Das obige Zitat verdeutlicht, dass der im Projekt hauptsächlich getestete Serviceroboter Lio basierend auf den wissenschaftlichen Erkenntnissen so weiterentwickelt und spezialisiert wurde, dass er nun in konkret gewünschten und mehrwertstiftenden Einsatzfeldern beim Implementierungspartner getestet werden kann. Eine wichtige Erkenntnis ist, dass sowohl die im Projekt involvierten Mitarbeitenden wie auch die weiteren befragten Alters- und Pflegeheime durch die Umsetzung der im Feldtest verbleibenden Einsatzfelder insbesondere eine Entlastung beim Pflegepersonal erwarten. Wie hoch diese Entlastung effektiv sein wird, lässt sich erst nach konkreten Messungen in den laufenden und zukünftigen Feldtests sagen. Eine Studie von Cieslik und Klein (2012) berechnet beispielsweise eine Zeitersparnis von über 26 Stunden pro Woche durch die Übernah-

me von pflegefremden Tätigkeiten durch Roboter und die damit erzielte Reduktion von repetitiven Aufgaben, Laufwegen sowie ineffizienten bzw. unkoordinierten Prozessen. Durch die zeitliche, physische und psychische Entlastung der Pflegenden, die sich dadurch wieder stärker auf ihre Kernaufgaben (u.a. personenzentrierte Pflege und Betreuung sowie soziale Interaktionen) konzentrieren können, ist eine Steigerung an Arbeitsfreude und Sinnhaftigkeit denkbar, welche wiederum zu einer besseren Arbeitsleistung führen kann. Zudem ist anzunehmen, dass die technologische Unterstützung bzw. die Auslagerung einzelner Aufgaben an den Roboter (z.B. Sicherstellung der Flüssigkeitsversorgung durch Erinnerung) vor allem während besonders intensiven Zeiten den Fachkräften mehr Sicherheit geben und die Pflegequalität erhöhen wird. Wie hoch der Mehrwert für die Betagten sein wird, ist zu diesem Zeitpunkt noch schwer einzuschätzen und wird von den Pflegefachkräften kontrovers diskutiert. Dazu sind die Resultate aus den laufenden Feldtests mit allen Bewohnenden abzuwarten. Es ist denkbar, dass die Zufriedenheit und Lebensqualität der Betagten durch einen Gewinn an Autonomie (weniger Abhängigkeit von Pflegefachkräften, z.B. bei Fragen, Erinnerungen an Termine), mehr körperliche und geistige Aktivitäten, eine Verbesserung des gesundheitlichen Zustands (u.a. durch Trinkerinnerung) sowie durch die steigende Betreuungs- und Pflegequalität (gewonnene Zeit der Pflegefachkräfte) erhöht werden. Schliesslich kann das beteiligte Alters- und Pflegeheim gesamthaft einen Mehrwert davontragen, da es sich im Markt als fortschrittliche und innovative Institution positioniert und die Mitarbeitenden bei einem relevanten Zukunftsthema mitwirken, daraus lernen und sich weiterentwickeln können.

Von dem vorliegenden Forschungsprojekt profitieren aber nicht nur der Implementierungspartner, weitere Alters- und Pflegeheime und Institutionen im Gesundheitswesen, sondern auch der Umsetzungspartner. Dank dem interdisziplinären Ansatz und den konkreten wissenschaftlichen Erkenntnissen ist ihr Serviceroboter Lio auf dem Weg, sich von einem technikgetriebenen Prototyp hin zu einem ganzheitlichen, rechtssicheren und kommerzialisierbaren Leistungsangebot mit attraktiven Dienstleistungen und Finanzierungsoptionen zu entwickeln. Aufgrund der zahlreichen wissenschaftlichen und praxisnahen Publikationen während des Projektes und der durchgeführten Umfrage bei weiteren Alters- und Pflegeheimen im DACH-Raum haben sich bereits weitere Institutionen gemeldet, die sich für einen Einsatz von Lio interessieren. Allein der deutschsprachige Raum zählt über 14'000 Alters- und Pflegeheime mit durchschnittlich 100 Plätzen. Aufgrund des zu erwartenden Fachkräftemangels und der Erkenntnisse aus der DACH-Umfrage zum Bedarf besteht vielversprechendes Potenzial. Es ist anzunehmen, dass das Schweizer Robotik-Unternehmen langfristig durch die Erschliessung dieses Geschäftsfeldes mit seinem neuen Leistungsangebot einen stark wachsenden Umsatz erzielen kann.

6. Überblick und Kontakt

Projektteam	Anina Havelka Nadine De Giorgi Prof. Dr. oec. Andreas Ziltener
Partner	Hochschulpartner – OST – Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Altersforschung (IAF), St. Gallen – OST – Ostschweizer Fachhochschule, Institut für Entwicklung Mechatronische Systeme (EMS), Buchs – Universität St. Gallen, Forschungsstelle für Informationsrecht (FIRHSG), St. Gallen Umsetzungspartner F&P Robotics, Glattbrugg Implementierungspartner Haus Viva, Alters- und Pflegeheim, Altstätten
Finanzierung	Innosuisse
Dauer des Projekts	Oktober 2019 bis Juli 2022
Kontakt	Anina Havelka anina.havelka@fhgr.ch

7. Referenzen

- Bundesamt für Statistik (BFS). (2020). Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz und der Kantone 2020-2050. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/medienmitteilungen.assetdetail.12847542.html> (abgerufen am 20.03.2022).
- Cieslik, S., & Klein, P. (2012). Serviceroboter in der Pflege. Akzeptanz und Potenziale am Beispiel des Forschungsprojekts WiMi-Care. https://www.uid.com/assets/uploads/news/UID_Studie_Servicerobotik.pdf (abgerufen am 20.03.2022).
- Früh A. (2017). Roboter und Privacy. Informationsrechtliche Herausforderungen datenbasierter Systeme. Aktuelle Juristische Praxis, S. 141-151. Dike Verlag AG.
- Früh, M., Gasser A. (2018). Erfahrungen aus dem Einsatz von Pflegerobotern für Menschen im Alter. In O. Bendel (Hrsg.), Pflegeroboter. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Klein, B., Graf, B., Schlömer, I. F., Rossberg, H., Röhrich, K. & Baumgarten, S. (2018). Robotik in der Gesundheitswirtschaft. Einsatzfelder und Potenziale. Heidelberg: medhochzwei Verlag.
- Merçay, C. & Grünig, A. (2016). Gesundheitspersonal in der Schweiz – Zukünftiger Bedarf bis 2030 und die Folgen für den Nachwuchsbedarf (Obsan Bulletin 12/2016). Neuchâtel: Schweizerisches Gesundheitsobservatorium.
- Oborn, E., Barrett, M. & Darzi, A. (2011). Robots and service innovation in health care. Journal of Health Services Research & Policy, 16(1), S. 46-50. https://www.researchgate.net/publication/45799681_Robots_and_service_innovation_in_health_care (abgerufen am 20.03.2022).
- Payr, S., Werner, F., & Werner, K. (2015). Potential of Robotics for ambient assisted living. https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/IKT/potenzial_final_report_v31rev_0.pdf. (abgerufen am 20.03.2022).

Empirischer Verdichtungs-Ansatz (EVA) für die Siedlungsentwicklung

Autorenschaft: Christine Seidler

Leere Ortskerne, fortschreitende Zersiedelung, Zweitwohnungsproblematik, Gemeinden in Finanznot, zunehmender Verlust von Baukultur und Identität, ein überhitzter Baumarkt, überhitzte Städte, Mobilitätsengpässe, eine Schweiz, die ihr Gesicht verliert – und die Raumplanung soll es richten. Angesichts dieser komplexen und vielfältigen Herausforderungen in der Raumentwicklung stellt sich die Frage: Können wir dem entgegensteuern und wo liegen Defizite in der Raumplanung, Siedlungsentwicklung und im Städtebau? Und was hat das mit KI zu tun? Die im Rahmen eines Forschungsprojektes entwickelte Methode EVA soll hier nicht nur Antworten liefern, sondern hat unter anderem den Anspruch, nicht nur eine grosse Forschungslücke zu schliessen, sondern Defizite und Potenziale der aktuellen Raumplanung und Siedlungsentwicklung aufzuzeigen und mit neuen Ansätzen einen Paradigmenwechsel in der Planungskultur anzustossen.

Keywords: Konnektivität, Raumplanung, Paradigmenwechsel Planungsmethoden, Problematik Zersiedelung, Disparitäten Raumentwicklung Schweiz, ganzheitliches, systemisches, dynamisches Planungsinstrument, Koordination Siedlungsentwicklung und Verkehr, Klimaziele Netto Null, Nachhaltigkeit, Entscheidungstool Siedlungsentwicklung und Mobilitätsplanung, Urbane Qualität, Digitale Transformation, EVA, KI, Deep Learning, MLAs

1. Einführung

Um das Forschungsprojekt im Kontext zu verstehen, ist eine Tour d' Horizon in die Geschichte und die aktuellen Herausforderungen der Raumplanung unerlässlich.

Eine Abstimmung und ein Lichtblick in der Raumplanung, ein Grund zur Freude

2013 war die Freude über das Abstimmungsresultat und Ja zum neuen Raumplanungsgesetz (RPG, Bundesgesetz über die Raumplanung, 2019) in Fachkreisen frenetisch. Das neue RPG stellte einen Paradigmenwechsel in der Raumplanung dar – zumindest fand gesellschaftlich ein Bewusstsein und Rückhalt für die Notwendigkeit eines Umdenkens und der damit verbundenen Innenentwicklung als Gegenmassnahme zur Zersiedelung statt. Das Ja von 2013 war durchaus auch als Ausdruck einer Kritik der Bevölkerung an Behörden und Fachleuten zu verstehen. Eine Kritik daran, dass die Schweizer Raumplanung in vielerlei Hinsicht nicht funktioniert hat. Zersiedelung und der damit verbundene Gesichtsverlust der Postkarten-Schweiz wurden zusehends schmerzlich sichtbar und bewusst. Andererseits war das neue RPG gerade auch diesbezüglich ein Hoffnungsträger für die Umsetzung einer geordneten, nachhaltigen Raumentwicklung, die zur Lebensqualität und zum Erhalt von Identität und unserer kulturellen Vielfalt und Landschaft beiträgt – mit Schnittstellen zu diversen anderen Herausforderungen. Nun, fast 10 Jahre später, ist die Ernüchterung und mitunter auch Resignation gross.

... und zum Verzweifeln....

Trotz neuem Raumplanungsgesetz schreitet die Zersiedelung in der Schweiz voran. Die Gründe dafür liegen nicht etwa in einem schlechten Gesetz, sondern nach wie vor in dessen Vollzugsdefizit, was nur ein Aspekt ist. Die Ursachen sind weit vielfältiger und

systemisch, genauso wie die Auswirkung von Zersiedlung. Doch dazu später. Wenn sowohl das «alte» als auch das «neue» RPG nicht zu Verbesserungen beitragen, drängt sich ein bekanntes Zitat von Albert Einstein auf: «Probleme kann man niemals mit derselben Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind.»

Problemfelder

«Der Kopf ist rund, damit das Denken die Richtung ändern kann.» Francis Picabia

Auftrag der Forschung ist mitunter genau dies – dem Denken eine neue Richtung zu geben. Innovativ zu sein, um Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen zu entwickeln, anzuwenden und skalierbar für möglichst viele Probleme und Betroffene zu machen. Probleme zu lösen beinhaltet zuallererst, diese umfassend und aus verschiedenen Betrachtungsweisen zu erfassen und zu verstehen. Erstes Problem in der Raumplanung ist hier die Disziplin selbst, respektive die Komplexität, die darin zugrunde liegt. Denn Raumplanung und Siedlungsentwicklung ist eine komplexe, widersprüchliche Schnittstellendisziplin. Es geht um die Gestaltung von Lebensraum, Lebensqualität und ist gleichzeitig immer Gesellschaftspolitik mit diametralen und partikulären Interessen. Raumplanung besteht entsprechend aus komplexen Wirkzusammenhängen, die man sich als Billardspiel vorstellen kann: A trifft auf B und setzt es in Bewegung.

Dann affiziert B C, und C affiziert D und E. Wenn Protagonisten der Raumplanung sich also Ziele setzen, so tun sie das nicht als autonome und souveräne Subjekte, sondern als Folge unüberschaubar vieler Ursachen. Gleichzeitig vermag der Mensch höchstens einige der Zusammenhänge zu erkennen. Raumplanung in der Praxis bedeutet Jonglieren mit Zielkonflikten, eine stetige Gratwanderung zwischen Güterabwägung, Koordination von diametralen Interessen hin zu einem Aushandeln von tragbaren und akzeptierten Lösungen für alle Betroffenen. Ziel des neuen RPG war es mitunter, für Komplexität und Interessenskonflikte Klarheit zu schaffen, was aus Sicht der Forschung nicht gelungen ist. Im Zentrum der Raumplanungsforschung steht deshalb die Fragestellung: Weshalb greift das neue RPG nicht wie erhofft?

Im Kontext meiner langjährigen Erfahrung und Forschung akzentuieren sich folgende Problemfelder:

- Vollzugsdefizit Raumplanung
- Eine fehlende Gesamtsicht
- Falsches Verständnis in Denk- und Handlungsweise der Disziplin Raumplanung
- Statische Gesetzesstruktur und Planungskultur.
- Vollzugsdefizit

Priorisierung von Partikularinteressen, Föderalismus und falsche ökonomische Anreize führten zu einer Ausgangslage, dass wir eine zu hohe Baulandausweisung an peripheren, nicht nachgefragten Lagen haben, was die Zersiedelung und Entkoppelung von Bautätigkeit und Nachfrage, Wachstumsfallen und negativen Strukturwandel von Gemeinden befördert (Seidler, 2019).

Fehlende Gesamtsicht

Eine grosse Problematik bis heute sind weder fehlende Instrumente noch «nur» die Problematik eines Vollzugsdefizites, sondern eine fehlende ganzheitliche Betrachtung und Gesamtsicht. Die grösste Problematik und Herausforderungen der fehlenden Gesamtsicht beziehen sich sowohl auf gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Ebenen. Ebenso fehlt jedoch eine Gesamtsicht der verschiedenen

artigen Probleme, die sich im Zusammenhang mit dem Wirtschaftswachstum oder den Einflüssen aus wirtschaftlichen Entwicklungen, der wandelnden Raumbearbeitung durch erweiterte Aktivitätsräume und zunehmender Mobilität sowie den Veränderungen in Gesellschaftsstrukturen ergeben (Nussbaumer et al., 2018).

Seit der Publikation der «Grundzüge der Raumordnung Schweiz» von 1996, in denen die erwünschte räumliche Entwicklung aus Sicht des Bundes dargestellt wurde, hat sich die Schweiz weiter in hoher Dynamik und Kadenz gewandelt, ebenso die Rahmenbedingungen für die Raumplanung. Dieser (neuen) Ausgangslage stehen diametral entgegengesetzte gesetzliche und kulturelle Realitäten entgegen; weder hat sich erstens etwas an der fehlenden Gesamtsicht per se verändert, noch haben sich zweitens die gesetzgebenden Rahmenbedingungen bezüglich veränderter Ausgangslagen angepasst und noch gibt es drittens kaum merkliche Unterschiede für das Verständnis der Disziplin Raumplanung.

Verständnis Disziplin Raumplanung

Das Bewusstsein, dass die Schweiz aus verschiedenen Räumen besteht, die unterschiedlicher Entwicklungsstrategien bedürfen – zum einen schützenswerte Landschaften, zum anderen urbane Zentren – wurde durch die Publikation des «Städtebauliche Porträt der Schweiz», die 2005 publizierte Studie (Herzog de Meuron et al., 2005) des ETH-Studios Basel, angestossen. Die Publikation löste nicht nur eine breite Diskussion aus, sondern prägte die Debatte um die Schweizer Raumplanung entscheidend. Das Dilemma der Planung besteht trotz dieser wichtigen Debatte aber leider bis heute noch immer darin, dass sie versucht, mittels Regelwerke und Gesetze Kompromisse zu finden, aber den Raum weder als Ganzes betrachtet, noch ihn gestaltet oder gar Visionen und Zielbilder für eine Region entwickelt; im Unterschied zur Architektur, wo im kleinen Massstab des einzelnen Hauses oder des umgebenden Gartens immer die Gestaltung mittels Entwurfs im Zentrum steht – Architektur ohne Gestaltung ist undenkbar. In der Raumplanung hingegen, die landschaftliche Grossräume umfasst und betrifft, ist «gestaltender Entwurf» inexistent – das Mass aller Dinge sind Richtpläne, welche die «Zukunft» im Sinne einer Raumsicherung mittels Nutzungszuweisung kartographieren und behördenverbindlich festsetzen und den Raum verwalten, statt zu gestalten. Hier liegen die Dinge in den Händen von Planern und Behörden, die den Raum lediglich organisieren und insbesondere verwalten.

In der Planung der Raumplanung kümmert sich bisher niemand um die grossen Fragen aus der Perspektive des Entwurfs im Sinne von Gestaltung; eine Kritik, die bereits Lucius Burckhardt mit seinem Werk (Burckhardt, 2004) «Wer plant die Planung?» aufgeworfen hat und erneut durch die Publikation des ETH-Studios Basel aufgegriffen wurde mit der Kritik, dass Raumplanung eigentlich in den Händen von Entwerfenden sein sollte, von Menschen mit einer schöpferischen Perspektive und weitem Horizont, die etwas formen können (Ursprung, 2019)

Gesetzesstruktur und Planungskultur

Die bisherige Planungskultur und Reglementierung sind statisch und in Bezug auf die Prozesse analog unserem Denken auf lineare Entwicklungen und Abläufe ausgerichtet. Die zunehmend komplexen und mehrdimensionalen Aufgaben und Herausforderungen an der Schnittstelle Raumplanung, Wirtschaft und Gesellschaft, denen wir uns gegenübersehen, verlangen jedoch nach agilen Planungsinstrumenten und iterativen Planungsprozessen. Weiter müssen wir wegkommen von linearen Denkweisen. Die zunehmende Konnektivität erfordert Mindsets mit der Kompetenz eines vernetzten systemischen Denkens (analog der Metapher des Billardspiels). Die Planung steht also im Spannungsfeld von statischer Planungssicherheit versus dynamische Lösungen. Die heute im Fokus stehen-

den Pläne orientieren sich häufig an Zielbildern, welche sich den fortlaufenden Dynamiken der Entwicklung nur bedingt anpassen lassen. Diese finalen Pläne und deren statische Rechtsgrundlagen werden nicht nur den genannten globalen Treibern und Herausforderungen der Innenentwicklung nicht gerecht, sondern vermögen auch gesellschaftsdynamische Prozesse nicht zu lenken. Dies akzentuiert sich in der zunehmenden Problematik Disparitäten Raumentwicklung Schweiz und fortschreitender Zersiedelung.

Probleme in der Praxis

Disparitäten Raumentwicklung Schweiz, Zersiedelung

Die Problemstellung der räumlichen Disparitäten der Raumentwicklung umfasst die ganze Schweiz – mit lokalen Ausnahmen – und ist sehr verflochten. Der zunehmenden hohen Nachfrage nach Wohnraum in der Stadt (Reurbanisierung) steht ein schnell voranschreitender Zuwachs von leerstehenden Wohnungen (Leerstand) in ländlichen Gebieten gegenüber. Dies führt zu Ungleichheiten bezüglich Lebensbedingungen – einerseits durch ungleiche wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten, andererseits durch soziale Ungleichheiten. Für die Gemeinden schafft das finanzielle und soziale Probleme, die sich insbesondere im ländlichen Raum manifestieren werden. Die belastende Strukturschwäche wird durch die Baukonjunktur am Leben gehalten, was zwar kurzfristig hilft, das Problem langfristig jedoch verschärft und zu noch mehr Leerstand und zunehmend zu einem negativen Strukturwandel führt. Die Auswertungen vieler Gemeindedaten bestätigen, dass in Gemeinden mit hohem Leerstand – selbst bei Bevölkerungszunahme – die Steuerkraft aufgrund demografischer Verschiebungen und Abwanderung von jungen und gut ausgebildeten Menschen abnimmt. Gemeinden mit einem hohen Zweitwohnungsanteil tragen die hohe Last der Infrastrukturkosten. Im Verhältnis dazu ist die Wertschöpfung durch Zweitwohnungen sehr gering. Junge Menschen oder Zweitheimische, die sich ansiedeln möchten und zur Wertschöpfung beitragen würden, finden keinen geeigneten Wohnraum.

Zersiedlung ist wie beschrieben ein Problem mit komplexen Wirkungszusammenhängen. So besteht eine Korrelation zwischen ökonomischen Interessen und Baulandausweitungen, zwischen Leerstandsentwicklungen, Gentrifizierung und volkswirtschaftlicher Problematik, zwischen Siedlungsstruktur und Mobilitätsbedarf, zwischen Verlust von Baukultur, Identitätsverlust und Tourismus, der Zersiedelung, dem Klimawandel und der Zerschneidung der Landschaft und vielem mehr.

Zersiedelte Gebiete verursachen einen höheren Flächenverbrauch. Besonders betroffen sind hochwertige Fruchtfolgeflächen und freie Natur- und Landschaftsräume. Zersiedelung beeinträchtigt zusehends intakte Landschaftsbilder – mit Auswirkungen auf Identität und Biodiversität mit einem Verlust der Artenvielfalt (Kulmer, 2010).

Die negativen Konsequenzen betreffen auch volkswirtschaftliche und soziale Themen. Durch die für die Zersiedelung charakteristische geringe bauliche Dichte und periphere Lage entstehen gegenüber kompakten Siedlungsentwicklungen höhere Infrastrukturkosten. Diese Kostenunterschiede gehen in der Schweiz alleine im Infrastrukturbereich in Milliardenhöhe (Gmünder, 2010). Ein weiteres Problem liegt in der Externalisierung dieser Kosten. Die höheren Infrastrukturkosten zersiedelter Gebiete werden nicht von den direkten Verursachenden getragen, sondern der Allgemeinheit angelastet (Kulmer, 2010 / Gmünder, 2010 / Mayer, Schwehr, Bürgin, 2010).

Zersiedelung beinhaltet auch soziale Dimensionen. Zersiedelung entzieht sich durch heterogene, zusammenhangslose Gestaltung jeglichem Ausdrucksraum, der Grundlage für Identität, Toleranz, Integration und Solidarität. Identitätslose Räume führen nicht nur zum

Verlust der Attraktivität beispielsweise für den Tourismus, sondern auch tiefgreifender zum Verlust des Gemeinschaftssinns und zu sozialer Segregation (Mayer, Schwehr, Bürgin, 2010).

Wichtigste Treiber der Zersiedlung sind Bevölkerungswachstum und ein zunehmender Flächenverbrauch. Dieser wird vorangetrieben durch ansteigenden Wohnflächenkonsum, Zunahme von Flächenverbrauch aufgrund einer demografischen Verschiebung hin zu mehr Einpersonenhaushalten, respektive Kleinfamilien, sowie Zweitwohnungen, zunehmende Pendlerkultur zwischen Wohnen, Arbeiten, Konsum und Freizeit, sowie Suburbanisierungs- respektive Reurbanisierungsprozessen. Diese wiederum werden ausgelöst durch Mietpreisentwicklungen, Kapitalisierung/Finanzialisierung des Bodens und damit gepaart durch Gentrifizierung und Segregation. Verantwortlich sind aber auch Vollzugsdefizite des bisher normativen Raumplanungsrechtes. Ebenso schaffen wirtschaftliche Interessen eine Faktenlage, die Zersiedelung massgeblich beeinflusst. Soziokulturelle, wirtschaftliche und natürliche Rahmenbedingungen führen dabei zu unterschiedlichen und unausgewogenen Trends beim Verhältnis von Siedlungswachstum und Bevölkerungsentwicklung.

2. Stand der Forschung

Statistiken belegen klar einen Reurbanisierungsprozess, ein Bevölkerungswachstum, das sich insbesondere auf die Kernstädte und Agglomerationen im Metropolitanraum oder auf die «Verstädterung» einzelner Gemeinden in Bergregionen konzentriert; dies zum Nachteil der nicht metropolitanen Regionen, da regionale Ungleichheiten, insbesondere in Bezug zur Finanz- und Wirtschaftskraft, noch verschärft werden. Regionalräumliche Disparitäten äussern sich zunehmend in unterschiedlichen Lebensbedingungen sowie in ungleichen wirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten. Diese stellen nicht nur Gemeinden und Regionen vor teilweise diametral entgegengesetzte Aufgaben, sondern auch die Raumplanung vor neue und vielschichtige Herausforderungen. Das neue, 2014 legifizierte Raumplanungsgesetz wird diese Problematik allein nicht lösen können, da es wesentliche Einflussfaktoren sowie Strategien, auf diese zu reagieren, ausblendet. Die Protagonisten fokussieren sich vorwiegend auf die Thematik der Innenentwicklung, auf Wachstum, politische Grenzen und den Metropolitanraum. Es sind daher ein grundsätzliches Umdenken sowie neue kontextuelle und ganzheitliche Planungsmethoden und Prozessmodelle gefordert, die bis heute fehlten. Planungsprozesse sind geprägt von einem zweidimensionalen, linearen Denken einerseits. Andererseits werden zur Handhabung der Komplexität die Faktoren in Planungsprozessen zur Übersicht und Handhabung reduziert. Das zweidimensionale Denken beschränkt sich auf finalisierende Masterpläne und die Digitalisierung findet innerhalb von Bildschirmen statt. Es gestaltet sich darin, Strukturen, Fakten, Daten und Wissen in Tabellen und Charts zu managen und – um alles Komplexe zu erkennen – Inhalte auf dem Screen oder in abstrakt vereinfachenden Konzeptplänen zusammenzufassen. Das wurde bislang selbst zur Darstellung von komplexen Raumentwicklungsstrategien – die per se nicht zwei- sondern mehrdimensional sind – so durchgeführt, wodurch wichtige Erkenntnisse und Faktoren verloren gehen, was zu Fehlern und Scheitern führen kann.

3. Forschungsziel

Motivation und Anspruch Forschung

Die beschriebene Problematik ist unbestritten keine Milchbüchleinrechnung. Die Herausforderung für die Forschung liegt darin, dass diese umfassende Komplexität verstanden und gestaltet werden muss. Zukunftsfähige Siedlungsstrukturen und Planungs- und Entwicklungsformen müssen künftig eine hohe Adaptionsfähigkeit aufweisen. Die Raumplanung muss als eine systemische und dynamische Disziplin verstanden werden, Ursachen und Wirkungszusammenhänge müssen lesbar und handhabbar gemacht werden. Dies bedarf neuer Lösungen und Planungsinstrumente, welche die Kriterien eines qualitativen Verdichtungs-Ansatzes mit einem dynamischen Raummodell verbinden. Um die Komplexität und Systemabgrenzung in einem ersten Forschungsprojekt bewältigen zu können, konzentrierten wir uns auf die Fragestellung von Koordination Siedlung und Verkehr im Kontext der Verdichtung.

Forschungsziel war ein dynamisches Tool, das mittels machine learning algorithms (MLAs) ortsspezifische, allgemeingültige (generische) und multivariate Parameter verknüpft und Wirkungszusammenhänge von Siedlungsentwicklung- und Mobilitätsmanagementmassnahmen aufzeigt. Dies generiert eine effiziente Grundlage und Argumentation zur Güterabwägung und somit eine Arbeits- und Entscheidungshilfe für alle Stakeholder.

Diese Aufgabe zu lösen war der Anspruch der Autorin und wurde im Rahmen eines In-nosuisse-Projektes 2020 von ihr und ihrem Team in Angriff genommen. EVA wurde innerhalb von 30 Monaten skizziert, erfunden, erfolgreich entwickelt, erprobt, realisiert und zum Berichtszeitpunkt zum Patent angemeldet.

4. Methodik

Verfahren zur Planung von Siedlungsentwicklung mit empirischem Verdichtungs-Ansatz (EVA)(Seidler, 2022).

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, mittels dessen die Raumplanungs- und Siedlungsentwicklung trotz hoher Komplexität differenzierter und im Unterschied zu herkömmlichen Planungsverfahren und -modellen dynamisch und systemisch planbar und auch darstellbar wird, indem ein empirischer Verdichtungs-Ansatz zugrunde gelegt wird. Das heisst, man greift auf die faktische Historie zurück und lässt Erfahrungen mit der Raumplanung und Entwicklung von Siedlungen, unabhängig von Wachstum, Stagnation oder Schrumpfung, in die Planung für die Zukunft einfließen und berücksichtigt auch theoretische Ansätze, vor allem wenn es darum geht, eine qualitative Verdichtung von Siedlungen zu erzielen oder deren Probleme zu analysieren und Synergien und Potenziale für eine nachhaltige Entwicklung und Raumplanung zu evaluieren.

Mit EVA werden ortsspezifische, multivariate Analysemethoden in einer Tiefe erfasst, die analoge Planungsmethoden nicht leisten können. Gegenüber bisherigen Methoden, die den Umfang und die Tiefe der Analyse jeweils zugunsten der Verständlichkeit und Lesbarkeit zu reduzieren versuchen, werden die verfügbaren Parameter in das Tool aufgenommen und die Komplexität dadurch erhöht. Basis für das Tool bildet das kybernetische Einfluss- und Vernetzungsmodell von Vester (Vester, 2015). Die heutzutage zweidimensionalen Darstellungen von komplexen Wechselwirkungen werden in ein digitales dreidimensionales Modell überführt. Gemeinsames Ziel in jedem Projekt der Wirtschafts-

partner ist dabei die Fragestellung, welche Einflüsse verändert werden müssen, um ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen. Diese Erkenntnis ist besonders in einem Prozessmodell wichtig. Dadurch können die Rollen der Kriterien evaluiert und analysiert sowie der Einflussbereich respektive die Eingriffsmöglichkeit auf ein bestimmtes Kriterium im Prozess abgeschätzt werden. Entsprechend können die im jeweiligen Projekt des Wirtschaftspartners relevanten Kriterien in das Prozessmodell eingebunden werden. Die während der Anwendung des Tools gewonnenen Erkenntnisse zu Wechselwirkungen werden addiert und verarbeiten die mehrdimensionalen Daten zu vorhandenen Clustern und Mustern. Im Rahmen des Innosuisse-Projekts EVA wurden herkömmliche Modellmethoden der Siedlungsentwicklung und Verkehrsplanung kombiniert und mit räumlichen 3D-Modellen als Bezugseinheiten dargestellt. Die Methode EVA profitiert laufend von einer Anreicherung mit neuen Themen und wird mit zunehmender Komplexität entsprechend immer präziser und erlaubt immer vielfältigere räumliche Modelle. Dadurch entsteht ein modulares Instrument mit zunehmend grösserem Potenzial für immer komplexere Fragestellungen weit über das eigentliche Forschungsprojekt hinaus. Je komplexer dieses Aufzeigen von Wirkungszusammenhängen ist, umso differenzierter werden die daraus resultierenden Entscheidungsgrundlagen, um den optimalen Einsatz an Ressourcen und Prozessmethoden in ganz unterschiedlichen orts- und fachspezifischen Fragestellungen, analog Headline, der Siedlungsentwicklung und Raumplanung zu lenken.

5. Resultate

EVA ist eine datenbasierte und datengetriebene Planungsmethode zur Umsetzung dynamischer Raummodelle, mit dem Ziel einer qualitativen Umsetzung der Raumplanung und Siedlungsentwicklung. Quantitative und qualitative Strukturanalysen erlauben eine quantitative und qualitative Potenzialabschätzung sowie die Ableitung von Massnahmen – im Fokus vielfältiger, ortsspezifischer, stadträumlicher und fachlicher Fragestellungen. Kurzum, EVA beantwortet die Fragen, wer den Raum, wann, wo, wie und weshalb nutzt.

Mittels Methoden-Tool für eine dynamische Modellentwicklung zur politischen Entscheidungsfindung im Rahmen komplexer raumplanungs- und gesellschaftsrelevanter Fragestellungen und mittels digitaler und analoger Methoden werden Ursachen und Wirkungszusammenhänge anstehender Herausforderungen in der Raumplanung, respektive Siedlungsentwicklung, aufgezeigt. Dadurch können bestehende Strategien auf ihre Wirksamkeit überprüft und verortet werden. Die so entstehende Kartografierung von Lebensbedingungen und deren Abgleich mit heutigen und künftigen Lebensqualitäten visualisiert und vermittelt Handlungsoptionen, die betroffene Gemeinden befähigen, Prozesse anzustossen und Entwicklungsoptionen in Raumplanung und Siedlungsentwicklung in einem ganzheitlichen Ansatz zu entwickeln, respektive diese umzusetzen. Dies generiert eine effiziente Grundlage und Argumentation zur Güterabwägung und somit eine Arbeits- und Entscheidungshilfe für alle Stakeholder.

6. Diskussion (der Resultate)

Anwendungsbeispiel Koordination Siedlung und Verkehr

Das Produkt ist ein einfach zu handhabendes Instrument, welches die Komplexität des räumlichen Kontextes sowie die Mobilitätsfaktoren erfasst und einen Beitrag zur Umsetzung einer nachhaltigen Raum- respektive Stadt- und Verkehrsplanung in Bezug auf qualitative Faktoren leistet. Die Daten, die Wirkungszusammenhänge und die Erfahrungswerte werden integriert und zu verständlichen, lesbaren und inter-pretierbaren Entscheidungsgrundlagen aufbereitet und dargestellt. Damit kann eine Siedlungsentwicklung im Kontext der Mobilitätsanforderungen optimal gesteuert werden.

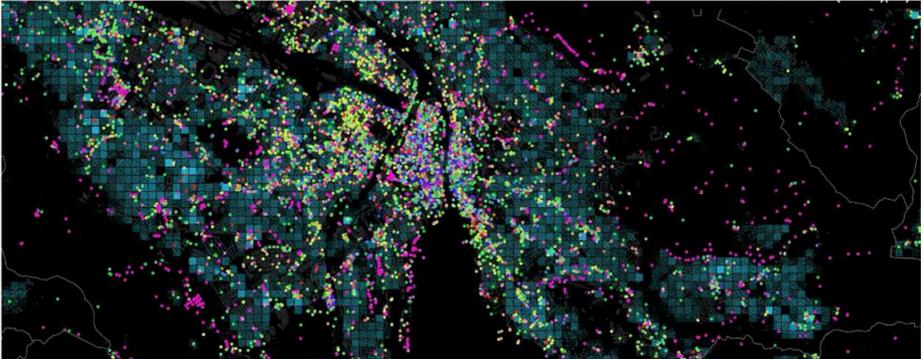


Abbildung 1: «Spatial Kontex» Kartografierung Zürich Bezüge von Haushalten zu bestimmten Infrastrukturen (Point of Interest) hergestellt und zu gemeinsamen, topologischen «Korridoren» gebündelt. Dabei werden (Mobilitäts)-Bedürfnisse von Jung und Alt unterschieden und rot, bzw. blau gefärbt, Synergien werden pink. (Datenaggregation Marcel Abegglen / Christine Seidler, Dencity 2019)

Lösungsansatz: dynamisches Siedlungs- und Mobilitätsmanagementmodell Grundlage für das dynamische Siedlungs- und Mobilitätsmanagementmodell sind drei verschiedene Ansätze der Erfassung:

Synthetische Erfassung, vom Territorium ausgehend über drei verschiedene Massstabsebenen von gross nach klein (globales Umfeld, Kontext und Situation)

Analytische Erfassung, ausgehend vom Kontext der Siedlungsstrukturen. Aus den unterschiedlichen Erfassungsmethoden werden Parameter (im Sinn von Einflussgrössen) abgeleitet, welche für die Quantifizierung von Wirkungszusammenhängen zentral sind. Der Fokus liegt auf den Aspekten Dichtekriterien, Mobilität und Nachhaltigkeit. Von den drei Massstabsebenen aus werden zuerst Charakteristiken und Kriterien festgehalten und anschliessend unterschiedlich gewichtet. Am Anfang des Modellaufbaus steht dabei die Analyse und der Erkenntnisgewinn anhand bestehender Referenzareale des Wirtschaftspartners. Anhand einer Testgemeinde (Köniz) wird das Modell anschliessend validiert und mit bewerteten Szenarien überprüft.

Handlungsfelder zur Abstimmung von Siedlung und Verkehr bilden die Grundlage für die Siedlungsentwicklung und Verkehrsplanung. Sie bilden in politisch-strategischen Leitbildern Verhandlungsgegenstand oder Teile von Entwicklungskonzepten. Anhand ihrer werden zukünftige baulich-planerische Überlegungen formuliert.

Denn die Abstimmung Siedlung und Verkehr beinhaltet weit mehr als die Handlungsfelder

Bevölkerungswachstum und Steuerung der Mobilität. Jedes der acht Handlungsfelder kann für sich benannt werden, setzt sich aber aus unterschiedlichen Kriterien zusammen, die sich aus mehreren Handlungsansätzen konstituieren.

Die Handlungsfelder stehen direkt oder indirekt in gegenseitiger Wechselwirkung. Die Handlungsfelder sind nicht starre Regeln, sondern Prinzipien, denen eine Werthaltung zugrunde liegt. Die Werthaltung wird evidenzbasiert aus den neuesten Erkenntnissen von empirischen Studien, Erfahrungswerten und Nachhaltigkeitskriterien und Zielen abgeleitet.

Handlungsansätze

Die im Rahmen von EVA entwickelte Zusammenstellung konkreter Handlungsansätze beschreibt die Kriterien für das Simulationsmodell der Wirkungszusammenhänge. Die Zusammenstellung der Handlungsansätze ergibt sich erstens aus den relevanten Ansätzen, die vom Wirtschaftspartner in seiner täglichen Arbeit verwendet wird und zweitens aus den zur Verfügung stehenden Daten.

Ein Handlungsansatz kann mehreren Handlungsfeldern zugehören. Die 40 Handlungsansätze beziehen sich auf Siedlungsstrukturen, Verkehrserschliessung und die drei Säulen der Nachhaltigkeit (ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit).

Die in EVA implementierten Handlungsansätze werden wie zuvor beschrieben in acht Handlungsfeldern zusammengefasst. Für die Abstimmung von Siedlung und Verkehr wurden 40 Handlungsansätze ermittelt und definiert. Diese sind wiederum in die thematischen Bereiche Siedlung, Verkehr, Prozesse und die ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit einzuordnen. Die Handlungsansätze werden in einem Handout zur Anwendung seitens des Wirtschaftspartners steckbriefartig dargestellt. Die Beschreibungen machen auch Aussagen über die Datenquellen und weiteren Aspekte für die Modellierung von EVA.

Systematische Beschreibung

Jeder Handlungsansatz wird dabei gemäss nachfolgender Systematik erläutert:

- Titel: Thema des Handlungsansatzes und Identifikationsnummer.
- Hintergrund: Im Abschnitt Hintergrund wird der jeweilige Handlungsansatz mit Grundsätzen, Zielen und Vorgehensweisen erläutert.
- Einheit: Die Einheit dient zur späteren Quantifizierung des Handlungsansatzes.
- Aggregation: Die Daten werden in verschiedenen Betrachtungseinheiten aggregiert, damit diese verglichen werden können. Die Masseinheit der Hektare (ha) dient dem Verständnis grösserer Zusammenhänge. Die Einheit Are (a) ist je nach Datengrundlage schwierig abzubilden, doch in kleineren Betrachtungen essenziell.
- Datenquelle Hektare: Gibt die verfügbaren Datensätze und Quellen an.
- Datenquelle Are: Gibt die verfügbaren Datensätze und Quellen an.

Direkter Einfluss auf Handlungsfeld und Gewichtung

Ein Handlungsansatz hat einen direkten Einfluss auf ein Handlungsfeld, wenn dieses daraus konstituiert wird. Die Gewichtung ist vorerst intuitiv und durch Expertenwissen erfolgt. Die Gewichtung beeinflusst das Einflussgrössenmodell stark und muss in weiteren Schritten austariert werden.

Indexierung: Wo möglich, wird versucht den Handlungsansatz zu indexieren, d.h. zu quan-

tifizieren. Bei den Handlungsansätzen der Nachhaltigkeit ist dies meist nicht möglich, hier wird eine positive oder negative Veränderung aufgezeigt.

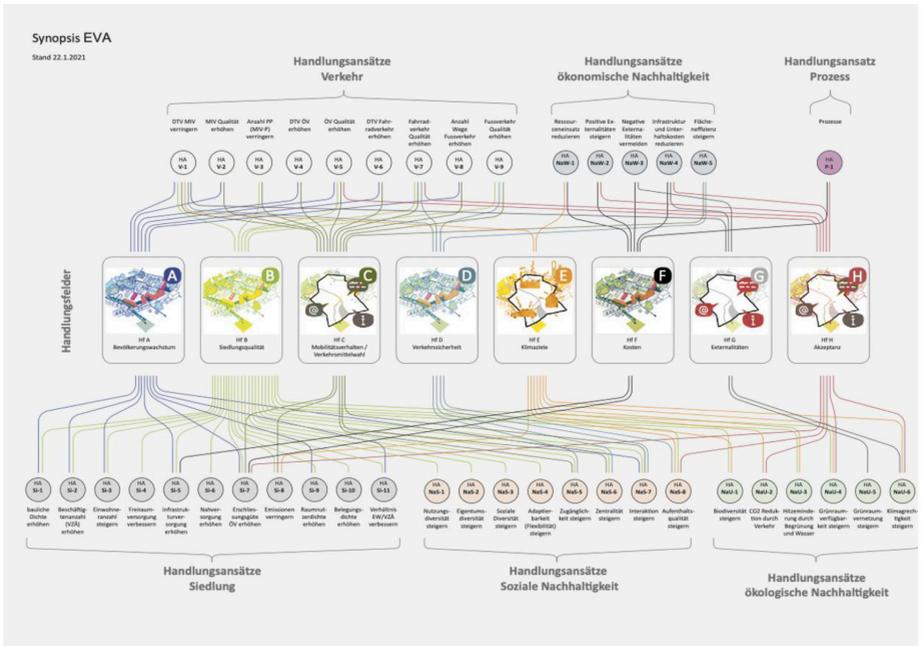


Abbildung 2: Flowchart EVA, Darstellung des kybernetischen Modells der Wirkungszusammenhänge von EVA strukturiert nach Handlungsfeldern, Handlungsansätzen und Kriterien. Dies im Kontext der Fragestellung Koordination Siedlung und Verkehr bei Verdichtung.

Qualitatives neues Planungsinstrument mittels neuer Methode

Die Abstimmung von Siedlung und Verkehr läuft auf das Treffen von Entscheidungen über die Programmierung eines Siedlungsgebiets oder Areals sowie auf die Abschätzung der dadurch bewirkten Konsequenzen hinaus. Der Wirtschaftspartner und seine Kundschaft haben zumeist in komplexen und unübersichtlichen Situationen nachvollziehbare Entscheidungen zu treffen, deren Konsequenzen zumeist nur abschätzbar sind. EVA dient letztlich der Ableitung von konkreten Gestaltungsansätzen mit Massnahmenplänen, die bis zu einer auf Plandaten basierenden Budgetierung konkretisiert werden können. EVA schafft also die Möglichkeit, die bisher nicht reglementierten und austarieren Planungsinstrumente der Siedlungs- und Verkehrsplanung als Tool zu ergänzen oder ggf. zu ersetzen. Das Tool ist eine Methode zur Definition des bestmöglichen moderierten Wegs in nicht linearen Prozessen. EVA konkretisiert die unterschiedlichen Fragestellungen und Bedürfnisse der Anwendenden. Als Konsequenz können z.B. Entwicklungsstrategien oder Wettbewerbsprogramme bei Siedlungsentwicklungen, Stadtentwicklungs- oder Mobilitätskonzepten präziser, entsprechend künftiger Nachfrage, ausformuliert und gesteuert werden.

Datenverarbeitung für Siedlungsentwicklung und Mobilitätsplanung.

Im beschriebenen Projekt lag der Fokus auf der Verarbeitung von grossen bis sehr gros-

sen Datenmengen für die Anwendbarkeit in der Siedlungsentwicklung und Mobilitätsplanung. Zur Betrachtung von reziproken Parametern und deren Zusammenhänge fehlen Methoden, der notwendige Präzisionsgrad sowie Schnittstellen zwischen GIS-referenzierten Statistiken, 3D-Gebäudedaten und Daten zur Verkehrsentwicklung/-prognosen. Insbesondere muss, um potenzielle Strategien automatisch abzuschätzen, der vorhandene Kontext in einem hohen Detaillierungsgrad abgebildet werden. Teile dieser Informationen können aus bestehenden Daten (z.B. OSM, Mietpreise usw.) entnommen, für andere müssen im Rahmen des Projektes neue Erfassungsprozesse aufgebaut werden. Durch die Integration diverser Daten in einem Datenmodell, deren Wechselwirkungen und durch die Verknüpfung mit einem parametrischen Raummodell wird die Grundlage zur Ableitung von Strategien geschaffen.

State of the Art und Anwendung neuer Techniken

Heutige Entscheidungsgrundlagen und die entsprechenden Werkzeuge für Strategien (Siedlungsentwicklung und Mobilität) basieren auf statistischen Hochrechnungen, händischen Erhebungen oder Marktanalysen und werden zu Beginn des Entscheidungsprozesses als alleinstehende Kriterien betrachtet. Erst in einem weiteren Projektstadium entsteht (meist mittels entwerferischer/analytischer Leistungen von beratenden oder planenden Fachpersonen) eine konsolidierte Potenzialanalyse, die als strategische Auslegeordnung dienen kann. Diesem Stand entsprechen die heutigen Beratungsleistungen in den Geschäftsfeldern von Planungsbüros. Die Qualität der Beratung ist abhängig von den Erfahrungen und Kompetenzen der Beratenden, die aufgrund der Interdisziplinarität oft über das Kerngeschäft hinausgehen.

Dieser Methode gegenüber steht der Ansatz der ganzheitlichen Betrachtung der Potenziale. Die beabsichtigte Weiterentwicklung der Technologie automatisierter Prozesse ermöglicht es, die Entscheidungsgrundlagen von Strategien und Konzepten breit abzustützen und in effizienter Art abzurufen.

7. Implikationen für die Wissenschaft

Ziel des Forschungsprojektes ist ein dynamisches Tool, das mittels machine learning algorithms (MLAs) ortsspezifische, allgemein gültige (generische) und multivariate Parameter verknüpft und – im Referenzbeispiel – Wirkungszusammenhänge von Siedlungsentwicklung- und Mobilitätsmanagement aufzeigt. Dies generiert eine effiziente Grundlage und Argumentation zur Güterabwägung und somit eine Arbeits- und Entscheidungshilfe für alle Stakeholder

Das Ziel der im Rahmen eines Innosuisse-Projektes entwickelten Methode EVA ist ein einfach zu handhabendes, adaptierbares und skalierbares Instrument respektive Prozessmodell zur Raummodellierung, welches die Komplexität des räumlichen Kontextes sowie die relevanten Faktoren der jeweiligen Problematik erfasst und einen Beitrag zur Umsetzung einer nachhaltigen Raum- respektive Regionalplanung in Bezug auf qualitative Faktoren leistet. Das Tool baut auf den Grundsätzen einer effizienten digitalen Transformation und einer Mehrwert generierenden Handhabung von Konnektivität auf; z.B. die Koordination von Siedlung, Verkehr und Tourismus; Innenentwicklung und sozialraum-verträgliche Verdichtung; Entwicklung von disperser Wertschöpfung in schrumpfenden Regionen etc. Planungsmaßnahmen und strategische Entwicklungen in Planungsprozessen erfordern stets ein Zusammenspiel baulicher, ökonomischer, funktionaler, politischer und sozial-räumlicher Komponenten (Seidler, 2019). Zusätzlich spielen die qualitativen Ebenen wie

Wahrnehmung und Bedürfnisse der Bevölkerung und der beschäftigten Stakeholder eine wichtige Rolle, welche mittels Erfahrungen vor Ort abgefragt werden (Da Rui et al., 2019). Mithilfe der Digitalisierung lassen sich diese Komponenten vereinfacht verknüpfen, um Wirkungszusammenhänge dynamisch aufzuzeigen und um daraus differenzierte Handlungsoptionen abzuleiten. Die Konnektivität kann mittels Kartografierung von Lebensbedingungen und ihren Faktoren in ihren Wechselwirkungen handhabbar gemacht werden.

Das Tool liefert den jeweiligen Umsetzungspartnern ein Instrument, das entlang der themenspezifischen Fragestellungen zeitnah und dynamisch regulierend auf teilweise problematische Entwicklungen einwirken kann. Dieses digitale Tool bietet ganzheitliche Lösungen mit integralen Ansätzen unter der Einbindung von adäquaten, partizipativen und kooperativen Prozessen an. Somit werden quantitative wie qualitative Fragestellungen mit in die Methode eingebunden. Dies erlaubt es den Praxispartnern, eine Analyse der IST-Situation zu erstellen und Massnahmen für die SOLL-Situation zu überprüfen. Für diesen Schritt wird die Datenvisualisierung eingebunden. Das Ziel ist eine Kartografierung von Wirkungszusammenhängen, welche die Komplexität trotz vieler Faktoren lesbar und handhabbar einbezieht (Seidler et al, 2020). Somit sollen die jeweiligen Systeme in Verbindung mit anderen Wirkungsmassnahmen auf einer Karte dargestellt werden. Dies erlaubt es, die IST- und die SOLL-Situation mit den jeweiligen Wirkungen aufzuzeigen. Koordinierende, digitale, systemische und dynamische Planungsinstrumente fehlen heute noch weitgehend.

Um die negativen Konsequenzen der Zersiedelung zu vermeiden, die Lebensqualität im Rahmen der Verdichtung zu erhöhen, die Reduktionswirkungen der Klimaeinträge nachhaltig zu erreichen, den Mobilitätsbedarf und Strategien optimal zu koordinieren, können exemplarisch auf Basis der Methode von EVA weiterführende Forschungsfragen als adaptierbares Planungsinstrument entwickelt werden.

Die Konsequenzen der Disparitäten in der Mobilitätsentwicklung beinhalten nicht nur die Lösungen quantitativer Fragestellungen, sondern insbesondere auch qualitativer. Der Konzeptansatz des Forschungsprojektes vereint die datenbasierte Darstellung der Wirkungszusammenhänge zur dynamischen Abstimmung und Steuerung der Vereinbarkeit von Siedlungsentwicklung und Mobilität. Dabei sind regionale wie lokale Mobilitätsströme, Lebensstile, Megatrends und auch die Frage nach Lebensqualität aus unterschiedlichen Perspektiven zentrale Kriterien, die in ein digitales kybernetisches Modell einfließen und als Basis für Entscheidungen dienen. Andererseits soll die Weiterentwicklung für die Schweiz neuartiger partizipativer Planungsformate (z.B. Smart Regio Lab) iterativ mit dem digitalen Planungstool zu einer analog/digital ausgerüsteten «Werkzeugkiste» als breit anwendbares Planungsinstrument formiert werden (Seidler, Sturm, Smart Regio Lab, 2021). Entsprechend wurde die Methode zum Patent angemeldet und wird nun anhand komplexerer und weiterführender Fragestellungen zu Raumplanung und Siedlungsentwicklung wie beispielsweise zum Einfluss von Klimawandel, Disparitäten Raumentwicklung Schweiz, der Frage von Transformationsprozessen der Klosterlandschaft Schweiz und weiteren Fragestellungen vertieft, verfeinert und weiterentwickelt.

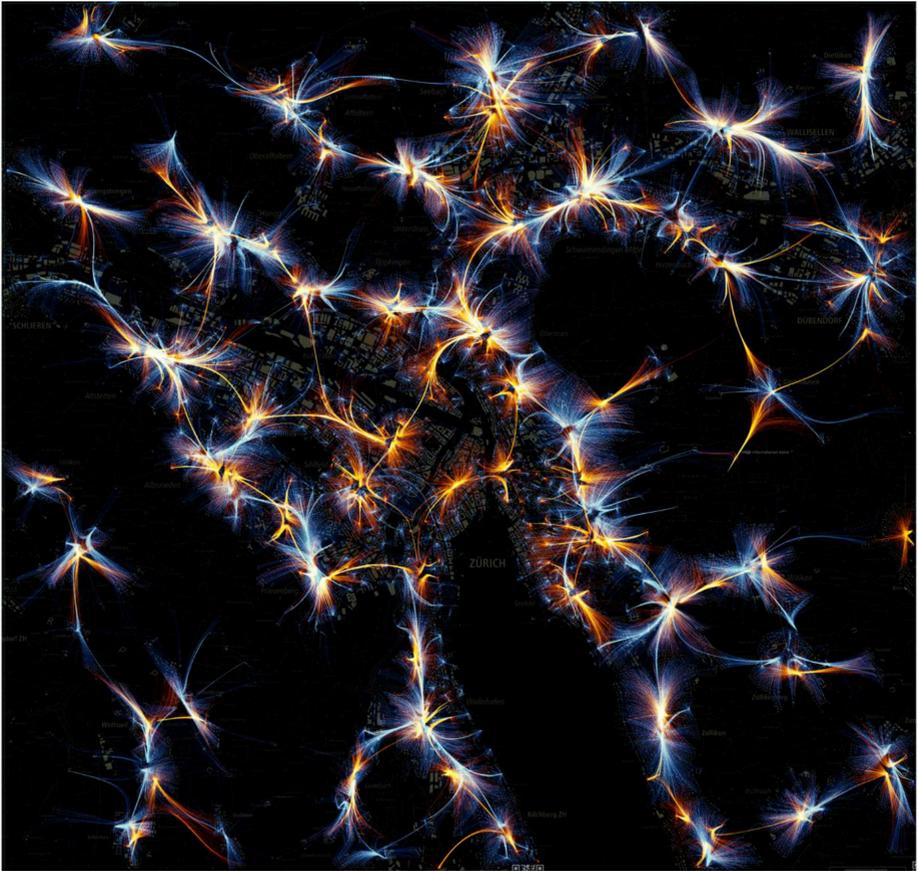


Abbildung 3: Als Referenzbild die Wegbeziehungen spezifisch abgefragter Nutzergruppen zu vorgängig dargestellten Points of Interests. Blau zurückgelegte Wege von Altersgruppen bis 25 Jahre, gelb zurückgelegte Wege von Menschen über 65 Jahre. Analyse geschlüsselt Personen pro Hektar in Prozent – Gesellschaftliche Bedürfnisse auf Basis parametrischer Raummodelle zu erkennen bietet Potenzial, dem demografischen Wandel entsprechend Siedlungsstrukturen nachfrageorientiert planen und entwickeln zu können. (Datenaggregation Marcel Abegglen / Christine Seidler, Dencity, 2019)

Dem Projekt liegt die Idee zugrunde, unterstützende Formen oder Instrumente zur Darstellung von «Siedlungs-, Regionalentwicklung und Mobilität» aus unterschiedlichen Perspektiven und Fragestellungen zu entwickeln, die sich an einem integrierten Planungsverständnis und an Steuerungselementen der «New Public Governance» orientieren (Seidler, 2001). Neben der fachbereichs- und departementsübergreifenden Abstimmung von Planungsthemen und der Berücksichtigung unterschiedlicher Steuerungsebenen ist hier insbesondere der Einbezug der betroffenen Bevölkerung und weiterer involvierter Akteure in die Planung angesprochen.

8. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Christine Barbara Seidler Prof. Dr. Heiko Rölke Maria Rota Dr. Yves Staudt Alexander van Schie
Partner	Kontextplan AG
Finanzierung	Innosuisse
Dauer des Projekts	April 2020 bis Oktober 2022
Kontakt	Prof. Christine Barbara Seidler christine.seidler@fhgr.ch

9. Referenzen

Burckhardt, L. (2004). „Wer plant die Planung“, ISBN 978-3-927795-39-6, Schmitz Martin Verlag.

Cantillo, J., Martín, J.C., Román C. (2020). Discrete choice experiments in the analysis of consumers' preferences for finfish products: A systematic literature review.

Da Rui, G., Steiner, T., Zwimpfer, V. (2019). DS Datenwelten: «Lebensbedingungen kartografieren» Ein Arbeitsbericht zum Projektvorhaben. Hochschule Luzern.

Gatterer, H. (2020). Dossier Konnektivität, Zukunftsinstitut.

Gmünder, M. (2010). Raumplanung zwischen Regulierung und Markt – Eine ökonomische Analyse anreizorientierter Instrumente in der Raumplanung/ Z. Rüegger Verlag, Hrsg. Zürich, Zürich, Schweiz: Rüegger.

Herzog de Meuron, J., P., Diener, R., Meili, M., Schmid, C. et al. (2005). «Das Städtebauliche Porträt der Schweiz», ETH-Studios Basel.

Kulmer, V. (2010). Eine ökonomische Analyse der Zersiedelung anhand des Fallbeispiels Bezirk Hartberg. Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel Karl-Franzens-Universität Graz, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften der Studienrichtung Umweltsystemwissenschaften mit dem Fachschwerpunkt Volkswirtschaft an der Karl-Franzens-Universität Graz. Graz: Wegener Center Verlag, Graz, Austria.

Mayer, A., Schwehr, P., Bürgin, M. (2010). Nachhaltige Quartiersentwicklung im Fokus flexibler Strukturen / interact Verlag Luzern / vdf Hochschulverlag AG Zürich / ISBN 978-3-7281-3287-1.

Nussbaumer, G., Rabe, S.-E., Sudau, M., Hischier, R., Grét-Regamey, A. (2018). Raum- & Landschaftsentwicklung Grundzüge – Skript zur Vorlesung IRL-PLUS, ETH Zürich.

RPG, Bundesgesetz über die Raumplanung. (2019). Art. 1 vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Januar 2019) 1 Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 6. Okt. 1995, in Kraft seit 1. Jan. 1997 (AS 1996 965; BBl 1994 III 1075).

Seidler, C. (2022). Empirical densification approach for settlement development (EVA), Innosuisseproject 35992.1 IP-SBM.

Seidler, C; Sturm, U; Smart Regio Lab (2021). Projektskizze, Flagship Initiative Innosuisse.

Seidler, C. (2019). «Städtliwerkstatt Huttwil», Schlussbericht Forschungsbericht, Dencity, BFH, sowie Lenz, C. <https://www.tagesanzeiger.ch/die-huttwilisierung-der-schweiz-744179475724>, Christoph Lenz, Die Huttwilisierung der Schweiz, Das Magazin. 19. Februar 2022.

Seidler, C- (2013). Prozessmodell für Gebietsplanungen und Entwicklungen zur nachhaltigen Raumplanung, ZHAW.

Seidler, C. (2001). Die Dritte Generation Raumplanung, Vorabzug Triest Verlag.

Ursprung, P. (2019). Interview zur Zersiedlungsinitiative, „Republik“, 1. Februar 2019.

Vester, F. (2015). Die Kunst vernetzt zu denken. 10. Auflage, dtv-Verlag, ISBN 3-423-33077-5.

Multimediale Lernumgebungen entwickeln und in der Implementierung wissenschaftlich begleiten

Autorenschaft: Prof. Dr. Bianca Baerlocher, Dr. Elke Schlote

Die digitale Transformation im Bildungssystem der Schweiz wird auf Ebene des Unterrichts durch neue multimediale Lernanwendungen unterstützt. Diese Lernanwendungen sollen didaktischen Vorgaben genügen, neuartig gestaltet sein und sich gut in den Unterricht integrieren lassen. Zwei Fallbeispiele aus dem Institut für Multimedia Production (IMP) an der FH Graubünden verdeutlichen das Zusammenspiel von Design, Bildungspraxis und Begleitforschung in der Entwicklung und Implementierung solcher Angebote. Um die Kooperation mit Fachpersonen aus der Bildung bei der Durchführung solcher Projekte optimal zu gestalten, ist eine Prozessbegleitung mithilfe von gestaltungsorientierter Forschung von zentraler Bedeutung.

Keywords: Virtual Reality, Bildung, Multimedia, Virtuelle Lernumgebungen

1. Einführung

Die digitale Transformation im Bildungssystem der Schweiz voranzutreiben, ist ein aktuelles bildungspolitisches Ziel (Educa 2021). Fachpersonen aus dem Bildungsmonitoring fordern, die Digitalisierung in der Bildung auf verschiedenen Ebenen zielgerichtet zu stärken (Educa 2021, XII). Für die Ebene des Unterrichts können zwei Treiber der digitalen Transformation identifiziert werden: (1) Neuartige Medientechnologien ermöglichen die Gestaltung multimedialer Lernumgebungen, welche im Unterricht eingesetzt werden können. Diese können einen Beitrag an die Lösung aktueller Probleme der Bildungspraxis leisten, wie zum Beispiel neue didaktische Anforderungen an die Individualisierung und Differenzierung des Unterrichts. (2) Im schulischen Unterricht sollen Kompetenzen im Umgang mit Medien und Informationstechnologien gefördert werden. Dies lässt sich an der Einführung des Fachs «Medien und Informatik» (M&I) an den obligatorischen Schulen und an den im Lehrplan 21 dargelegten, zu erwerbenden Kompetenzen festmachen (D-EDK 2016). Entsprechende Lernanwendungen hierzu müssen erst entwickelt und mit den Nutzenden erprobt werden. Handlungsbedarf besteht auch für den Bereich des lebenslangen Lernens, der Weiterbildung: In statistischen Erhebungen des BFS zeigt sich beispielsweise, dass zwar grundlegende digitale Kompetenzen in der Bevölkerung vorhanden sind, dass erweiterte digitale Kompetenzen jedoch – auch im europäischen Vergleich – ausbaufähig sind (BFS 2018).

Um die digitale Transformation auf der Ebene des Unterrichts in Schulen und in Institutionen der Weiterbildung zu unterstützen, ist es nötig, entsprechende Lernanwendungen zu entwickeln (Döbeli, Hielscher, Hartmann 2018). Diese Angebote sollen bestimmten didaktischen Vorgaben entsprechen, in einer neuartigen multimedialen Form gestaltet sein und sich gut in die Unterrichtspraxis integrieren lassen – oder im Fall der Einführung eines neuen Schulfachs – eine neue Unterrichtspraxis begründen (Döbeli, Merz 2015). Dies lässt sich am besten in Form von Kooperationen realisieren, in der die Expertise von Fachpersonen aus Bildungspraxis, Didaktik und Design/Softwareentwicklung zusammenkommt (Baerlocher, Tschanz 2020; Tschanz, Bäerlocher 2022).

Zwei Fallbeispiele zeigen, wie am Institut für Multimedia Production (IMP) in solchen Kooperationen neue multimediale Lernumgebungen entstehen. Anhand der Projekte Virtual-Reality-(VR)-Sprachkurs «Around the world in 5 days» und «BaseCamp – Kreativlabor für den M&I-Unterricht» zeichnen wir den Forschungs- und Entwicklungsprozess von multimedialen Lernumgebungen an der Schnittstelle von Design, Bildungspraxis und Begleitforschung nach. In beiden Fällen war die Fachhochschule Graubünden nicht nur mit der Umsetzung und Implementierung von multimedialen Lernanwendungen betraut, sondern am gesamten Gestaltungsprozess unter kontinuierlicher Forschungsbegleitung beteiligt.

2. Stand der Forschung

Veränderte Rahmenbedingungen für die Entwicklung von Lehrmitteln

Die digitale Transformation im Bildungsbereich wird von den Zuständigen seit geraumer Zeit genau in den Blick genommen und es werden hierzu Zukunftsperspektiven formuliert. Aus der Perspektive des Bildungsmonitorings der für die Planung zuständigen Behörden – zu nennen wäre hier die Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) sowie das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) – ist die digitale Transformation von Schulen ein zentrales Thema der kommenden Jahre, welches aktiv mitgestaltet werden muss: «Diese Bedeutung ergibt sich einerseits aus digitalisierungsgetriebenen Änderungen in Gesellschaft und Arbeitsmarkt und den sich daraus ergebenden veränderten Anforderungen an das Bildungssystem. Zum anderen erwächst sie aus dem (erwarteten) Potenzial der digitalen Technologien, zu einer effektiven, effizienten und gerechten Ausgestaltung des Bildungsraumes Schweiz beizutragen.» (Educa 2021, 2)

Die digitale Transformation des Bildungssystems hat insofern auch Auswirkungen auf den Lehrmittelmarkt, welcher bislang von klassischen Anbietern wie Verlagen dominiert wurde – bzw. im Fall der Weiterbildung von typischen, durch Lehrpersonen geleiteten Kursen. Die digitale Transformation auf der Ebene des Unterrichts wird von didaktischer Seite als der Leitmedienwechsel vom Buch auf digitale Medien konzeptualisiert (Döbeli, Hielscher, Hartmann 2018; Widmer, 2021). Dies hat Auswirkungen auf die inhaltliche und didaktische Gestaltung von Lehrmitteln. «Die Digitalisierung bietet neue didaktische Möglichkeiten, insbesondere im Bereich der Multimedialität, der Interaktivität und der Interaktion unter Lernenden und Lehrenden. Um diese Potenziale zu nutzen, müssen Lehrmittel anders geplant, entwickelt, produziert, vertrieben und gepflegt werden.» (Döbeli, Hielscher, Hartmann 2018, 3). Mit den veränderten Rahmenbedingungen einher geht die Notwendigkeit, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die Bildungsexperten Döbeli, Hielscher und Hartmann zeigen in ihrem Bericht für die Interkantonale Lehrmittelzentrale verschiedene Optionen auf, beispielsweise den Weg, staatlich finanzierte, frei verfügbare Lehrmittel zu produzieren. Ein anderer Weg wäre, die Zusammenarbeit mit etablierten Bildungsanbietern zu suchen. In den weiter unten beschriebenen Fallbeispielen sind beide Arten der Finanzierung und Entwicklung vertreten.

Ein Modell sozialer und technischer Wechselwirkung in der Entwicklung und begleitenden Forschung

Das Institut für Multimedia Production (IMP) beschäftigt sich mit Medienkonvergenz und Multimedialität – insbesondere mit innovativen Storytellingformaten und Arbeitsprozessen, mit der Mediennutzung in der konvergenten Medienlandschaft und mit multimedialen Systemen und AR/VR. Das IMP kann mithin nicht nur Know-how zu multimedialem Design und Softwareentwicklung zur professionellen Gestaltung und technischen Produk-

tion von multimedialen Lernumgebungen beitragen, sondern auch entwicklungsbezogene Forschung. Die Entwicklung von Lernanwendungen kann und sollte in Kooperation mit Institutionen der Bildungspraxis sowie Schul- und Unterrichtsforschung entstehen. Diese formulieren unter anderem fachdidaktische Anforderungen an die neuartigen Lernumgebungen und nehmen Abklärungen zur Lernwirksamkeit der Anwendungen vor. Um das Zusammenspiel in der Kooperation mit Fachpersonen aus der Bildung optimal zu gestalten, damit Technologie in den multimedialen Lernanwendungen in innovativer Weise gestaltet werden kann, ist eine Prozessbegleitung inklusive begleitender Forschung seitens des IMP wichtig.

Für die wissenschaftliche Begleitung zweier Entwicklungsprojekte am IMP zu multimedialen Lernanwendungen für den Unterricht wurde aus der Vielzahl gewinnbringender Ansätze zur gestaltungsorientierten Forschung (Schemme, Novak 2017) die Perspektive der «Science and Technology Studies (STS)» ausgewählt (Bauer, Heinemann, Lemke 2017). Der Ansatz der STS bietet eine interdisziplinäre Perspektive auf die Interrelation zwischen Gesellschaft, Politik, Kultur und der Schaffung von wissenschaftlichem Wissen sowie der Entwicklung und Innovation von Technologie. In diesem Theorierahmen können neue soziotechnische Praktiken beforscht werden, die im Entwicklungsprozess des multimedialen Lernangebots wie auch in der Lernsituation mit der Lernanwendung entstehen. Die im Rahmen einer Begleitforschung in diesen Kontexten strukturiert erhobenen Daten dienen zum einen konkret der Produktoptimierung, der Bereitstellung möglicherweise notwendiger Hilfen zum Abbau von Hürden in der Implementation und der weiteren Technologieentwicklung, zum anderen können auch Prozesse der Zusammenarbeit und Impulse für die Weiterentwicklung der jeweiligen Expertise analysiert werden. Darüber lassen sich, so die These, «Best Practices» sowie kritische Aspekte in der Zusammenarbeit und Produktentwicklung identifizieren, welche generalisierbar sind.

3. Methode

Im Folgenden nehmen wir eine vergleichende Fallrekonstruktion der Entwicklungsprojekte am IMP vor, in welchen neuartige multimediale Lernanwendungen für den Unterricht entstanden sind. Dies dient einer sachlichen Klärung, inwiefern die multimedialen Lernanwendungen als Teil der digitalen Transformation des Unterrichts im oben skizzierten Sinne angesehen werden können. Nach einer deskriptiven Einführung in den Projektkontext und einer Kurz-Charakterisierung der Fallbeispiele fokussieren wir den Aspekt der Begleitforschung und diskutieren die Bedeutung dieser Datensammlung und -auswertung mit Ergebnissen aus den Projekten.

4. Resultate

Kurzcharakterisierung der Fallbeispiele

Der VR-Sprachkurs «In 5 days around the world» wurde in Zusammenarbeit mit der Klubschule Migros, einer Schweizer Anbieterin von Sprach- und Weiterbildungskursen, entwickelt. Zielgruppe des Angebots sind Personen, die ihre Sprachkenntnisse zu Reisezwecken auffrischen wollen. Die VR-Inhalte wurden in Ergänzung zum Kursangebot mit traditionellen Lernaktivitäten im Klassenzimmer produziert. Das interdisziplinäre Projektteam konzipierte zusammen mit Didaktik-Fachpersonen der Sprachschule einen modularen Kurs aus fünf Einheiten (5 x 3 Lektionen mit einer Dauer von je fünfzig Minuten). Es

soll eine Explorationswelt entstehen, in der es darum geht, unzugängliche Lernorte und soziale Situationen mittels VR zu erkunden (Buchner und Aretz 2020). Die Lernenden können mithilfe von VR-Headsets und speziell bereitgestellten Inhalten an verschiedene Orte reisen, um dort die englische Sprache in verschiedenen alltagsnahen Situationen zu hören und anzuwenden (Baerlocher, Tschanz 2020; Tschanz, Baerlocher 2022). Das Projekt, welches an der Fachhochschule Graubünden angesiedelt war, wurde von der Schweizer Innovationsagentur Innosuisse mitfinanziert, und ist abgeschlossen, der VR-Sprachkurs wird von der Klubschule Migros eingesetzt.

Das Entwicklungsprojekt «BaseCamp – Kreativlabor für den M&I-Unterricht» wird an der Fachhochschule Graubünden in der Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Thurgau durchgeführt. Unterstützt von der Stiftung Mercator soll bis zum Jahr 2023 eine digital vernetzte Lehr- und Lernumgebung für den Informatikunterricht entstehen, welche partizipativ mit Best-Practice-Beispielen aus der Unterrichtspraxis befüllt wird. Die Lerneinheiten sollen Themen im Schulfach «Medien und Informatik» laut Lehrplan 21 abdecken. Dabei wird einerseits auf didaktisch neuartige «Maker Education»-Konzepte gesetzt, zum anderen auf Lerneinheiten zu Themen wie Fake News im Rahmen des 4K-Modells der Zukunftskompetenzen.

In der vergleichenden Betrachtung erfüllen die Entwicklungsprojekte die Charakteristika, um die digitale Transformation des Bildungssystems auf Ebene des Unterrichts voranzubringen: Sie sind für den Einsatz im Unterricht gestaltet, werden zusammen mit Mitwirkenden aus der Bildungspraxis und -forschung entwickelt, und die neuen technologische Möglichkeiten unterstützen das Lernen bzw. ergänzen oder ersetzen die bisherige Lernpraxis. Im Fall von «BaseCamp» liegt der Themenfokus auf dem Kompetenzerwerb im Schulfach «Medien und Informatik». Die Kooperation mit der Bildungspraxis ist in beiden Fällen in Form eines zyklischen Entwicklungsprozesses mit begleitender Forschung organisiert.

Begleitforschung zu den Entwicklungsprojekten

Die Begleitforschung dokumentiert und analysiert die Entwicklung der multimedialen Lernumgebung von den ersten Entscheidungsfindungsprozessen bis hin zu der Anwendung im Unterricht. Die übergeordnete Forschungsfrage stellt die Handlungsorientierungen und -praktiken der am Projekt Beteiligten in den verschiedenen Projektphasen ins Zentrum und erfragt diese in mehreren Dimensionen. Die Datenerhebung geht über ein Usability Testing oder eine klassische Evaluation im Bildungsbereich hinaus, weil sie die Entscheidungsprozesse und Handlungsspielräume des Entwicklungsteams inklusive Didaktik-Fachpersonen nachvollzieht. Im Fall des VR-Sprachkurses erhielten die Beteiligten zum Ende jeder der sechs Phasen des Projektes (s. Tab. 1) einen Fragebogen mit vorgegebenen offenen Fragen, den sie beantworteten. Dadurch wurde der gesamte Entwicklungsprozess (Konzeption – Implementierung – Einsatz) wissenschaftlich dokumentiert (Tschanz, Baerlocher 2022, 297). Im Fall des «BaseCamp»-Projekts konnte noch keine umfassende Analyse geleistet werden, weil es noch nicht zum Abschluss gekommen ist.



Abbildung 1: Im Projekt «BaseCamp» entsteht eine digitale Lernumgebung für den Schulunterricht «Medien und Informatik». Mögliche Lernangebote werden hier im Unterricht getestet.

In Phase 1 werden didaktische Anforderungen definiert und bestimmt, welches Problem im Unterricht das Lernangebot lösen kann. Im Fall des VR-Sprachkurses ist es der «authentische Lebensweltbezug» in der Fremdsprachendidaktik, der über die VR in besonderer Weise hergestellt werden kann. In einer VR ist es möglich, eine als «echt» wahrgenommene Reise in verschiedene Länder zu unternehmen und dort auf «echte» Native Speaker zu treffen. In einem konventionellen Klassenzimmer-Setting werden oft Rollenspiele mit Peers eingesetzt, um Sprachstrukturen und Vokabeln einzuüben. Eine VR kann so gestaltet werden, dass Lernende sich in eine reale Kommunikationsszene hineinversetzt fühlen, in der sie Sprache anwenden müssen. So können Lernende die Sprache in als realistisch empfundenen, lebensnahen Situationen einüben. Im Entwicklungsprojekt «BaseCamp» gibt es den Bedarf, Lernende in «Maker-Projekten» zur informatorischen Bildung zu unterstützen und dabei selbstgesteuerte, individualisier-

Phase 1: Entscheidungsfindungsprozesse des Didaktik-Teams
Phase 2: Technische Lösungen und deren Umsetzung
Phase 3: User Pre-Testings
Phase 4: Re-Information über die technische Entwicklung
Phase 5: Unterrichtsbeobachtungen
Phase 6: Rückmeldung der Ergebnisse

Tabelle 1: Das in den Fallbeispielen verwendete entwicklungsorientierte Forschungsdesign mit Forschungsphasen

te Lernprozesse zu ermöglichen. Diese Anforderungen werden typischerweise von der Bildungsseite her definiert, allerdings müssen bei den Projektbeteiligten bereits gewisse Kenntnisse über die Möglichkeiten der für die Umsetzung anvisierten Technologie bestehen (siehe Abbildung 1). Für den geplanten VR-Kurs wurden zu diesem Zeitpunkt bereits Unterrichtspläne und Storyboards für mögliche VR-Sequenzen erstellt.

In Phase 2 des Entwicklungsprozesses werden von beteiligten Software- und Designfachpersonen technisch-gestalterische Lösungen erarbeitet, welche in den darauffolgenden Phasen 3-5 mit unterschiedlichen Gruppen getestet werden; im Fall des VR-Sprachkurses unter anderem mit Testpersonen mit geringer und hoher Technikaffinität sowie mit Englischlernenden in der realen Unterrichtssituation (siehe Abbildung 2). Die Rückmeldungen aus diesen Tests gingen in die Weiterentwicklung und Optimierung des immersiven VR-Erlebnisses ein.

Neben dem Bedarf nach inhaltlichen Anpassungen am VR-Medieninhalt liessen sich aus den Beobachtungen der Nutzungssituation Hürden für die Adaption der VR-Technik, das Headset Oculus Go, identifizieren. Diese konnten durch die Entwicklung passender technischer Hilfen für die Anwendenden und Lehrpersonen in Phase 6 minimiert werden. Aus den Tests ergab sich zudem, dass die didaktische Integration der Lernumgebung in den Unterrichtsablauf optimiert werden konnte. Dies geschah in Phase 6 in Form von abgeänderten Unterrichtsplänen bzw. didaktischer Hilfen für die Lehrpersonen.

Der STS-Ansatz wurde herangezogen, um im Entwicklungsprozess soziale und technische Wechselwirkungen herauszuarbeiten, welche die Entwicklung beeinflussen. Wie zu Beginn des Abschnitts beschrieben, wurde dies über die Erhebung von Handlungsorientierungen und -praktiken der an der Entwicklung des VR-Sprachkurses Beteiligten zu verschiedenen Zeitpunkten im Projekt operationalisiert. Wir möchten ein Ergebnis aus der Analyse herausgreifen, das die im Projekt für Technik- und Designentwicklung Zuständigen fokussiert: Diese reflektierten zu Beginn in erster Linie die Rahmenbedingungen, da durch die Entscheidung, das Projekt für die VR-Brille Oculus Go zu entwickeln, bestimmte Vorgaben von aussen gesetzt waren. Im Projektverlauf wurde diese kritische Reflexion zu einem Impuls für bestimmte technologische Weiterentwicklungen, welche angepasste Lösungen im Sinne der didaktischen Anforderungen liefern konnten.



Abbildung 2: VR-Sprachkurs Migros Klubschule

5. Diskussion

Die beiden Projekte, der VR-Sprachkurs «In 5 days around the world» und «BaseCamp – Kreativlabor für den M&I-Unterricht», sind insofern vergleichbar, als sie a. eine klare Produktorientierung aufweisen und b. eine ähnliche Prozessgestaltung haben, welche in einer engen Kooperation von Didaktik- und Design-Fachpersonen und Forschenden über einen längeren Zeitraum hinweg organisiert ist. Unterschiede bestehen im Projektzuschnitt und in dem Grad der Implementierung: Der VR-Sprachkurs ist ein fertig entwickeltes Produkt, welches bereits zum Einsatz kommt. Das Portal von BaseCamp, welches partizipativ mit Unterrichtsideen für das Fach «Medien und Informatik» befüllt wird, befindet sich noch in der Entwicklung.

Die Begleitforschung im Rahmen der STS konnte den zyklischen Entwicklungsprozess aufzeigen, in den Rückmeldungen aus der Praxis und späteren Nutzungskontexten einfließen. Die Form der Erhebung mit Fokus auf Handlungsorientierungen und -praktiken

der Beteiligten erschliesst die Notwendigkeit der Einpassung in gegebene Strukturen und an nicht veränderbare Randbedingungen, aber auch Möglichkeitsräume für die Entwicklung neuer technischer und Designlösungen. Zudem liess sich bei den Beteiligten der Aufbau einer Expertise, was medienspezifisch gute «Best Practice»-Konzepte ausmacht, feststellen. Insofern liefert diese Form der Begleitforschung eine wichtige Datenquelle für die Digitale Transformation im Bildungssystem.

6. Implikationen für die Wissenschaft

Da sich multimediale Lernanwendungen für den Unterricht in Schulen und Institutionen der Weiterbildung nur im Zusammenspiel von Design, Bildungspraxis und Begleitforschung realisieren lassen, kommt der wissenschaftlichen Begleitforschung und Prozessbegleitung eine wichtige Rolle zu. Sie kann Daten dazu liefern, wie die Kommunikation an den Schnittstellen der Disziplinen so gestaltet werden kann, dass sich «didaktische Möglichkeiten insbesondere im Bereich der Multimedialität, der Interaktivität und der Interaktion unter Lernenden und Lehrenden» (Döbeli, Hielscher, Hartmann 2018, 3) realisieren lassen.

Ein weiteres Ziel sollte sein, die begleitende anwendungsbezogene Forschung so zu gestalten, dass sich «Best Practices» sowie kritische Aspekte identifizieren lassen, welche über den Einzelfall hinaus Geltung haben. Hierzu muss geklärt werden: Inwiefern lassen sich Ergebnisse aus den Erhebungen zu individuellen Fallbeispielen vergleichen und übertragen? Wie frei lassen sich die didaktischen Möglichkeiten im Bereich der Multimedialität, der Interaktivität und der Interaktion unter technologischen und Design-Gesichtspunkten kombinieren? Die wissenschaftliche Beantwortung solcher Fragen in Form von Produktions- und Produktanalysen kann einen Beitrag an die Qualitätssicherung bei der Entwicklung multimedialer Lernanwendungen leisten.

7. Implikationen für die Praxis

Das Institut für Multimedia Production (IMP) an der Fachhochschule Graubünden tritt im Kontext der digitalen Transformation im Bildungssystem als neuer Akteur auf. Das IMP kann Know-how zu multimedialem Design und Softwareentwicklung beitragen, welches die professionelle Gestaltung und technische Produktion der Lernumgebung garantiert sowie darüber hinausgehende Technologieentwicklung und praxisorientierte Forschung umfasst. Ein Fazit aus der Analyse und Reflexion der Prozessgestaltung in den Fallstudien: In der Zusammenarbeit bei der Entwicklung von digitalen Lehrmitteln entsteht nicht nur ein innovatives, multimediales Lernangebot für die Bildungspraxis, zugleich wird Expertise für die weitere Technologieentwicklung und für mediendidaktische Innovation in öffentlicher Hand erweitert. Die am IMP aufgebaute Expertise ist komplementär zur Expertise der Fachdidaktiken und Bildungsforschung zu verstehen, welche an Pädagogischen Hochschulen und Universitäten verortet ist, und ergänzt diese.

8. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Dr. Bianca Bärlocher
Partner	Projekt VR-Sprachkurs: Klubschule Migros Projekt BaseCamp: PH Thurgau, Kanton Bern, Kanton Appenzell Ausserrhoden, MIA21
Finanzierung	Projekt VR-Sprachkurs: Innosuisse Projekt BaseCamp: Stiftung Mercator
Dauer des Projekts	Projekt VR-Sprachkurs: April 2019 bis Februar 2020 Projekt BaseCamp: seit 2019
Kontakt	Prof. Dr. Bianca Baerlocher bianca.baerlocherr@fhgr.ch

9. Referenzen

- Baerlocher, Bianca; Tschanz, Nathaly (2020): In 5 days around the world: Englisch lernen mit Virtual Reality – eine interdisziplinäre Untersuchung technologischer und sozialer Aspekte von Mensch-Maschine-Interrelationen. Jahresbericht Schweizerisches Institut für Informationswissenschaft, 2019, pp. 15–17. https://www.fhgr.ch/fileadmin/publikationen/institutsbericht/fhgr-sii-institutsbericht_2019.pdf [15.09.2022].
- Bauer, Susanne; Heinemann, Torsten; Lemke, Thomas (Hrsg.) (2017): Science and Technology Studies: Klassische Positionen und aktuelle Perspektiven. Suhrkamp Verlag Berlin.
- BFS, Bundesamt für Statistik (2018): Erhebung zur Internetnutzung 2017: Digitale Kompetenzen, Schutz der Privatsphäre und Online-Bildung: die Schweiz im internationalen Vergleich <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/5306733/master> [15.09.2022].
- Buchner, Josef; Aretz, Diane (2020): Lernen mit immersiver Virtual Reality: Didaktisches Design und Lessons Learned. In *MedienPädagogik*, 17: 195–216. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X>.
- D-EDK (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz) (2016): Lehrplan für die Volksschule des Kantons Thurgau. Modul Medien und Informatik. <https://tg.lehrplan.ch/> [15.09.2022].
- Döbeli Honegger, Beat; Merz, Thomas (2015): Fachdidaktik Medien und Informatik – Ein Beitrag zur Standortbestimmung. In *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 33(2), 256–263.
- Döbeli, Beat; Hielscher, Michael; Hartmann, Werner (2018): Lehrmittel in einer digitalen Welt. Interkantonale Lehrmittelzentrale. <https://edudoc.ch/record/133603?ln=de> [15.09.2022].
- Dörner, Ralf; Broll, Wolfgang; Grimm, Paul; Jung, Bernhard (2019). *Virtual and Augmented Reality (VR/AR)*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-28903-3>
- Educa (2021). *Digitalisierung in der Bildung*, Educa: Bern. <https://www.educa.ch/de/themen/datennutzung/digitalisierung-der-bildung>.
- Schemme, Dorothea, Novak, Hermann (2017) (Hrsg.): *Gestaltungsorientierte Forschung – Basis für soziale Innovationen: Erprobte Ansätze im Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Tschanz, Nathaly; Baerlocher, Bianca (2022): Virtual Reality im Sprachunterricht: Eine soziologische Reflexion der technischen Voraussetzungen einer immersiven Lernumgebung mit Oculus Go. In *MedienPädagogik* 47: 288-311. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.14.X>.
- Widmer, Reto (SRF Digital, 3.7.2021): Digitalisierung der Schule: So bald werden wir das Buch nicht los. <https://www.srf.ch/news/allgemeines/bildungswesen-digitalisierung-der-schule-so-bald-werden-wir-das-buch-nicht-los> [15.09.2022].

Online Teaching – Überlegungen zu digitalem Lehren und Lernen

Autorenschaft: Elisabeth Birk, Udo Birk und Hanne Birk

Digitale Lehre bietet vielfältige, medienspezifische Möglichkeiten, um Lehrinhalte zu vermitteln. Allerdings ist die didaktische und technische Umsetzung oftmals eine Herausforderung. Wir diskutieren Vor- und Nachteile der digitalen Lehre anhand von transdisziplinären Beispielen aus der Lehrpraxis.

Keywords: Online Teaching, digitale Lehre, digitales Lernen, E-Learning

1. Einführung

Im Prozess der digitalen Transformation einer Hochschule/Universität bildet digitales Lehren und Lernen eine zentrale Schnittstelle – und das nicht nur, aber ganz besonders in Zeiten der Covid-19-Pandemie. Insbesondere da davon auszugehen ist, dass sich die Lehre auf der Tertiärstufe aufgrund der digitalen Unterrichtserfordernisse während der Pandemie nachhaltig verändert hat, d.h. viele Hochschulen die Pandemie im Sinne eines digitalen Transformationsschubs nutzen werden, ist es an der Zeit, die Potenziale und Schwierigkeiten, die Online Teaching mit sich bringt, disziplinenübergreifend zu reflektieren, um Möglichkeiten zu identifizieren, den Digitalisierungsprozess für alle Beteiligten zu optimieren.

Oftmals gibt es insbesondere unter Pandemiebedingungen bei den Rückkopplungsprozessen zwischen den beteiligten agierenden Personen und Institutionen, z.B. zwischen den Studierenden, den Lehrpersonen, dem technischen Support und den Hochschuldidaktik-/Blended-Learning-Zentren noch «Luft nach oben». Infolgedessen versteht sich der vorliegende Beitrag als notwendigerweise selektiver, transdisziplinärer Erfahrungsbericht, als ein Diskussionsangebot, das paradigmatische Praxisprobleme identifiziert und Lösungsvorschläge bzw. Desiderate skizziert.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass idealerweise die Festlegung der Lernziele einer Lehreinheit das didaktische Methodendesign bedingt. Innovative Lernformate in der digitalen Lehre erfordern aber den Einsatz neuer Technologien, z.B. Learning Management Systems (LMS)¹, die notwendigerweise nicht alle klassischen didaktischen Methoden der Offline-Lehre verlustfrei abbilden können. Ganz klar zeigt sich in der Lehrpraxis, dass beispielsweise Online-Diskussionen, z.B. via Zoom, MS Teams, WebEx o.ä., eine andere Dynamik entwickeln als Gespräche in einem Präsenzumfeld.

Des Weiteren bieten Webformulare (wie z.B. in Moodle) beispielsweise nur sehr eingeschränkte Layout-Optionen. Dabei ist aber die visuelle Aufbereitung von Material didaktisch äusserst relevant. Im Folgenden wird es also darum gehen, einerseits einige Limitationen gängiger Lehrtechnologien aufzuzeigen, die implizit die Gefahr bergen, die Lernziele an die technisch möglichen Methoden anzupassen statt umgekehrt, und Verbesserungsvorschläge zu machen. Andererseits werden aber auch Synergieeffekte thematisiert, d.h. medienspezifische didaktische Potenziale der Online-Lehre angesprochen.

¹ Lernmanagementsystem: Zentrales Verwaltungstool für Lehr-Lern-Prozesse. Dient dazu, Lerninhalte, Aufgaben und Dokumente und die Organisation von Lernvorgängen zu verwalten, meist mit Zusatzfunktionen wie z.B. Kommunikationstools und der Verwaltung von Nutzerdaten.

2. Stand der Forschung

Bereits in den Jahren vor der Covid-19-Pandemie ist eine zunehmende Digitalisierungsbestrebung in der Hochschullehre, oftmals im Rahmen von Blended-Learning-Projekten, festzustellen. Die Pandemie erforderte im Frühjahr 2020 allerdings eine rasche, geradezu abrupte Umstellung von Vor-Ort-Lehre (Präsenzlehre) oder Blended Learning zu vollständigem Online Teaching, d.h. «Emergency Remote Teaching» (Hodges et al., 2020), in einem noch nie zuvor dagewesenen Ausmass auf internationaler Ebene. Die zunehmende Etablierung der Online-Lehrpraxis vor, während und sicherlich auch nach der Pandemie findet selbstverständlich in der Forschungsliteratur ihren Niederschlag. Exemplarisch zu nennen sind Beiträge, die die Zukunft der Hochschulen (Demantowsky et al., 2020; Stang und Becker, 2020) bzw. Bibliotheken (Neuhausen, 2018) thematisieren, Leitfäden für die Unterrichtsplanung bereitstellen (Handke, 2017) oder die Digitalisierungsprozesse von Hochschulen und Schulen korrelieren (Blaschitz et al., 2012). In Einzeldisziplinen verankerte Diskussionen digitaler Lehre (wie beispielsweise für den Bereich der Rechtswissenschaften Eickelberg und Krätzsche, 2021, für die Geisteswissenschaften Klinker 2018, im Bio- und Chemieingenieurwesen Kockmann, 2020 und für die Medizin Molwitz et al., 2021 und Offergeld et al., 2021) stehen ausdrücklich multidisziplinäre Ansätze wie die Website und die Sammelbandpublikation (2021) des Hochschulforums Digitalisierung gegenüber. Die Einflussnahme der Pandemie auf die digitale Lehre diskutieren u.a. Elsholz et al. (2021), Hempel et al. (2021), Neiske et al. (2021) und Stanisavljevic und Tremp (2020), wobei in zahlreichen Publikationen der Blick für die Belange der Hochschullehrenden geschärft wird (beispielsweise analysieren Kaiser und Nonnenkamp, 2021 die Zufriedenheit der Dozierenden und Schumacher et al., 2021 thematisieren Motivationsfaktoren). Nicht nur Müller (2021) fokussiert den veränderten Workload von sowohl Lehrenden und Lernenden, auch weitere Beiträge rücken die Perspektive der Studierenden und deren Einschätzungen ins Licht (z.B. Mohi et al., 2021; Mulders und Krahn, 2021 und Stanisavljevic und Tremp, 2021).

Vor diesem Forschungshintergrund versucht der vorliegende Beitrag Lehrerfahrungen aus den Bereichen Bild- und Signalverarbeitung (MINT)² und Germanistik (Geisteswissenschaften) zu korrelieren und damit aus explizit transdisziplinärer Perspektive den Prozess der Digitalisierung in der Lehre präziser zu fassen und zu interpretieren. In dem fachübergreifenden Forschungsprojekt der L-Universität ta' Malta/Universität Malta, der Universität St. Gallen und der FH Graubünden wird der folgenden Fragestellung nachgegangen: Welche Vor- und Nachteile des digitalen Lehrens und Lernens sind fächerübergreifend festzustellen? Ziel des Beitrags ist es, im Rahmen einer Erfahrungsskizze einen Diskussionsbeitrag zu leisten, der sowohl Desiderate hinsichtlich Methode und Technik für die Online-Lehre identifiziert als auch deren medien-spezifischen didaktischen Potenziale profiliert.

² Fächer bzw. Fachdisziplinen aus dem Bereich Mathematik / Informatik / Naturwissenschaften / Technik

3. Forschungsmethodik

Hinsichtlich der Forschungsmethode ist zu bemerken, dass sich die vorliegende Fragestellung in paradigmatischer Weise für einen transdisziplinären Ansatz eignet, denn obwohl die fachspezifischen didaktischen Erfordernisse der Online-Unterrichtstools sehr verschieden sind, sind die technischen Möglichkeiten oftmals sehr ähnlich. Demnach verspricht insbesondere ein fächerübergreifender, komparatistischer Ansatz einen Erkenntnisgewinn. Um die Fragestellung zu bearbeiten, werden im Folgenden unter Rückbezug auf ein Referenzsystem – Salmons (2022) Fünf-Stufen-Modell der Online-

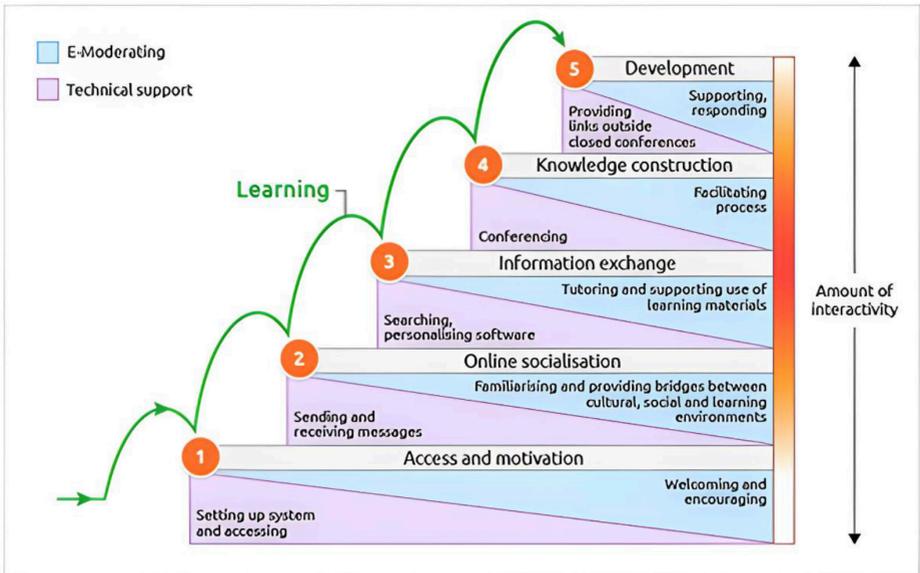


Abbildung 1: The five-stage-model (Salmon, 2022, CreativeCommons CC BY-NC-ND 4.0)

Lehre (vgl. Weßels et al., 2020 mit Übersetzung des Modells ins Deutsche) – Lehrer-fahrungen aus der Praxis analysiert und durch Interpretationen qualitativ ausgewertet.

Salmons (2022) five-stage-model (siehe Abbildung 1) konzeptualisiert die einzelnen Schritte der Lernprozesse im Online Teaching. Dabei wird auf den ersten Blick klar, dass weniger eine klare binäre, strukturstiftende Aufgabentrennung der Lehrenden und Lernenden anzunehmen ist (da sich ja alle gleichermassen in der virtuellen Lernumgebung befinden), vielmehr ist es notwendig, die lerntechnologischen Aspekte bei den Kommunikationsprozessen als konstitutiv zu betrachten. Wie Weßels et al. (2020) argumentieren, werden Lehrinhalte im Grunde genommen erst auf den Stufen 3-5 (Information exchange, Knowledge construction, Development) vermittelt, was auch bedeutet, dass Blooms (1956) Taxonomie der Lernziele erst in diesen Phasen anzusetzen ist, und impliziert, dass die ersten beiden Stufen (Access and motivation sowie Online socialisation) den eigentlichen Lernprozess erst ermöglichen und diese somit auch verstärkt in den Blickpunkt gerückt werden sollten. Entsprechend werden im Folgenden zunächst soziale und mediale Dimensionen der Online-Lernumgebungen analysiert, um daraufhin einige medienspezifische Potenziale und Herausforderungen im Kontext von Lernzielkontrollen und Übungsaufgaben herauszuarbeiten.

4. Resultate

4.1 Access and motivation sowie Online socialisation

Die Kommunikation in der synchronen Online-Lehre unterliegt anderen medialen Bedingungen als die Face-to-Face-Kommunikation in der Vor-Ort-Lehre. Das Fehlen eines gemeinsamen physischen Verweisraums hat Konsequenzen für (1) Interaktions- und Arbeitsformen, (2) Zugänglichkeit und allgemeine Arbeitsbedingungen sowie (3) die kommunikative Nähe (vgl. Koch & Oesterreicher, 1994, p. 588) und die Rollen der Lernenden und Lehrenden.

Interaktions- und Arbeitsformen

Das Fehlen eines gemeinsamen realen Raums bringt eine Reihe von Veränderungen mit sich, die die Kommunikationssituation in der synchronen Online-Lehre prägen: Man hat keinen Augenkontakt mit dem Gegenüber, da man den Blick entweder auf die andere Person oder auf die Kamera gerichtet hat; man sieht nur einen bestimmten Bildausschnitt, nicht die gesamte andere Person im gemeinsamen Raum; und Bild und Ton können bzw. müssen aktiv ein- und ausgeschaltet werden.

Das bedeutet für Lehrende z.B., dass sie im Gegensatz zur Vor-Ort-Lehre nicht mit einem Blick sehen können, ob die Studierenden bereit sind, einen Arbeitsauftrag zu erhalten oder zu beginnen, ob sie eine Erklärung verstanden haben, oder generell, ob jemand etwas sagen möchte. In der Regel muss daher in der Online-Lehre sehr viel öfter explizit nachgefragt werden, oder es müssen explizite Vereinbarungen über ein entsprechendes Studierenden-Feedback getroffen werden (z.B. über den Chat oder das «Daumen-hoch»-Symbol). In besonderem Masse gilt das, während Lehrende den Bildschirm teilen, da man in der Regel nicht gleichzeitig den eigenen Bildschirm und alle Studierenden sehen kann. Das hat auch Folgen für die Auswahl und Gewichtung von Arbeitsformen, da die gemeinsame Entwicklung einer Problemstellung, wie sie im Vor-Ort-Unterricht z.B. im Unterrichtsgespräch mit dem gemeinsamen Blick auf die Tafel erfolgt, nur erschwert möglich ist.

Der Verlust des unmittelbaren Feedbacks in der Online-Lehre ist ein Nachteil, der durch die Vereinbarung und Einübung neuer Routinen ausgeglichen werden muss. Vieles, was in der Face-to-Face-Kommunikation implizit oder nonverbal erfolgt, muss so in der Online-Lehre explizit gemacht werden. Für die Studierenden bedeutet das, dass sie mehr Verantwortung für das Funktionieren der Kommunikation übernehmen müssen.

Die räumliche Trennung hat nicht nur Einfluss auf das Unterrichtsgespräch, sondern auch auf andere Arbeitsformen im Unterricht. Bei Einzel- oder Gruppenarbeiten, wie sie z.B. in «Breakout-Rooms» auf Zoom stattfinden, sind die Studierenden zunächst auf sich selbst gestellt, da Lehrperson und Studierende einander weder sehen noch hören (Lehrende können dem virtuellen Gruppenarbeitsraum beitreten und Studierende können signalisieren, dass sie das möchten; aber eben nicht durch Blickkontakt). Das hat eine Reihe von Vorteilen: Man kann sich selbst organisieren, man wird von den Aktivitäten der anderen Gruppen nicht gestört, man beschafft sich fehlende Informationen selbstständig; für Studierende mit anderer Muttersprache, die die Mehrheit der Germanistikstudierenden an der Universität Malta stellen, ist es besonders von Vorteil, wenn sie so Video- oder Audiomaterialien nach Bedarf abspielen, stoppen und wiederholen können, anstatt sie in der Vor-Ort-Veranstaltung im Plenum zu sehen bzw. zu hören. In gewisser Weise kann die Online-Lehre so gezielt aufs Individuum abgestimmte Aktivitäten verwirklichen, wie sie etwa das Sprachlabor der 1970er mehr schlecht als

recht versucht hatte in den Unterricht einzubringen. Umgekehrt hat man als Lehrperson aber keinen direkten Eindruck vom Arbeitsprozess der Studierenden, und für die Studierenden ist eventuell die Hemmschwelle höher, die Lehrperson anzusprechen.

Insgesamt erfordern Interaktions- und Arbeitsformen in der Online-Lehre also neue Kommunikationsroutinen und ein höheres Engagement der Studierenden. Ausserdem sind bestimmte Arbeitsformen wie die gemeinsame Entwicklung einer Problemstellung im Unterrichtsgespräch nur bedingt möglich.

Zugänglichkeit und allgemeine Arbeitsbedingungen

Als Vorteil der Online-Lehre wird oft das Entfallen des Wegs zur Hochschule angeführt, als Nachteil die Abhängigkeit von technischer Ausstattung und einer stabilen Internetverbindung (vgl. Weßels et al., 2020). Beides ist richtig, aber für die Unterrichtssituation spielt nicht nur die technische Ausstattung eine Rolle: Auch der reale Raum, in dem sich die Studierenden befinden, spielt eine Rolle für das Gelingen der Kommunikation. Erfahrungsgemäss haben nicht alle Studierenden einen geeigneten Arbeitsplatz zu Hause, ungestört von Familienmitgliedern oder Mitbewohnenden. Auch mag ein Arbeitsplatz durchaus geeignet sein, einem Online-Vortrag zu folgen, aber nicht unbedingt für interaktiven Unterricht. So gab es an der Universität Malta zeitweise die Situation, dass einige Veranstaltungen vor Ort, andere online stattfanden. Daher brauchten die Studierenden Arbeitsplätze für die Online-Lehre auf dem Campus, was sich natürlich nur in grösseren Räumen verwirklichen liess, wo dann gleichzeitig an unterschiedliche Veranstaltungen teilgenommen wurde. Unter den Bedingungen der Pandemie ist die Organisation so vieler Arbeitsplätze besonders schwierig, aber das Grundproblem bleibt bestehen, dass man entweder Studierende entsprechende Arbeitsplätze zu Verfügung stellt oder die Verantwortung ins «Homeoffice» und damit ins Private verlegt.

Der Zugang zur Online-Lehre kann Studierende so vor technische und räumliche Anforderungen stellen, die soziale Differenzen verstärken. Andererseits bietet gerade dieser Aspekt einen hohen Gewinn an Flexibilität.

Kommunikative Nähe und Distanz

Face-to-Face-Kommunikation zeichnet sich tendenziell durch die kommunikative Nähe (vgl. Koch & Oesterreicher, 1994, p. 588) der Beteiligten aus. In der Online-Lehre suggerieren die realen Räume, in denen sich die Kommunikationsteilnehmenden befinden (oft das eigene Zuhause), eine informelle, von sozialer und emotionaler Nähe geprägte Kommunikationssituation. Gleichzeitig ist der virtuelle Seminarkontext durch die räumliche Distanz und die Kommunikation über den Bildschirm unverbindlicher und von Distanz geprägt. Die Kommunikationssituation in der Online-Lehre signalisiert also gleichzeitig mehr Distanz und mehr Nähe als der Vor-Ort-Unterricht. Für Studierende kann das ein Vorteil oder ein Nachteil sein. Online-Lehre kann als niedrigschwelliges Angebot wahrgenommen werden, da man seine gewohnte Umgebung nicht verlassen muss. Aber Studierende können dadurch auch verunsichert sein und nicht genau wissen, wie man sich angemessen vor der Kamera präsentiert, wie und ob man seine Umgebung zeigen soll etc. Darüber hinaus kann die Situation ein geringeres emotionales Engagement (vgl. Weßels et al. 2020) und eine eher passive Haltung fördern. Das kann dazu führen, dass Studierende das Gefühl haben, sie könnten während der Veranstaltung andere Arbeiten am Computer erledigen und die Veranstaltung «nebenher» mithören. Selbst wenn die Veranstaltung nicht aufgezeichnet wird, haben Studierende u. U. nicht das Gefühl an einer «Live»-Veranstaltung teilzunehmen und folgen ihren Multitasking-Gewohnheiten aus der privaten Mediennutzung, sodass sie für eine aktive Teilnahme am Unterrichtsgespräch schwieriger zu motivieren

sind. Zu erwähnen ist hier auch der mögliche Verlust der «Lerngemeinschaft» (Gruppengefühl, spontane Treffen am Rande der Vor-Ort-Veranstaltung). Treffen sind auch online möglich, erfordern aber eine entsprechende Initiative.

Das mediale Format der Online-Lehre kann also eine grössere kommunikative Distanz und eine geringere Verbindlichkeit suggerieren, verlangt aber gleichzeitig den Studierenden noch mehr Eigenverantwortung hinsichtlich ihres Kommunikations- und Lernverhaltens ab.

Betrachtet man insgesamt die Aspekte «Zugang und Motivation» und «Online-Sozialisation» (Salmon, 2022), dann ergibt sich für die Online-Lehre ein gemischtes Bild: Im Vergleich zur Vor-Ort-Lehre ist die Kommunikation im Unterricht aufwändiger und weniger spontan, und der Verlust des gemeinsamen Verweisraums macht bestimmte Arbeitsformen schwierig. «Online-Sozialisation» ist in diesem Sinne nicht nur eine Anfangsphase, sondern eine Aufgabe, die im Kurs durchgängig Aufmerksamkeit erfordert. Gleichzeitig verlegt die Online-Lehre viel (kommunikative, finanzielle, emotionale) Verantwortung auf die Studierenden. Im Gegenzug erwerben sie ein höheres Mass an Flexibilität.

4.2 Lernzielkontrolle und Leistungsfeststellung

Inwiefern das Online Teaching alle Stufen des Modells nach Salmon (2022) erfolgreich durchlaufen konnte, zeigt sich in den Lehr-/Lernerfolgen. Lernzielkontrollen aus dem vor-Ort-Lehr-Lern-Betrieb (mündliche und schriftliche Prüfung, Lernportfolio, Take-home Exam, Referate und Präsentationen etc.) lassen sich meist in ähnlicher Art und Weise in den Online-Betrieb überführen und auch zur Leistungsfeststellung verwenden. Dabei spielen eine Reihe von ethischen, juristischen, organisatorischen und praktischen Erwägungen eine Rolle, wie in den folgenden Abschnitten erläutert wird.

Schriftliche Prüfung im Distance-Modus mit/ohne Online-Überwachung

Prinzipiell lassen sich sowohl schriftliche Klausuren als auch Übungsblätter aus der Präsenzlehre 1:1 als elektronisches Papier in Lernmanagementsystemen (LMS) hinterlegen. Die Kursteilnehmenden geben die Lösungen zu den Aufgaben dann meist handschriftlich (z.B. hinzugefügte Strichzeichnung bzw. per ePen³ geschriebener Text) oder durch Einfügen von maschinengeschriebenem Text oder ganzen Dokumenten zurück. Das Einfügen beispielsweise von Graphen oder weiteren Textstücken erfolgt typischerweise in Form von elektronischen Dokumenten in einer oder mehrerer Dokumenttypenvarianten (z.B. PDF, MS Word etc.). Die akzeptierten Dokumententypen werden dabei von der Lehrperson festgelegt. Die derart nicht genau festlegbare Organisationsstruktur der abgegebenen Lösungen sowie die möglicherweise handschriftlich hinzugefügten Textstücke bedingen, dass die Korrektur der gestellten Aufgaben dann notwendigerweise händisch erfolgt. Das heisst, es gibt die Möglichkeit, sämtliche Aufgabenformen aus klassischen schriftlichen Prüfungen auch in elektronischer Form abzubilden. Eine automatisierte Auswertung – wie diese etwa für sehr grosse Klassen wünschenswert wäre – lässt sich auf diese Art aber nicht realisieren.

³ ePen elektronischer Eingabestift: Ein physischer Stift ohne Mine/Farbpigmente, mit welchem z.B. auf dem Touchscreen über eine Software ähnlich wie mit einem gewöhnlichen Stift handschriftlich Anmerkungen, Skizzen o.ä. erstellt werden.

Die im vorangegangenen Abschnitt diskutierte Art der Umsetzung von schriftlichen Klausuren als ePaper bietet sich als Lernzielkontrolle auch im Distance-Modus an, d.h. als schriftliche Modulprüfung für die Bearbeitung zu Hause: Die Kursteilnehmenden bearbeiten die gestellten Aufgaben von zu Hause aus, dann typischerweise innerhalb eines eng gesetzten, festgelegten Zeitrahmens. Letzterer ist allerdings bei der Verwendung von LMS nahezu beliebig konfigurierbar. Ethische, praktische und juristische Bedenken bestehen hinsichtlich der Einhaltung bzw. Einhaltbarkeit der Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Aufgaben. Täuschungsversuche z.B. durch Austausch von Lösungen mit anderen Kursteilnehmenden bzw. mit Dritten oder durch Verwenden von anderen als den zur Verfügung gestellten Materialien oder gar die komplette Bearbeitung der Aufgaben durch Dritte lassen sich faktisch nicht ausschliessen. Bestenfalls kann durch eine geschickte Wahl der Aufgabenstellung (z.B. unterschiedliche Aufgaben für die verschiedenen Kursteilnehmenden) das Risiko verringert werden. Trotz der Möglichkeit des Beaufsichtigens (engl. «proctoring»), z.B. durch die Webcam der Kursteilnehmenden, ist das Täuschungsrisiko ungleich höher als bei Vor-Ort-Prüfungen. Ausserdem ist die Zustimmung der Kursteilnehmenden für diese Art des Remote-Proctoring per Webcam erforderlich. Möglicherweise zu gewährende Nachteilsausgleiche (z.B. verlängerte Bearbeitungszeit) sorgen für besondere Sorgfaltspflicht bei der Einhaltung bzw. Überprüfung der Selbstständigkeit.

Als Alternative zur schriftlichen eKlausur bietet sich vor allem bei Verwendung von LMS der Einsatz von Online-Tests an. Hier werden Fragen im LMS hinterlegt, und diese online (zumeist im Browser) während der Prüfungszeit beantwortet. Diese Form der Prüfung lässt sich zentral moderieren, und ist in vielen Fällen hochgradig flexibel konfigurierbar. Die oben angeführten Bedenken hinsichtlich Selbstständigkeit bei der Beantwortung der Fragen gelten hier jedoch gleichermassen. Weitere erhebliche Nachteile bei der Verwendung von LMS für Online-Tests bestehen vor allem in der Einschränkung hinsichtlich erreichbarer Taxonomiestufen der Lernziele nach Bloom (1956) und den ästhetischen Limitierungen (siehe «Übungsaufgaben»).

Als dritte Variante der schriftlichen Online-Prüfung sei schliesslich die digitale Prüfung mittels Safe-Exam-Browser erwähnt. Dies ist eine Art von Online-Test, bei welcher die Kursteilnehmenden die Steuerung ihres PC für die Zeitdauer der Prüfung abgeben, und sich stattdessen in einen Remote-Rechner einwählen. Dadurch werden Kursteilnehmende während der Prüfung an der Nutzung z.B. von alternativen Materialien, Online-Chats, lokalen Verzeichnissen o.ä. gehindert. Wenig berücksichtigt ist dabei der enorme technische Aufwand, der beispielsweise für die Verwendung von kursspezifischer Software notwendig ist, sowie die Möglichkeit des Internetzugriffs durch ein unabhängiges Zweitgerät (Täuschungsversuch). In der Praxis hat sich die schriftliche Online-Prüfung mittels Safe-Exam-Browser daher bislang nur in den wenigsten Fällen bewährt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die schriftliche Online-Prüfung weniger geeignet ist, falls der Zugriff auf Online-Ressourcen (z.B. Internetquellen) ausgeschlossen sein soll. Geeignet ist sie vor allem in den Fällen, in denen Täuschungsversuche leicht unterbunden werden können oder durch andere Massnahmen (z.B. enge Zeitbegrenzung für die Bearbeitung der Aufgaben) erschwert werden können.

Take-home Exam

In der Online-Lehre gewinnt das Take-home Exam zunehmend an Bedeutung (insbesondere im Zusammenhang mit der Prüfung von Lernzielen, die höheren Taxonomiestufen zugeordnet werden können). Für Kursteilnehmende, welche noch keine Erfahrung mit diesem Prüfungstyp haben, kann die Versuchung gross sein, sich durch Täuschungsversuche z.B. durch Kopieren der Lösung von anderen Kursteilnehmenden einen Vorteil zu

verschaffen. Gegebenenfalls muss hier vorab Sensibilisierungsarbeit sowohl bei den Lehrenden als auch bei den Lernenden geleistet werden. Die Gewährung eines Nachteilsausgleichs bedarf bei dieser Prüfungsform möglicherweise besonderer Berücksichtigung.

Mündliche Prüfung im Distance-Modus mit/ohne Online-Überwachung

Mündliche Prüfungen – unabhängig ob als Online- oder als Vor-Ort-Prüfung – bieten den enormen Vorteil, dass sich das Erreichen der Lernziele durch die gezielten Fragen der Lehrperson sehr präzise und individuell überprüfen lässt. Allerdings ist der zeitliche Aufwand für Online-Prüfungen speziell bei grösseren Kursen z.T. enorm. Die grosse Herausforderung von mündlichen Prüfungen ist – auch bei Online-Prüfungen – die Objektivierbarkeit der Beurteilung, denn zum einen ist die Prüfung nicht anonymisiert und die Parteien sitzen sich real oder virtuell gegenüber (nonverbale Kommunikation, Sympathie, Antipathie). Zum anderen ist jede Prüfung individuell mit eigenen Fragen und Randbemerkungen ausgestaltet, welche typischerweise nicht in jeder Prüfung exakt gleich und wortgetreu wiederholt werden. Die oben erwähnten Herausforderungen bezüglich der Selbstständigkeit gelten für schriftliche wie mündliche Online-Prüfung gleichermassen. Auch bei mündlichen Online-Prüfungen ist das Überwachen per Webcam von der Zustimmung der Kursteilnehmenden abhängig. Das Aufzeichnen der Prüfung durch die Kursteilnehmenden kann nicht ausgeschlossen werden.

Lernportfolio

Ebenso wie die Take-home-Prüfung hat auch das Lernportfolio im Zusammenhang mit der zunehmenden Online-Lehre – vor allem durch die Kritik an schriftlichen und mündlichen Online-Prüfungsformen, aber auch aus didaktischen Erwägungen heraus – an Bedeutung gewonnen. Das Lernportfolio lässt sich sehr gut im Distance-Modus verwenden. Gegenüber der Vor-Ort-Lehre weist die Online-Variante des Lernportfolios in den meisten Fällen keine Nachteile auf.

Wie die vorliegende Skizze bisher zeigen konnte, lässt sich somit festhalten, dass der Erfolg von Lernzielkontrollen im Online Teaching in einem hohen Masse mit Vertrauensverhältnissen, Persönlichkeitsstrukturen und Sensibilisierungs- und Aufklärungsarbeit korreliert.

Übungsaufgaben und Online-Quizzes / Online-Tests

Mit dem Fokus auf Übungsaufgaben und Online-Quizzes werden im Folgenden insbesondere Prozesse des Information Exchange und der Knowledge Construction (Salmon, 2022) diskutiert. Der Gebrauch von Übungsblättern mit Aufgaben, welche typischerweise nach der selbstständigen Bearbeitung durch die Teilnehmenden (v.a. im Selbststudium) im festen zeitlichen Rhythmus (z.B. wöchentlich) abzugeben sind, hat sich in einigen Fächern etabliert. Der Einsatz von LMS zur Abwicklung dieser Übungen hat eine Reihe von Vorteilen. In der nun folgenden Diskussion wird vorausgesetzt, dass sich die Kursteilnehmenden ihrer Eigenverantwortung bewusst sind, und die von der Lehrperson zur Verfügung gestellten Übungsaufgaben selbstständig oder in Kleingruppen zu ihrem eigenen Vorteil bearbeiten, d.h., die Übungen zur Erarbeitung und Festigung von Kompetenzen benutzen. In der Online-Realisierung sind Übungsblätter entweder klassisch als Dokumente (z.B. als PDF) oder als Online-Fragesammlung, z.B. unter dem Begriff «Online-Quiz» oder «Online-Test» bekannt.

Vorteile der Übungsabwicklung durch LMS gegenüber physischen Übungsblättern

Zunächst sollen einige Vorteile der Abwicklung von Übungen durch LMS aufgelistet werden: Erstens werden die Übungsaufgaben zusammen mit den von den Kursteilnehmenden abzugebenden Lösungen zentral und elektronisch verwaltet. Damit sind wesentliche

Voraussetzungen für eine Verringerung von juristischen Rekursen gegeben. Zweitens lassen sich Online-Fragen bei entsprechend geeigneter Fragetypauswahl durch das LMS – zumindest teilweise – objektiviert auswerten. Drittens kann auf die online gestellten Übungsaufgaben jederzeit und von überall aus zugegriffen werden. Die Übungsblätter können nicht «verloren gehen». Grössere Nachteile der physischen Übungsblätter gegenüber der Online-Form liegen viertens in der zeitlichen Abwicklung der Korrektur begründet: Zum einen erhalten die Teilnehmenden das Feedback nicht zeitnah, sondern erst nach – meist händischer – Korrektur der abgegebenen Aufgaben. Zum anderen bedingt die Abgabe z.B. über ein Briefkastensystem, dass sie die Aufgaben nach Abgabe nicht mehr bearbeiten können. Ein fünfter Vorteil der Abwicklung über LMS ist die weitreichende Konfigurierbarkeit sowohl des Einreichmodus (z.B. mehrfache Abgabe möglich) als auch des Feedbacks. Feedback kann z.B. direkt nach Abgabe erfolgen, und die Kursteilnehmenden können das Feedback nutzen, um die abgegebene Lösung zu überarbeiten und selbstständig zu verbessern. In Kombination mit mehrfacher Abgabemöglichkeit birgt ein solches Verfahren allerdings den Nachteil, dass sich einzelne Kursteilnehmende dazu verführen lassen, wenig Eigeninitiative in die Bearbeitung der Übungsaufgabe zu stecken und sich verstärkt durch das Feedback zum Ziel leiten zu lassen und dadurch den Lernprozess zu unterlaufen. Dies wird aber in der Regel durch andere Lernzielkontrollverfahren aufgedeckt.

Nachteile der Übungsabwicklung durch LMS

Wie bereits bei der Diskussion der Lernzielkontrolle angesprochen, lassen sich schriftliche Übungsblätter 1:1 in elektronischer Form als «eÜbungsblätter» umsetzen (klassische Übungsblätter werden meist als PDF im LMS hinterlegt), dann allerdings mit den entsprechenden Einschränkungen bzw. oben diskutierten Nachteilen der zeitlich verzögerten Abwicklung.

Ein Nachteil von in LMS erstellten Übungsblättern liegt in der ästhetischen Aufbereitung der Übungsblätter. LMS haben meist nur limitierte Layout-Möglichkeiten, sodass das elektronische Übungsblatt mitunter nicht den Qualitätsmerkmalen von physischen, d.h. gedruckten bzw. gelayouteten Übungsblättern entspricht. Auf Seiten der Kursteilnehmenden hat dies einen z.T. ernstzunehmenden Einfluss auf die Motivation zur Bearbeitung der Übungsblätter (siehe Punkt 1 aus Abbildung 1). Auf Seiten der Lehrperson ist das Erstellen eines ansprechenden Layouts in LMS mit z.T. erheblichem zusätzlichem Aufwand verbunden.

Darüber hinaus bildet die Arbeit mit höheren Lernziel-Taxonomiestufen (Bloom, 1956) eine erhebliche Herausforderung für LMS. Für die Erstellung von objektiv korrigierbaren Prüfungsaufgaben wird gerne auf LMS zurückgegriffen. Der Online-Test lässt sich durch im LMS hinterlegte Antworten automatisch auswerten. Dieses Verfahren ist vor allem im Zusammenhang mit Multiple-Choice-Tests bekannt, lässt sich aber beliebig auch auf andere Fragetypen ausweiten, bei welcher z.B. auch Textantworten oder numerische Antworten, sprich Zahlen, möglich sind. Im Allgemeinen könnten damit prinzipiell auch höhere Taxonomiestufen als ein reines Abfragen von auswendig gelerntem Wissen erreicht werden.

In der Praxis ist es allerdings schwierig, eine objektivierbare Auswertung z.B. beim Übertragen von Lösungen auf neue Sachverhalte zu erstellen. Dies soll im Folgenden an einem Beispiel erläutert werden. In Abbildung 2 ist eine Gegenüberstellung von zwei möglichen Abfragen desselben Lerninhalts gezeigt, links als Aufgabenstellung zur händischen Korrektur und Beurteilung (klassisches Übungsblatt), rechts als Online-Quizfrage.

klassisches Übungsblatt

Gegeben ist das Signal $x(t)$

Skizzieren Sie (mit Beschriftung) die folgenden Signale:

- $x(t - 2)$
- $x(t/2)$
- $x(-t)$
- $x(2t)$

online Quizfrage

Gesucht sind eine Reihe von Transformationen des folgenden Signals $x(t)$

Ordnen Sie die richtigen Graphen zu:

...

(aus Platzgründen wird hier nur ein Graph gezeigt)

Abbildung 2: Gegenüberstellung von Aufgabentypen aus klassischem Übungsblatt (links) und im LMS hinterlegten, automatisch auswertbarem Online-Quiz (rechts). Während im klassischen Fall die Taxonomiestufe «Anwendung» erreicht wird, kann beim Online-Quiz in der vorliegenden Form nur die Taxonomiestufe «Verständnis» überprüft werden. Der Autorschaft ist derzeit kein LMS zugänglich, mit welchem von den Kursteilnehmenden erstellte Graphen automatisch ausgewertet bzw. beurteilt werden könnten.

Praktische Erwägungen zur Erstellung von Online-Quizzes

Vorweg sei darauf hingewiesen, dass das Erstellen von Online-Tests in LMS mit zum Teil erheblichem Aufwand und Frustrationspotenzial verbunden ist: Die eingeschränkten Layoutmöglichkeiten sowie die Besonderheiten der jeweils verwendeten Software liefern eine Reihe von Hindernissen, die bei der Umstellung auf Online-Tests überwunden werden müssen. Vor allem in den MINT-nahen Fächern gibt es eine Reihe von Randbedingungen, die vorab geklärt sein müssen bzw. vor denen an dieser Stelle gewarnt wird, wie im Folgenden verdeutlicht wird: Nehmen wir an, die Kursteilnehmenden sollen den Flächeninhalt A eines Kreises mit Radius $r = \frac{1}{2}$ berechnen; die Lösung dazu lautet $A = \pi r^2 = \pi/4$. Der zur Auswertung der Antworten im LMS verwendete Interpreter kann zwar numerische Lösungen erkennen und bewerten, hat aber nur rudimentäre Möglichkeiten, die Lösung zu berechnen, und kann auch keine mathematischen Ausdrücke auswerten. Die korrekte Antwort $\pi/4$ wird in der Folge vom LMS als «falsch» bewertet. Eine praktische Implementierung im LMS kann demnach nur durch die folgende Aufgabenstellung erreicht werden: Geben Sie das Ergebnis auf zwei Nachkommastellen genau an (gesucht ist dann die Antwort 0.79). Im klassischen Übungsbetrieb würde die Lehrperson als Antwort allerdings $\pi/4$ erwarten, d.h. das Ergebnis wird in Vielfachen von π angegeben.

Auch dieser Erwartungshaltung lässt sich im Online-Quiz entsprechen: Geben Sie die Lösung in Vielfachen von π an (gesucht ist dann die Antwort 0.25). Falls mehrere Flächeninhalte von z.B. Kreis, Rechteck, Dreieck etc. berechnet werden sollen, ist diese Möglichkeit allerdings wiederum unpraktikabel, da nur der Flächeninhalt des Kreises in Vielfachen von π angegeben werden soll, nicht aber der Flächeninhalt von Rechteck und Dreieck. Als

weitere praktische Schwierigkeit sei hier darauf verwiesen, dass das Zeichen π nicht immer Teil des Standard HTML-Zeichencodes ist, wie er für das Anzeigen des Online-Quizzes verwendet wird, und das Einfügen von solchen Sonderzeichen mit z.T. erheblichem Aufwand und Einbussen bei der Qualität der Darstellung verbunden ist, falls das Sonderzeichen etwa als Grafik eingebunden werden muss. Die in diesem Abschnitt diskutierten Aspekte betreffen v.a. die Stufe 3 des five-stage-models (Salmon, 2022, siehe Abbildung 1), da durch die angesprochenen Besonderheiten der Informationsfluss gestört und die knowledge construction (Stufe 4 des five-stage-models nach Salmon, 2022) behindert wird, da sowohl bei den Lehrpersonen als auch bei den Studierenden tiefere Kenntnisse bei der Handhabung des LMS notwendig sind, welche nur durch den Gebrauch (Versuch und Irrtum) erworben werden können.

Ein möglicher Vorteil von LMS ist die prinzipielle Wiederverwendbarkeit der einmal erstellten Aufgaben und Fragesammlungen. Allerdings ist dies kein Alleinstellungsmerkmal, denn diesen Vorteil hat auch das klassische Übungsblatt. Hinzu kommt, dass das Kopieren von Übungsblättern für die Nutzung in z.B. zukünftigen Semestern meist ohne Aufwand möglich ist, während das Kopieren der Online-Fragesammlungen, Online-Tests, und derer Konfiguration (z.B. Anpassung der Abgabefristen und -daten) meist ungleich aufwändiger ist, sodass die Wiederverwendbarkeit der Aufgaben in der Praxis gegenüber dem physischen Übungsblatt letztendlich erschwert ist.

Zusammengefasst lässt sich einerseits festhalten, dass der klassische Übungsbetrieb 1:1 in der Online-Lehre abgebildet werden kann, d.h. das Übungsblatt zumeist als PDF in das LMS eingestellt werden kann, mit den diskutierten Vor- und Nachteilen. Andererseits ist beim Umstieg auf Online-Lehre zu beachten, dass höhere Taxonomiestufen (Bloom, 1956) im diskutierten Online-Übungsbetrieb fast ausschliesslich dem klassischen eDokument vorenthalten sind, während in Online-Quizzes – ähnlich wie in Multiple-Choice-Prüfungen – vornehmlich die Taxonomiestufen 1 und 2 erreicht werden. Daraus liesse sich ableiten, dass sowohl Übungen als auch schriftliche Modulprüfungen vor allem in höheren Semestern unter Abwägung der Vor- und Nachteile zumindest derzeit noch eher als ePaper erstellt werden sollten.

5. Diskussion und Implikationen für die Wissenschaft und Praxis

Anhand der vorliegenden Einblicke aus der transdisziplinären Online-Lehrpraxis lassen sich mehrere Herausforderungen in der digitalen Lehre präziser fassen. Erstens ist davon auszugehen, dass das im Vergleich zur Präsenzlehre völlig andere sozial-emotionale Lernumfeld im Distance Learning einen enormen Einfluss auf Lehr- und Lernprozesse nimmt. Daraus ergibt sich als Implikation für die Produktentwicklung im Bereich LMS das Desiderat, Möglichkeiten der Kommunikation technisch umzusetzen, die soziale Lernsynergien verstärkt unterstützen. Hinsichtlich der Lehr- und Lernpraxis zeigt sich die Notwendigkeit, Online-Sozialisierungsprozesse in den Einführungsphasen der einzelnen Lehreinheiten gezielt in die Unterrichtsplanung aufzunehmen und im Sinne medienspezifischer Potenziale umzusetzen. Zweitens wurde deutlich, inwiefern sich in der digitalen Lehre ein Spannungsfeld ergeben kann zwischen den avisierten Lernzielen einerseits und den manchmal limitierenden technischen Möglichkeiten andererseits, die die Lehrperson dazu verleiten können, die Lehrziele an die zur Verfügung stehenden Methoden anzupassen statt umgekehrt, und zusätzliche Sensibilisierungsarbeit erfordern. Darüber hinaus zeigte sich, dass gerade auf höheren Stufen der Lernziel-Taxonomie (Bloom, 1956), wie z.B. Neues zu schaffen (Synthese) oder Erlerntes kritisch zu reflektieren (Beurteilen), insbesondere Online-Tools funktionieren, die realweltliche Medien (wie z.B. Papier) digital abbilden. Als Implikation ergibt sich daraus zunächst das Desiderat eines verbesserten Qualitätsmanagements, d.h. verbesserter Kommunikations- und Rückmeldungsmöglichkeiten z.B. zwischen Lehrenden (Bedarf) und Didaktikzentren (technischer Support) oder auch Software-Entwickelnden.

Ob ein Kurs im Einzelfall sinnvollerweise online, vor Ort oder blended angeboten werden sollte, hängt also von vielfältigen (sozialen, technischen, didaktischen, organisatorischen) Faktoren ab. In jedem Fall zeigt sich, dass im Online Teaching die Kreativität der Lehrenden, die technischen Limitationen in medienspezifische Potenziale umwandeln zu können, mehr denn je gefragt ist.

6. Überblick und Kontakt

Projektteam	Dr. Elisabeth Birk Prof. Dr. habil. Udo Birk Dr. Hanne Birk
Partner	L-Università ta' Malta/University of Malta Universität St. Gallen (CAT)
Finanzierung	FH Graubünden
Dauer des Projekts	Februar 2020 bis Januar 2022
Kontakt	Dr. Elisabeth Birk elisabeth.birk@um.edu.mt

7. Referenzen

Blaschitz, E., Brandhofer, G., Nosko, Ch., et al. (Eds.). (2012). Zukunft des Lernens: Wie digitale Medien Schule, Aus- und Weiterbildung verändern. Verlag Werner Hülsbusch.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain. David McKay Co Inc.

CreativeCommons (besucht am 27.02.2022). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Demantowsky, M., Lauer, G., Schmidt, R., et al. (Eds.). (2020). Was macht die Digitalisierung mit den Hochschulen? Einwürfe und Provokationen. De Gruyter.

Eickelberg, J. M., & Krätzschel, H. (2021). Digitale Lehre: Studium – Referendariat – Weiterbildung. Verlag Franz Vahlen.

Elsholz, U., Fecher, B., Deacon, B., et al. (2021). Implikationen der Covid-19-Pandemie für digitale Lehre: Organisierte Freiheit als Veränderungsparadigma. *MedienPädagogik*, 40, 472-486. <https://doi.org/10.21240/mpaed/40/2021.11.29.X>.

Handke, J. (2017). Handbuch Hochschullehre Digital: Leitfaden für eine moderne und mediengerechte Lehre. Tectum Verlag.

Hempel, G., Weissenbacher, A. & Stehr, S. N. (2021) COVID-19: eine Chance zur Digitalisierung der Lehre? *Anaesthesist*. <https://doi.org/10.1007/s00101-021-01016-4>.

Hochschulforum Digitalisierung (Eds.). (2021). Digitalisierung in Studium und Lehre gemeinsam gestalten: Innovative Formate, Strategien und Netzwerke. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32849-8>.

Hochschulforum Digitalisierung. (besucht am 27.02.2022) <https://hochschulforumdigitalisierung.de/>.

Hodges, Ch., Moore, S., Lockee, B., et al. (2020, March 27). The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review* <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>.

Kaiser, N. & Nonnenkamp, D. (2021). Digitale Lehre und Zufriedenheit von Hochschullehrenden: Eine empirische Studie zum Zusammenhang von didaktischer Kompetenz und akademischer Medienkompetenz auf die Zufriedenheit mit der digitalen Lehre von Hochschullehrenden. *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik*, 21, 1-14. <https://doi.org/10.21240/lbzm/21/13>.

Klinke, H. (Ed.). (2018). #DigiCampus: Digitale Forschung und Lehre in den Geisteswissenschaften. readbox unipress.

Koch, P. & Oesterreicher, W. (1994). Schriftlichkeit und Sprache. In H. Günther & O. Ludwig, (Eds.), *Schrift und Schriftlichkeit. Writing and its Use. Vol. I.* (pp. 587-604). De Gruyter.

Kockmann, N. (2020). Der Schnellstart in die digitale Lehre unter Corona-Randbedingungen. *Chem. Ing. Tech.* 92 (12), 1877-1886.

Mohi, A., Gniesmer, S., Ranjbar, M., et al. (2021). Digitale Lehre 2020: Studenten schätzen die Aufmerksamkeit während einer Onlinevorlesung gleichwertig zu einer Präsenzvorlesung ein. *Ophthalmologie* 118, 652-658. <https://doi.org/10.1007/s00347-021-01344-1>.

Molwitz, I., Othman, A., Brendlin, A., et al. (2021). Digitale Lehre mit, durch und nach COVID-19. *Der Radiologe* 61, 64-66 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00117-020-00794-z>.

Mulders, M. & Krah, S. (2021). Digitales Lernen während der Covid-19-Pandemie aus Sicht von Studierenden der Erziehungswissenschaften: Handlungsempfehlungen für die Digitalisierung von Hochschullehre. *MedienPädagogik*, 40, 25-44. <https://doi.org/10.21240/mpaed/40/2021.02.02.X>.

Müller, S. (2021). Workload in Zeiten digitaler Lehre: Eine Befragung von Studierenden und Lehrenden. *MedienPädagogik*, 40, 177-205. <https://doi.org/10.21240/mpaed/40/2021.11.16.X>.

Neiske, I., Osthusenrich, J., Schaper, N., et al. (Eds.). (2021). Hochschule auf Abstand: Ein multiperspektivischer Zugang zur digitalen Lehre. Transcript. <https://doi.org/10.14361/9783839456903>.

Neuhausen, H. (2018). Die Universitäten digitalisieren sich: Was bedeutet das für ihre Bibliotheken? *Bibliothek: Forschung und Praxis*, 42(3), 411-424. <https://doi.org/10.1515/bfp-2018-0060>.

Offergeld, C., Ketterer, M., Neudert, M., et al. (2021) „Ab morgen bitte online“: Vergleich digitaler Rahmenbedingungen der curricularen Lehre an nationalen Universitäts-HNO-Kliniken in Zeiten von COVID-19. *HNO* 69, 213-220. <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00939-5>.

Salmon, G. (besucht am 27.02.2022). The Five Stage Model. <https://www.gillysalmon.com/five-stagemodel>.

Schumacher, F., Ademmer, T., Bülter, S., et al. (2021). Hochschulen im Lockdown. Lehren aus dem Sommersemester 2020. Ergebnisse der Community Working Group ‚Motivationsfaktoren für Dozierende zur Umsetzung digital unterstützter Lehre.‘ Edition Stifterverband. <https://doi.org/10.25656/01:23547>.

Stang, R. & Becker, A. (Eds.). (2020). Zukunft Lernwelt Hochschule: Perspektiven und Optionen für eine Neuausrichtung. De Gruyter.

Stanisavljevic, M. & Tremp, P. (2021). Zunehmende Komplexität – notwendige Differenzierungen: Ein Diskussionsbeitrag zu Studium und Lehre als digitale Praxis. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 39 (3), 336-350.

Stanisavljevic, M. & Tremp, P. (Eds.). (2020). (Digitale) Präsenz: Ein Rundumblick auf das soziale Phänomen Lehre. *Pädagogische Hochschule Luzern*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4291793>.

Weßels, D., Bochert, S. & Langholz, J. (besucht am 11.08.2022) Lessons Learned: Mit 12 Fragen zu mehr Online-Glück in der Hochschullehre. *Gute Lehre/Hochschullehre in Krisenzeiten*. <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/lessons-learned-online-hochschullehre>.

Personalallokation und -planung für das Immobilienmanagement im Tourismus (PIT)

Autorenschaft: Corsin Capol, Christopher Jacobson, Stefano Balestra, Tanja Bügler, Yves Staudt

Die Fachhochschule Graubünden (FHGR) hat zusammen mit der Weisse Arena Gruppe und LAAX Homes AG einen Forschungsprototyp für die Personalallokation und -planung für das Immobilienmanagement im Tourismus entwickelt. Im Anschluss an die Modellierung der Personalstrukturdaten und der Übernachtungsangebote wurde ein AI Constraint Satisfaction Solver für die Personalallokation (Planung von Reinigungsteams für einen konkreten Tag) durch das Institut für Photonics und Robotics (IPR) entwickelt.

Ebenfalls wurden die Einflussfaktoren auf die Vorbuchungs- und Aufenthaltsdauer anhand maschinellen Lernens durch das Institut für Tourismus und Freizeit (ITF) erforscht und das Verhalten von Eigentümern und Gästen analysiert.

Basierend auf den Erkenntnissen der Tourismusforschung wurde ein Modell zur Vorhersage der Anzahl an Abreisen durch das IPR implementiert. Durch eine agile Vorgehensweise wurde der Forschungsprototyp früh getestet und in die Systemlandschaft der Weisse Arena Gruppe integriert.

Mit einer vorausschauenden und technologieunterstützten Vorhersage des Personalbedarfs kann das benötigte Reinigungspersonal vorzeitig (den zu reinigenden Immobilien) zugeordnet werden. Durch die Planungssicherheit seitens der Weisse Arena Gruppe und der LAAX Homes AG können Engpässe frühzeitig erkannt und entsprechende Massnahmen definiert werden. Dies hat einen Einfluss auf die Zufriedenheit von Mitarbeitenden.

Die Ferienimmobilien können durch die Personalallokation effizient durch das Reinigungspersonal angefahren und gereinigt werden.

Keywords: Künstliche Intelligenz, Vorhersage, Zeitreihenanalyse, Constraint Satisfaction Solver, Operations Research, Verhalten und Bedürfnisse von Ferienwohnungsgästen, Modellierung des Verhaltens

1. Ausgangslage und Ziele

Vermietete Feriendomizile werden in der Schweiz seit dem Aufkommen von Online-Buchungsplattformen wie Airbnb vermehrt nachgefragt. Dieser Trend verstärkt sich auch während der Corona-Pandemie, da das Bedürfnis nach Platz und Raum zunimmt (Laesser et. al., 2021). Viele Eigentümer in der Schweiz reagieren darauf, indem sie ihre Ferienimmobilien zusehends vermieten (Bundesamt für Statistik, 2021).

Aufgrund knapper Personalressourcen und z.B. mangelnder Berufserfahrung im Tourismus findet die Vermietung der Ferienimmobilien in der Schweiz oftmals durch Dritte statt, weshalb der Bedarf an Vermietungs- und Verwaltungsgesellschaften steigt. Die angebotenen Dienstleistungen sind vielfältig und umfassen verschiedene eigentümer- bzw. gastzentrierte Tätigkeiten. Zu diesen zählt z.B. die Inwertsetzung und Instandhaltung von Immobilien als auch die On- und Offline-Kommunikation und Interaktion mit Gästen während der gesamten Customer Journey (Inspiration, Information, Buchung, Aufenthalt und Bewertung).

Die saisonal schwankende Nachfrage (Stylos et al., 2021) und sich verändernde Bedürfnisse der Gäste (Bandi & Roller, 2020), als auch die räumliche Distanz zwischen und die knappen personellen Ressourcen für die Reinigung von Ferienimmobilien stellen die Vermietungs- und Verwaltungsgesellschaften vor grosse Herausforderungen (Rocha et. al., 2012).

Das Ziel des Projektes ist es, die zentralen Herausforderungen erkenntnisgetrieben und zukunftsorientiert zu meistern. Dazu werden im ersten Schritt die Einflussfaktoren auf das Gästeverhalten anhand von «Machine Learning» für die Vorbuchungs- und Aufenthaltsdauer modelliert. Im zweiten Schritt werden die Anforderungen, Bedürfnisse sowie das Verhalten der Gäste und Eigentümer während den jeweiligen Customer Journeys eruiert und Handlungsoptionen abgeleitet. Anhand deren soll die subjektiv eingeschätzte Erlebnis- und Dienstleistungsqualität nachhaltig verbessert werden.

Ebenfalls werden im Projekt die logistischen Herausforderungen während der Planung und Allokation des Reinigungspersonals reduziert; dies, um die Reinigung sicherzustellen, eine steigende Anzahl an betreuten Immobilien zu ermöglichen und um Skaleneffekte zu realisieren. Durch den Einsatz künstlicher Intelligenz sollen Abläufe und Wege auch langfristig effizient gestaltet und eingeplant werden, sodass die Reinigung stets zuverlässig und zeitgerecht erfolgen kann (vgl. Lau et al., 2016; Murakami et al., 2011; Petrovic, 2016).

Die Planung von Reinigungsteams für einen konkreten Tag (Personalallokation) berücksichtigt dabei gesetzliche Rahmenbedingungen (z.B. Arbeitsrecht) und schöpft innerhalb dieser – basierend auf aktuellen Belegungen der Immobilien und Verfügbarkeiten der Reinigungsteams – Potenziale zur Optimierung aus. Das Problem, Reinigungsteams möglichst optimal zu reinigenden Immobilien zuzuteilen, kann als eine Art des Vehicle Routing Problems (VRP) betrachtet werden. Beim VRP handelt es sich um ein multiple Traveling Salesperson Problem (multiple TSP) (Dantzig et. al., 1959). Dabei geht es darum, eine Reihenfolge für den Besuch mehrerer Orte zu finden, ohne einen Ort mehrmals anzufahren, die Gesamtstrecke möglichst kurz zu halten und am Ende wieder beim Ausgangspunkt anzukommen. Das Problem ist eng mit der Tourenplanung verknüpft, bei welcher Aufträge in eine möglichst optimale Reihenfolge gebracht werden müssen. Die Grundmodelle beider Probleme (TSP und Tourenplanung) gehören zur Klasse der NP-schweren Probleme (Toth et. al., 2002). Deshalb werden zur Lösung dieser (und ähnlicher) Probleme oft Heuristiken eingesetzt (Rocha et. al., 2012). Heuristiken sind ein analytisches Vorgehen, um in begrenzter Zeit zu einer praktikablen Lösung zu kommen.

Die mittelfristige Einsatzplanung von Reinigungsteams hingegen wird basierend auf kontextspezifischen Gegebenheiten abgeschätzt. Hier können u. a. die Merkmale der Ferienimmobilien, Buchungsdaten aus der Vergangenheit oder Verhaltensmuster der Gäste einen Einfluss ausüben. Um Vorhersagen über zukünftige Ereignisse treffen zu können, werden Zeitreihen eingesetzt. Eine Zeitreihe lässt sich häufig in unterschiedliche Komponenten zerlegen. Die Trendkomponente veranschaulicht die Grundrichtung und zeigt die langfristige Veränderung. Die Saisonkomponente stellt die sich wiederholende zyklische Veränderung innerhalb eines Jahres dar und die irreguläre Komponente erklärt Zufallsschwankungen und Ausreisser. Basierend auf diesen Komponenten gibt es verschiedene Methoden zur Analyse der Zeitreihe und Vorhersage. Da die Komplexität der Modelle nicht zwingend etwas über die Güte der Vorhersage aussagt, wurden in dieser Arbeit verschiedene Modelle (beispielsweise SARIMAX, TBAT, Prophet) evaluiert.

2. Eingesetzte Methoden / Vorgehensweise

Im interdisziplinären Projekt werden verschiedene Methoden zur Erkundung des Verhaltens der Gäste und Eigentümer sowie für die die Personalplanung und -allokation angewendet.

Verhalten von Gästen und Eigentümern

Das Verhalten von Ferienimmobilien Gästen und -eigentümern stellt die Ausgangslage für die Personalplanung dar. Zu Beginn wird ein Machine-Learning-Algorithmus für die Identifikation von Einflussfaktoren auf die Vorbuchungs- und Aufenthaltsdauer entwickelt und verfeinert. Dieses berücksichtigt neben buchungsbezogenen Informationen die Merkmale und Bewertungen der Ferienimmobilien als auch Marketingmassnahmen. Für die Modelle kommen sogenannte «Generalized Boosted Regression Models», welche Regressionsbäume verallgemeinern, zur Anwendung.

Darauf aufbauend werden die Verhaltensweisen und -muster der Ferienimmobilien Gäste anhand einer qualitativen Befragung vertieft eruiert. Die Aussagen der 65 Befragten werden mittels einer strukturierten qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet. Die Interpretation der Aussagen und Einordnung zu unterschiedlichen Verhaltensmustern ermöglicht zudem ein vertieftes Verständnis zu den unterschiedlich ausgestalteten Customer Journeys sowie der wahrgenommenen Erlebnis- und Dienstleistungsqualität im Betrachtungszeitraum Februar bis November 2020.

Personalplanung

Wenn Ereignisse vorhergesagt werden sollen, ist die Auswahl der richtigen Methode essenziell. Die Methode hängt in erster Linie von den zur Verfügung stehenden Daten ab. In einem der ersten Schritte wird die Menge an Daten eruiert. Bei kleinen Datensätzen werden andere Methoden gewählt als bei grossen Datensätzen. Weiter gilt es zu berücksichtigen, welche Art von Daten zur Verfügung steht. Zum Beispiel: Sind die Daten numerisch oder kategorisch? Bilden die Daten eine Zeitreihe? Sind Saisonalitäten erkennbar? Auch der Einfluss der einzelnen Daten (Features) auf die Vorhersage spielt bei der Auswahl eine Rolle. Zum Beispiel: Wie gross ist der Einfluss des Wetters auf die Vorhersage der Anzahl Fahrradfahrender an einem Montagmorgen? Wenn alle Fragen zu den Daten beantwortet wurden, steht meistens immer noch eine Menge Modelle und Methoden zur Auswahl. Um diese weiter einzugrenzen, werden Experimente durchgeführt. Dabei ist wichtig, eine für die Problemstellung passende Metrik zum Vergleich der Modelle zu wählen, sowie den Datensatz zwischen Trainings- und Testdaten aufzuteilen.

Für das Vorhersagemodell der Anzahl Abreisen von Gästen an einem bestimmten Datum, welches 28 Tage in der Zukunft liegt, wurde ein Datensatz mit Buchungsdaten vom Januar 2018 bis zum April 2021 aufgebaut. Zusätzlich zu den Buchungsdaten wurden weitere Daten berücksichtigt. Diese sind: die gesamte Anzahl Immobilien(-einheiten) im Portfolio, der Prozentsatz früher Buchungen (mehrere Wochen im Voraus), der Wochentag, die Saisondaten der Feriendestination sowie Feiertage verschiedener europäischer Länder. Der Einfluss anderer Daten wie Wetter oder Events wurde auch untersucht. Daraufhin wurden alle zur Verfügung stehenden Modelle und Methoden in wiederholbaren Experimenten getestet und verglichen.

Personalallokation

Das Problem der optimalen Zuteilung von Ressourcen ist sehr komplex. Deshalb wird diese Art von Problem typischerweise mit Hilfe von Heuristiken gelöst. Um eine möglichst

optimale Lösung zu finden, braucht eine Heuristik Grenzen, welche den Lösungsraum einschränken und mit deren Hilfe die Güte einer Lösung beurteilt werden kann. Diese Grenzen werden Constraints genannt. In diesem Projekt wurden weiche (soft) und harte (hard) Constraints eingesetzt, um eine möglichst optimale Zuteilung von zu reinigenden Immobilien und Reinigungspersonal in einer begrenzten Zeit zu finden. Dazu wurden die folgenden Grenzen definiert:

1. Die Ferienimmobilie muss spätestens bis zum Eintreffen eines neuen Gastes gereinigt sein.
2. Das Reinigungsteam kann frühestens dann mit der Reinigung beginnen, wenn der letzte Gast abgereist ist.
3. Das Reinigungsteam kann maximal eine vorgegebene Anzahl Stunden pro Tag arbeiten (inkl. Pausen).
4. Die Fahrtzeit für das Reinigungsteam zwischen den zu reinigenden Ferienimmobilien soll möglichst gering sein.
5. Die Fahrtzeit für das Reinigungsteam zwischen der letzten Ferienimmobilie sowie dem Depot soll möglichst gering sein.

Dabei sind Grenzen 1-3 harte Grenzen, welche nicht verletzt werden dürfen. Die Grenzen 4 und 5 stellen weiche dar, welche einer Lösung den entsprechenden Wert (score) verleihen. Dieser score wird im Anschluss dafür verwendet, die Lösungen miteinander zu vergleichen und die bestmögliche Lösung auszuwählen.

Es gibt eine Vielzahl von Heuristiken, welche diese Art von Problem lösen können. Welche Heuristiken eingesetzt werden, hängt stark von den Details des Problems ab. Deshalb wurde eine Software entwickelt, um eine ganze Reihe von Heuristiken direkt miteinander zu vergleichen. Dies wurde in insgesamt 582 wiederholbaren Experimenten gemacht.

3. Resultate

Verhaltensänderungen aufgrund der Corona-Pandemie

Ein Grossteil der Befragten weist coronabedingt ein verändertes Reiseverhalten auf. Gäste, welche normalerweise ihre Ferien bevorzugt am Meer, in Städten oder alpinen Regionen im benachbarten Ausland besuchen, verbringen 2020 ihren Aufenthalt in der Region Flims-Laax-Falera. Ein verändertes Verhalten zeigen zudem Stammgäste und Eigentümer auf, welche die Region vermehrt und/oder länger als üblich aufsuchen.

Buchungsverhalten

Die Vorbuchungsdauer (Zeitdifferenz zwischen Buchungs- und Anreisedatum) sowie Aufenthaltsdauer wird im Allgemeinen unterschiedlich stark durch buchungsbezogene Informationen, Merkmale und Bewertungen von Ferienimmobilien und Marketingmassnahmen beeinflusst

Die Machine-Learning-Modelle für die Erklärung der Vorbuchungsdauer bzw. Aufenthaltsdauer zeigen auf, dass 17 bzw. 16 von 30 Merkmalen einen relativen Einfluss von mehr als zwei Prozent auf den gesamten Einfluss des jeweiligen Modells haben. Vor allem die Lage innerhalb der touristischen Region (Distanz zur Bergbahn, nächsten Haltestelle und Supermarkt), allgemeine Merkmale der Immobilie wie der Preis pro Nacht sowie Stockwerk und Bewertungen auf Booking oder Airbnb üben den grössten relativen Einfluss aus. Darüber hinaus haben bisherige Erfahrungen mit der Vermietungsgesellschaft als auch der geplante Reisezeitpunkt (Saison und Tag der Anreise) einen grossen Einfluss auf die

Vorbuchungs- bzw. Aufenthaltsdauer. Die Höhe vom relativen Einfluss der Merkmale unterscheidet sich bei den beiden Modellen geringfügig.

Ausgestaltung der Reise

Die Gründe für die Buchung und konkrete Ausgestaltung des Aufenthalts werden durch die Mitglieder und dem Motiv der Reisegruppe laut den Befragten mitbeeinflusst. Sie beinhalten einerseits, mit wem und wann die Ferienimmobiliengäste an- und abreisen und für welche Erlebnisse sie sich in der Region entscheiden. Für die Mehrheit der Befragten ist die Zeit mit der Familie/Freunden von grosser Bedeutung. Die Ausübung von Sport spielt eine wichtige bis sehr wichtige Rolle. Weitere Aktivitäten betreffen unter anderem die Kultur, Kulinarik und Events.

Die unterschiedlichen Verhaltensweisen und -muster der befragten Ferienimmobiliengäste werden anhand von Reisemotiven gegliedert und für verhaltenstypische Gruppen beschrieben. Die Erkenntnisse zu den verschiedenen Reisemotiven – Ausübung von Sport, Natur und Umwelt, Kennenlernen neuer Regionen und Geselligkeit sowie die Kombinationsmöglichkeiten mehrerer Reisemotive – ermöglichen einen guten Einblick in die Beweggründe, wieso gewisse Aktivitäten ausgeübt bzw. unterlassen werden und wie die diversen Erlebnisse individuell bzw. innerhalb einer Kategorie (siehe Abbildung 1) in der Region durch die verhaltenstypischen Gruppen wahrgenommen werden. Diese Wahrnehmung stellt eine gute Ausgangslage für die zielgruppenspezifische (Weiter-)Entwicklung von Dienstleistungen und Angeboten innerhalb der Region dar, welche die Erlebnisqualität nachhaltig stärken kann.

Personalplanung

Das durch die Experimente ausgewählte Modell basiert auf Facebook Prophet. Dieses Modell wurde anschliessend in die Personaleinsatzplanung und Zeiterfassungs-Software integriert. Für jeweils die nächsten 28 Tage wird die Anzahl an abreisenden Gästen vorhergesagt und in der Software dargestellt. Aufgrund dieser Vorhersage wird der Bedarf an Reinigungsteams für den nächsten Monat kalkuliert. Während der Entwicklung des Vorhersagemodells hat sich das Reiseverhalten der Gäste im Zeitraum der Corona-Pandemie stark verändert. Dies hat einen grossen Einfluss auf die Vorhersage. Bis zum Sommer 2020 war ein klarer Trend sichtbar, die Reise früh zu buchen. Dieser in den Daten ersichtliche Trend veränderte sich und anstelle von 75.46% der Gäste buchten nur noch 40.05% der Gäste ihre Reise vier Wochen oder mehr im Voraus. Dies führte dazu, dass das Modell in den historischen Daten ein nicht mehr aktuelles Verhalten lernte. Daraufhin wurde das Modell so angepasst, dass aktuellere Daten das Gästeverhalten besser abbilden als weiter zurückliegende Daten. Dies hatte zur Folge, dass das Modell das neue Verhalten schneller akzeptierte und viel bessere Vorhersagen lieferte. Mit dieser Anpassung wurde die Software auch um die Möglichkeit erweitert, neue Modelle anhand neuer Daten zu trainieren und zu testen.



Abbildung 1: Exemplarische Darstellung zur Wahrnehmung von Hauptkategorien

Personalallokation

Die durch die Experimente ausgewählten Heuristiken wurden in die Personalallokations-Software integriert. Dies erlaubt der Software, nun in einer begrenzten Zeit (20 Minuten) eine möglichst optimale Lösung für ein täglich änderndes Problem zu finden.

In der Personalplanungs-Applikation der LAAX Homes AG kann eine neue Lösungsbeziehung ausgelöst werden. Die Software generiert daraufhin aufgrund der Personal- und Ferienimmobilien-daten einen Reinigungsplan und sendet diesen per E-Mail an die zuständige Person. Dieser Reinigungsplan enthält Angaben dazu, welches Reinigungsteam zu welchem Zeitpunkt welche Immobilie reinigen soll; natürlich unter der Berücksichtigung der erwähnten Grenzen wie Pausen, maximale Arbeitszeit, Check-in- und Check-out Zeiten sowie möglichst kurzen Fahrdistanzen zwischen den Immobilien.

Die Lage der Ferienimmobilie ist auch für die Befragten besonders wichtig und wird durch sie als zentraler Buchungs- bzw. Kaufgrund beschrieben. Die präferierte Lage der Immobilie unterscheidet sich dabei grundlegend. Sie soll möglichst abgeschieden oder durch eine geringe Distanz zur gewünschten Infrastruktur wie z.B. zur Bergbahn, dem öffentlichen Verkehr oder Dorfkern charakterisiert sein. Die Anforderungen an den Schnitt und an die Grösse der Immobilie als auch ein zeitgemässer Ausbaustandard variieren bereits während der Informationsphase.

4. Nutzen für Kunden / Wirtschaft

Vorausschauende Personalplanung

Ein Grossteil der Stammgäste und Eigentümer bringt zum Ausdruck, dass sich ihr Reiseverhalten während als auch nach der Pandemie nicht grundlegend von den vorhergehenden Mustern unterscheiden wird. Die Aussagen der Gäste und Eigentümer mit verändertem (coronabedingtem) Reiseverhalten zeigen dahingegen zwei Tendenzen auf. Während ein Teil der Gäste wieder zu Meer, Stadt und benachbarten Alpindestinationen reisen möchte, haben andere den Aufenthalt in den Schweizer Alpen schätzen gelernt und möchten in der Region vermehrt ihre Ferien verbringen.

Entsprechend wird davon ausgegangen, dass das bestehende Bedürfnis nach Platz und Raum (vgl. Laesser et. al., 2021) und die Nachfrage nach vermieteten Ferienimmobilien in der Region bestehen bleibt und bei einer zielgruppenorientierten Weiterentwicklung der Angebote und Services weiter zunehmen kann. Grundlegend soll das Verhalten von Gästen und Eigentümern laufend beobachtet und analysiert werden, sodass auf eine mögliche Verhaltensänderung der Gruppe(n) reagiert werden kann.

Durch die Vorhersage der Anzahl Abreisen können die Personalressourcen frühzeitig eingeplant werden. Dies kann zu einer besseren Planungssicherheit für LAAX Homes AG und auch das eingesetzte Personal führen. Ein Monitoring der Anzahl Abreisen anhand der Vorhersagen macht Veränderungen im Reiseverhalten rasch sichtbar.

Gastzentrierte Entwicklung von Angeboten und Dienstleistungen

Eine hohe Zufriedenheit mit der Unterkunft und weiteren zentralen Dienstleistungen erhöht auch die Wahrscheinlichkeit, dass Reisegruppen mit dem Motiv Ausübung von Sport, Natur und Umwelt und/oder Geselligkeit gewonnen und über einen längeren Zeitraum an die Region gebunden werden können. Basierend auf dem Einblick zur wahrge-

nommen Erlebnisqualität können Verbesserungspotenziale eruiert und Angebote sowie Dienstleistungen verhaltenstypisch (weiter-)entwickelt werden. Dazu zählen beispielsweise die On- und Offline-Interaktion mit Gästen und Eigentümern vor Ort als auch eine interessensbezogene Vermarktung der präferierten Ferienimmobilienmerkmale sowie vielfältigen Erlebnisangebote. Das touristische Angebotsportfolio soll emotionsvoll auch Personengruppen vorgestellt werden, welche primär neue Regionen kennenlernen wollen.

Ideales Ferienimmobilien-Portfolio?

Die Anforderungen an die ideale Ferienimmobilie sollen auch in Zukunft zufriedengestellt werden können. Entsprechend sollen die folgenden zentralen Bedürfnisse in die Entwicklung des Immobilienportfolios einfließen. Die Mehrheit der Befragten führt an, dass die gebuchte Immobilie ihren Anforderungen an eine perfekte Immobilie bereits entspricht. Sie beschreiben sie grundsätzlich als modern, hell und gut ausgestattet. Es wird zudem ersichtlich, dass es das Gesamtpaket ist, das zu einem guten Ferienerlebnis und einer hohen Zufriedenheit mit LAAX Homes führt.

Die Ferienimmobilie stellt eine Komponente dar, wobei auch Aktivitäten und Angebote in der Region oder die Reisebegleitung ebenfalls eine wichtige Rolle spielen. Je nach Reisezeitpunkt, Reisebegleitung sowie präferierten Aktivitäten während dem Aufenthalt ändern sich die Anforderungen an die Ferienimmobilie. Während die Grösse der Reisegruppe die Anzahl an benötigten Betten in der Ferienimmobilie direkt beeinflusst, verhalten sich weitere Komponenten weniger eindeutig. Dies wird bei der bevorzugten Lage besonders deutlich, da die Definition einer guten Lage stark von z. B. geringer Distanz zur gewünschten Infrastruktur bis hin zu abgelegenen und ruhigen Standorten mit freier Aussicht in die Berge variiert.

Ein ähnliches Bild weist die Ausstattung der perfekten Ferienimmobilie auf. Stehen Erlebnisse und Aktivitäten im Zentrum, verändern sich die Anforderungen an die Ausstattung. Funktionale Elemente werden dabei höher als Gemütlichkeit und Komfort gewichtet.

Effizienzgewinn durch Personalallokation

Eine manuelle Personalallokation ist zeitaufwändig und komplex. Die Anzahl möglicher Kombinationen, in welcher Reihenfolge welche Immobilien(-einheit) unter Einhaltung der Rahmenbedingungen gereinigt werden kann, ist gross (n Fakultät). Dies führt dazu, dass durch eine manuelle Planung mit grosser Wahrscheinlichkeit keine optimale Personalallokation erreicht werden kann. Durch den Einsatz digitaler Technologien kann innerhalb max. 20 Minuten eine optimale Allokation erzeugt werden. So sind auch kurzfristige Anpassungen in der Personalallokation vor Beginn der Reinigungen möglich. Durch die Automatisierung der Personalallokation können wertvolle Personalressourcen eingespart und Planungsfehler eliminiert werden. Zum Beispiel führt die Optimierung der Fahrzeiten zu einer Einsparung von Kraftstoff und Fahrzeit zwischen den Ferienimmobilien.

Ausblick

Personalressourcen sind in vielen Unternehmen ein zentraler Kostenpunkt. Die wiederkehrende Planung von Personalressourcen ist komplex und wird häufig manuell vorgenommen. Die Vorhersagen für die Personalplanung und auch die Personalallokation, gepaart mit dem Wissen aus der Anwendungsdomäne, könnten in viele weitere Bereiche adaptiert werden; dies für die Einsatz-, Schicht-, Pikett- oder Dienstplanung in Spitälern, Logistikunternehmen oder Produktionsbetrieben. Eine Skalierung auf neue Anwendungsfelder bietet Potenzial für Forschung und Praxis.

5. Implikationen für die Wissenschaft

Erkenntnisgetriebene Entwicklung von Innovationen

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Wirtschafts- (LAAX Homes AG) und Implementationspartnern (Weisse Arena Gruppe AG), sowie den Forschenden der FH Graubünden konnten die Erkenntnisse aus unterschiedlichen Perspektiven abgeleitet werden. So stellen beispielsweise die eruierten Einflussfaktoren auf die Vorbuchungs- und Aufenthaltsdauer sowie das Buchungsverhalten der angewandten Tourismusforschung die Basis zur Vorhersage der Anzahl Abreisen dar, welche durch die Data Scientists in Modelle transferiert, überprüft und verifiziert wurden.

Constraint Satisfaction Programming ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz. Zu diesen Themen wird schon seit mehreren Jahrzehnten geforscht. Der Beitrag dieses Forschungsprojektes liegt in der Anwendung der Forschungserkenntnisse in ein bisher neues Anwendungsfeld. Auch die Zeitreihenvorhersage wurde nach unseren Erkenntnissen erstmalig für die Personalallokation und -planung für das Immobilienmanagement im Tourismus eingesetzt.

Basierend auf den aktuellen Einblicken in das Verhalten von Gästen und Eigentümern von Ferienimmobilien sowie dem Management von Verwaltungsgesellschaften können weitere Forschungsprojekte initiiert und in der Praxis umgesetzt werden. Dazu zählt beispielsweise die Identifikation und Steigerung der zielgruppenspezifischen Erlebnisqualität sowie eine Umsetzung von nachfrageorientiertem Pricing.

Datensatz für die Personalallokation

Zur Evaluation der Heuristiken für die Personalallokation wurde ein Datensatz mit realen Daten aufgebaut. Ein solcher Datensatz existierte für diese Anwendungsdomäne bisher nicht. Dieser Datensatz wird der Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt (Capol et. al., 2022). So kann dieser in der Wissenschaft genutzt werden, um für ähnliche oder gleiche Problemstellungen Heuristiken zu evaluieren, die Erkenntnisse aus diesem Projekt nachzuvollziehen oder in einem Benchmarking zu vergleichen.

6. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Corsin Capol Christopher Jacobson Stefano Balestra Tanja Bügler Dr. Yves Staudt Chantal Siegrist Frieder Voll Marc-Alexander Iten Prof. Norbert Hörburger
Partner	Implementierungspartner: Weisse Arena AG Wirtschaftspartner: LAAX Homes AG
Finanzierung	Innosuisse
Dauer des Projekts	September 2019 bis Juni 2021
Kontakt	Prof. Corsin Capol corsin.capol@fhgr.ch Christopher Jacobson christopher.jacobson@fhgr.ch

7. Referenzen

- Bandi, M., & Roller, M. (2020, 10. 11). Strukturwandel im Schweizer Tourismus. Think Tank, Bern. https://boris.unibe.ch/150189/1/2020_Thesenpapier_kurz_final.pdf.
- Bundesamt für Statistik (2021): Ferienwohnungen: Ankünfte und Logiernächte in der Schweiz. Bundesamt für Statistik. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/tourismus/beherbergung.assetdetail.17364187.html>.
- Capol, C., Balestra, S., Staudt, Y., & Jacobson, C. (2022). Scheduling Application for Cleaning Staff in Tourism: Constraint-Based Solution in the Field of Property Management in Tourism Regions. Working Paper of the University of Applied Sciences of the Grisons.
- Dantzig, G.B., Ramser, J.H. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science* 6(1), 80–91. <https://doi.org/10.1287/mnsc.6.1.80>.
- Laesser, C., Bieger, T., & Beritelli, P. (2021). Die Zukunft des Tourismus mit und nach SARS-CoV-2: Lageeinschätzung und taktische sowie strategische Überlegungen
- Lau, H. C., Yuan, Z. & Gunawan, A. (2016): Patrol scheduling in urban rail network. *Annals of Operations Research*, 239(1), 317-342. DOI 10.1007/s10479-014-1648-9.
- Murakami, K., Tasan, S. O., Gen, M. & Oyabu, T. (2011): A Case Study of Human Resource Allocation for Effective Hotel Management. *Industrial Engineering and Management Systems*, 10(1), 54-64. DOI: 10.7232/iems.2011.10.1.054
- Petrovic, S. (2016). „You have to get wet to learn how to swim” applied to bridging the gap between research into personnel scheduling and its implementation in practice. *Annals of Operations Research*, 275(1), 161-179. DOI: 10.1007/s10479-017-2574- 4.
- Rocha, M., Oliveira, J. F., & Carravilla, M. A. (2012). Quantitative approaches on staff scheduling and rostering in hospitality management: An overview. *American Journal of Operations Research*, 2 (1), 137-145. <https://doi.org/10.4236/ajor.2012.21016>.
- Stylos, N., Zwiegelaar, J., & Buhalis, D. (2021). Big data empowered agility for dynamic, volatile, and timesensitive service industries: the case of tourism sector. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(3), 1015–1036.
- Toth, P., Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem Monographs on Discrete Mathematics and Applications*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.

Pi: Das Wunder dieser Zahl

Autorenschaft: Dr. Yves Staudt, Thomas Keller, Prof. Dr. Heiko Rölke and Dr. Michael Burch

Das Ziel in diesem Projekt war es, sich mit der praktischen Umsetzung von High Performance Computing und der Visualisierung von grossen Datenmengen vertraut zu machen. Zu diesem Zweck hat das Team die Zahl Pi auf eine Präzision von 62.8 Billionen Stellen berechnet. In einem weiteren Schritt haben wir in dieser Zahl nach Mustern gesucht, welche wir danach visualisiert haben.

Keywords: High Computing Performance, Data Visualisation, Pi, y-Cruncher, Guinness World Record

1. Einführung

Die erste dokumentierte Verwendung der Zahl Pi geht auf die Menschen in Babylon und im alten Ägypten zurück, mehr als 1600 Jahre vor unserer Zeitrechnung. 1400 Jahre später war der griechische Mathematiker und Physiker Archimedes der Erste, der einen Algorithmus zur Berechnung von Pi mit beliebiger Genauigkeit entwickelte (Casselmann, 2022). Seitdem haben viele grosse Mathematiker wie Euler zum besseren Verständnis von Pi beigetragen.

John Machin entwickelte eine Formel, die die Konvergenzrate von Pi auf etwa 1,41 Ziffern pro Iteration erheblich verbesserte. Mit dieser Formel gelang es ihm im Jahre 1707, die ersten 100 Stellen von Pi zu berechnen. Ungefähr 150 Jahre später verwendete William Shanks dieselbe Formel, um die Zahl mit einer neuen Rekordgenauigkeit von 707 Stellen zu berechnen (Steffens, 2022).

Seit den Vierzigerjahren werden neue Weltrekorde mit Hilfe von Computern anstelle von Bleistift und Papier aufgestellt. Obwohl sich Mathematiker schon seit Jahrtausenden mit der Kreiszahl beschäftigen, wurden neue Formeln für die Berechnung von Pi, wie etwa der Chudnovsky-Algorithmus oder die BBP-Formel, erst vor ca. 40 respektive 25 Jahren entdeckt (Bailey & Borwein, 2016; Beckmann, 1971).

Mit wachsenden Datenmengen wird die Verarbeitungsgeschwindigkeit von Computersystemen laufend wichtiger, daher hat sich in der Forschung und Industrie der Bereich des High Performance Computings oder Supercomputings etabliert. Um die Leistungsfähigkeit eines unserer neu beschafften Computersysteme zu überprüfen und mit anderen Systemen zu vergleichen, verwendeten wir die Berechnung der Zahl Pi als sogenannten «Benchmark». Eine Eigenheit der Pi-Berechnung ist, dass diese hohen Anforderungen an den Speicherausbau und an die Speicherzugriffszeit des Rechners stellt (A. J. Yee, 2022). Zusätzlich wird auch eine leistungsfähige IT-Infrastruktur wie Kühlung, Backup und stabile Energieversorgung benötigt, um eine Berechnung, die über mehrere Monate laufen soll, zum erfolgreichen Abschluss zu bringen.

Jedoch ist nicht nur die Berechnung der Zahl wichtig, genauso wichtig ist es, die Resultate gut verständlich zu kommunizieren. Eine Technik, die sich für diesen Zweck eignet, ist die Datenvisualisierung (Wickham & Golemund, 2017). Die Zahl Pi inspirierte den Mathematiker John Venn zum Konzept der Zufallswege, um Strukturen in einer grossen Datenmenge aufzuzeigen (Verburgt, 2020). Staudt et al. (2022) suchten nach der Fibonacci-Zahl, der Reihe der ganzen Zahlen und der grössten Länge einer Zahl und visualisierten diese

Resultate. Van Schie et al. (2022) verglichen die Stellen der Zahl Pi mit denen der Zahl e. Wir haben den Rest unserer Studie wie folgt strukturiert: In Kapitel 2 wird der Stand der Forschung dargelegt und in Kapitel 3 die Methodik erklärt. Die Resultate werden in Kapitel 4 dargestellt. Die Implikationen für die Praxis, respektive Wissenschaft, werden in den Kapiteln 5 und 6 dargelegt.

2. Stand der Forschung

Die Berechnung von Pi wurde mit der Software y-Cruncher durchgeführt (A. J. Yee, 2022). Diese Software kam auch bei einigen bisherigen Weltrekordberechnungen zum Einsatz und zeichnet sich dadurch aus, dass sie moderne Hardwareeigenschaften des Prozessors nutzen kann (A. Yee, 2021). y-Cruncher kann auch auf einem handelsüblichen PC mit Windows oder Linux zur Berechnung von Konstanten wie Pi oder e benutzt werden.

Für die Berechnung von Pi im Billionenstellen-Bereich sind einerseits enorm hohe Speichermengen (RAM und Auslagerungsspeicher) und andererseits kurze Speicherzugriffszeiten wichtig. Die für die Berechnung benötigten Zwischenresultate sind bei der Pi-Berechnung derart gross, dass die eigentliche Berechnung der Zahl Pi auf den Prozessorkernen einen fast vernachlässigbaren Teil der totalen Bearbeitungszeit benötigt. Den Grossteil der Zeit wendet der Rechner für den Datentransfer zwischen CPU, Cache, Hauptspeicher und Festplatte auf. Die für die Pi-Berechnung eingesetzte Maschine besitzt die Hardwarekomponenten aus Tabelle 1.

Komponente	Beschreibung
Prozessoren	2 AMD EPYC 7542 CPUs mit je 32 Kernen
Arbeitsspeicher	1 TB
Festplattenplatz	510 TB brutto
HDD	38 Festplatten à 7'200 rpm und je 16 TB Speicherplatz. Davon werden 34 für das Swapping benutzt und 4 Festplatten für die Pi Speicherung verwendet
SSD	2 SSDs für die Installation des Betriebssystems

Tabelle 1: Eckdaten der Maschine die beim Weltrekordversuch der Fachhochschule Graubünden zum Einsatz kam

Das System für die Pi-Berechnung besteht aus zwei Einheiten, wie in Abbildung 1 dargestellt. Gelb umrandet sind die Prozessoren und die Disks für das Betriebssystem. Die Festplatten zum Speichern des Endresultates und der Zwischenresultate haben wir in einem separaten Gehäuse untergebracht (roter Rahmen), da wir für 38 Festplatten zu wenig Platz und Anschlüsse im Rechner (Gelb) hatten.



Abbildung 1: Darstellung der zwei Einheiten des Systems. In Gelb sind die Prozessoren und die Disks für das Betriebssystem und für y-Cruncher und in Rot die HDDs dargestellt.

Das System ist in einem Serverraum mit Kühlung und Notstromversorgung untergebracht, da bei einer Berechnung unter Volllast konstante Luftkühlung benötigt wird, um die Komponenten vor einer Überhitzung zu schützen.

Auf dem Rechner haben wir ein Linux-Betriebssystem und y-Cruncher installiert. Sowohl das Betriebssystem als auch die Berechnungssoftware haben wir in verschiedenen Bereichen angepasst, um die Berechnungsgeschwindigkeit von Pi zu erhöhen. Unter anderem haben wir folgende Einstellungen vorgenommen:

- Abschalten von diversen Sicherheitsfunktionen
- Aktivierung eines auf die Berechnung optimierten I/O Schedulers
- Minimieren von Stromspareinstellungen
- Wechsel auf ein schnelleres Filesystem
- Optimierungen am BIOS

Einige dieser Optimierungen haben auch Nachteile zur Folge. Zum Beispiel können diese Änderungen eine geringere Ausfallsicherheit oder einen höheren Stromverbrauch mit sich bringen. Wiederum führen gewisse Änderungen nur zu einem Zeitvorteil für diese spezifische Berechnung.

2. Stand der Forschung

In einem ersten Abschnitt wird das Vorgehen der Berechnung beschrieben. Zweitens wird das Vorgehen der Datenvisualisierung beschrieben.

High Computing Performance

Obwohl das RAM in unserem Rechner im Vergleich zu einem Desktop-PC sehr gross bemessen ist, würde dieses nur für eine Berechnung von einigen 100 Milliarden Stellen ausreichen. Daher speichert das Berechnungsprogramm y-Cruncher einen grossen Teil der Zwischen- und Endergebnisse auf der Festplatte und verwendet diese als RAM-Erweiterung.

rung. Diese Technik wird «Swapping» (Auslagern) genannt und kommt hier genauso wie auf einem regulären PC mit Windows oder Mac zum Einsatz. Aus Performance-Gründen wären SSDs (sehr schnelle Harddisks auf Basis von Halbleiterbauteilen) bei dieser Art von Berechnung von grossem Vorteil. Jedoch erwarten wir bei der Pi-Berechnung und zukünftigen Berechnungen ein hohes Mass an Schreibzyklen, was bei SSDs einen übermässigen Verschleiss zur Folge hätte. Da die Speicherpreise bei SSDs zusätzlich um den Faktor fünf bis zehn höher liegen als bei herkömmlichen HDDs, haben wir uns im Designprozess für HDDs entschieden. Dies betraf jedoch nur den Speicherplatz für die Berechnungen. SSDs setzen wir für die Installation des Betriebssystems ein, da hier weniger Schreibzyklen anfallen und der Speicherplatzbedarf im Bereich von wenigen GB liegt.

Um den Geschwindigkeitsnachteil gegenüber SSDs etwas kompensieren zu können, haben wir y-Cruncher so konfiguriert, dass der Zugriff auf den Swap-Speicherplatz parallelisiert ausgeführt wird. Dies erlaubt uns eine aggregierte Read/Write-Geschwindigkeit von ca. 8.5 GB/s beim Zugriff auf den Auslagerungsspeicher mithilfe von 34 HDDs. Dieselben Zugriffszeiten könnte man mit dem Einsatz von nur drei SSDs erreichen. Damit hätten wir aber den benötigten Speicherplatz von ca. 310 TB für den Swap-space bei weitem nicht erreichen können.

Alleine das Speichern des Ergebnisses von Pi benötigt 63 Terabyte Speicherplatz. Das Zwischenspeichern der Berechnung (sogenannte Checkpoints) verschlingt nochmals bis zu 91 TB Festplattenplatz. Für das Swapping benötigen wir 310 TB Speicherplatz sowie knapp 180 TB Speicherplatz für das Backup der Zwischenspeicherungsdaten – siehe Abbildung 2.

```

File Edit View Search Terminal Tabs Help
root@gold:/home/AsierThomas

kellerthomas@iosphere: - * root@gold:/home/AsierThomas * root@gold:/home/AsierThomas * kellerthomas@gold: - *

6 Digit Format: Compress with 1,000,000,000 digits per file.
7 Verify Output: Enabled

8 Computation Mode: Swap Mode
9 Multi-Threading: Cilk Plus Work-Stealing -> 256 / 128
10 Checkpointing: Largest: 91.2 TiB

11 Far Memory Config: Disk Raid 0: 34 paths
12 Far Memory Tuning: 48.0 MiB/seek, no parallelism

13 Logical Memory Needed: 960 GiB Node Interleaving (libnuma)
Logical Disk Needed: 311 TiB + 47.8 TiB for output

20/21 Load/Save Configuration File
0 Start Computation!

option: 0

Constant: Pi
Algorithm: Chudnovsky (1988)

Decimal Digits: 62,831,853,071,796
Hexadecimal Digits: 52,180,724,493,259

Computation Mode: Swap Mode
Multi-Threading: Cilk Plus Work-Stealing -> 256 / 128
Far Memory Config: Disk Raid 0: 34 paths
Far Memory Tuning: 48.0 MiB/seek, no parallelism

Start Time: Wed Apr 28 00:31:31 2021

Working Memory...

```

Abbildung 2: Teile der Konfiguration von y-Cruncher kurz nach dem Start der Berechnung.

Datenvisualisierung

Tukey zeigte, dass mathematische und statistische Werte nicht ausreichen, um Daten zu verstehen (Tukey, 1962). Um die Tiefe der Daten zu verstehen, kombinierte er die Datenanalyse mit Datenvisualisierungstechniken. Dieses Konzept ist zum Standard bei der Analyse von Datensätzen geworden und ist unter dem Namen explorative Datenanalyse

(EDA) bekannt. EDA kombiniert Visualisierung und Transformation und ermöglicht so ein systematischeres Erkunden von Daten (Wickham & Golemund, 2017).

4. Resultate und Diskussion

In diesem Abschnitt werden die Resultate der Berechnung und der Visualisierung dargestellt.

Berechnungszeiten beim Pi-Benchmark

Wir konnten die Berechnung der Zahl Pi in 108 Tagen und 9 Stunden abschliessen. Somit waren wir fast doppelt so schnell wie der Rekord, welchen Google in seiner Cloud im Jahr 2019 aufgestellt hat, und etwa 3,5-mal so schnell wie der letzte Weltrekord aus dem Jahr 2020 (siehe Abbildung 3).

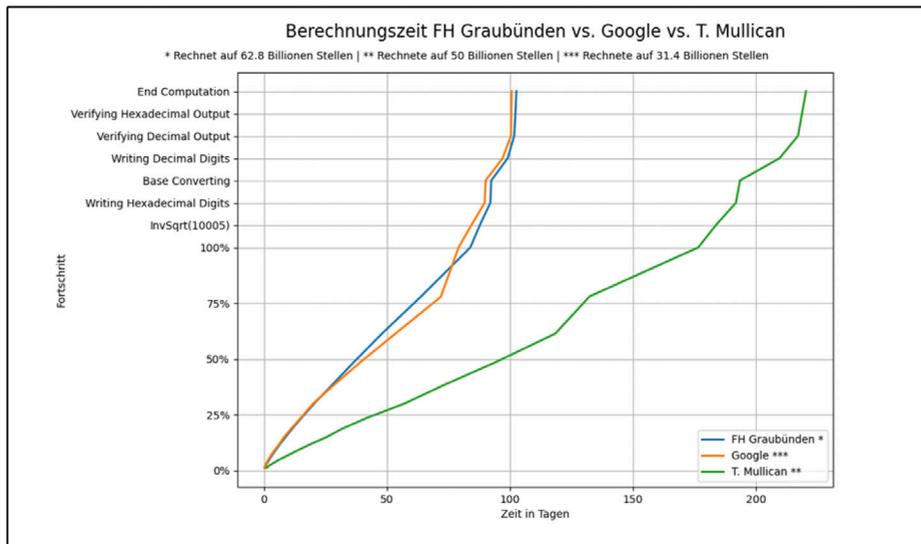


Abbildung 3: Darstellung der Berechnungszeit der FH Graubünden im Vergleich zu Google und T. Mullican.

Datenvisualisierung

Die dargelegten Visualisierungen bauen auf der Arbeit von Staudt et al. (2022) auf. In dieser Arbeit wurde nach der Fibonacci-Reihe, der Reihe von ganzen Zahlen, sowie der längsten Sequenz der gleichen Zahl gesucht. Diese Muster werden in Abbildung 4 dargestellt. Die Darstellung von 62.78 Billionen Zahlen stellt ein Problem dar. Wir haben nach einer Möglichkeit gesucht, die Muster in eine zweidimensionale Visualisierung zu überführen. Dabei haben wir uns an die Idee einer Korrelationsmatrix angelehnt. Dabei wurde das Muster mit sich selbst dargestellt. Das Muster tritt auf oder nicht, daraus ergeben sich aus der Gegenüberstellung drei Möglichkeiten: Wenn in keiner der beiden Stellen ein Muster auftaucht, wurde dies mit der Zahl 0 beziffert. Wenn in einer der Stellen das Muster auftaucht, wurde die Zahl 1 verwendet. Falls das Muster an beiden Stellen auftaucht, verwendeten wir die Zahl 2. Dies konnten wir mit einer abgespeckten Matrix und einer Raster-Visualisierung erreichen. Dabei geht keine Information verloren. Wie in Abbildung 4 sichtbar ist, sieht man, dass die Reihe der ganzen Zahlen, im Vergleich zu der Reihe

der Fibonaccizahlen oder der Reihe der längsten Zahlen, sehr oft auftaucht. Trotzdem konnten keine Regelmässigkeiten beobachtet werden. Im Paper von (Staudt et al., 2022) werden die Resultate einander gegenübergestellt.

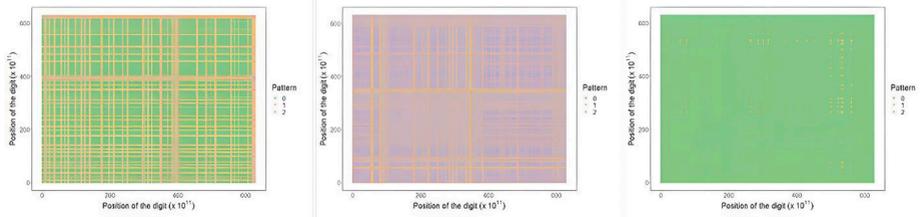


Abbildung 4: Datenvisualisierung

5. Implikationen für die Wissenschaft

Dieses Paper erweitert die Arbeiten zur Zahl Pi. Damit fügen wir uns in eine lange Reihe von bekannten Mathematikern ein, welche sich mit der Struktur der Zahl Pi auseinandergesetzt haben. Wir fokussieren uns primär auf die Datenvisualisierung und somit auf die Erkennung von Mustern, welches im Zeitalter der Digitalisierung eine beliebte Methode ist. Eine Schwierigkeit dabei war, relativ selten auftretende Muster in einem grossen Datensatz zu visualisieren. Die Visualisierung und die Darstellung der Muster von grossen Daten ist dabei die Hauptherausforderung.

6. Implikationen für die Praxis

Dieses Vorgehen stellt für die Praxis eine Referenzarbeit dar, welche es erlaubt, einen Rechner auf seine Leistungsfähigkeit zu überprüfen und mit ähnlichen Systemen zu vergleichen. Unter anderen hat sich auch Google diesem Benchmark gestellt. Mit verbesserter Hardware und Netzwerkanbindung ist es ihnen gelungen, unseren Weltrekord zu brechen (Iwao, 2022). Google hat somit zum zweiten Mal nach 2019 ihre Cloud Computing Performance unter Beweis stellen können. (<https://cloud.google.com/blog/products/compute/calculating-100-trillion-digits-of-pi-on-google-cloud>)

Zusätzlich erlaubte uns die Berechnung, Know-how im Umgang mit grossen Datenmengen und lange laufenden Berechnungen aufzubauen. Wie oben beschrieben, mussten verschiedene Anpassungen an System und Software vorgenommen werden, um dieser spezifischen Berechnung gerecht zu werden. Nach dem Abschluss der Berechnung konnten wir uns auch mit der Verarbeitung und Visualisierung von grossen Datenmengen vertraut machen, wobei wir für eine schnelle Auswertung dieser Daten von dem in der Pi-Berechnung gewonnenen Wissen profitieren konnten.

7. Überblick und Kontakt

Projektteam	Thomas Keller Prof. Dr. Heiko Rölke Dr. Yves Staudt Ralf-Peter Mundani Alexander van Schie Marco Schmid Martin Meier
Partner	-
Finanzierung	Interne Finanzierung
Dauer des Projekts	September 2020 bis Januar 2022
Kontakt	Thomas Keller thomas.keller@fhgr.ch

8. Referenzen

Bailey, D. H., & Borwein, J. M. (2016). *Pi: The Next Generation A Sourcebook on the Recent History of Pi and Its Computation*. Springer.

Beckmann, P. (1971). *A History of Pi*. St. Martins Press.

Casselmann, B. (2022). Archimedes on the Circumference and Area of a Circle. Web Page. <http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fc-2012-02>.

Ferguson, D. F. (1946). Nature March 16, 1946. Nature Publishing Group, 157, 1946. <https://www.nature.com/article1s/157342c0.pdf>.

Iwao, E. H. (2022). Even more pi in the sky: Calculating 100 trillion digits of pi on Google Cloud. Google Cloud. <https://cloud.google.com/blog/products/compute/calculating-100-trillion-digits-of-pi-on-googlecloud>.

O'Connor, J. J., & Robertson, E. F. (2001). A history of Pi. Web Page. https://mathshistory.standrews.ac.uk/HistTopics/Pi_through_the_ages/.

Rakoczy, K., Wagner, E., & Frick, U. (2021). As in Math, so in Art? On the conception of teaching quality in art instruction. *Unterrichtswissenschaft*, 49(2), 235–241. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00104-z>.

Staudt, Y., Keller, T., Rölke, H., & Burch, M. (2022). Explorative Data Analysis of the Number Pi. 15th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction.

Steffens, G. (2022). Geschichte der Zahl Pi. Web Page. <https://3.141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944592.eu/die-geschichte-der-zahl-pi/>.

Tukey, J. (1962). The Future of Data Analysis. *The Annals of Mathematical Statistics*, 33(1), 1–67. <https://www.jstor.org/stable/2237638>.

van Schie, A., Zacheo, G., & Frey, B. (2022). π -Experience – Making 62.8 trillion digits come alive. 15th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction.

Verburgt, L. M. (2020). The First Random Walk: A Note on John Venn's Graph. *Mathematical Intelligencer*, 42(3), 41–45. <https://doi.org/10.1007/s00283-020-09984-y>.

Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). *R for Data Science*. O'Reilly Media. <https://r4ds.had.co.nz/index.html>.

Yee, A. (2021). Pi World Records. Web Page. <http://www.numberworld.org/digits/Pi/>

Yee, A. J. (2022). y-cruncher - A Multi-Threaded Pi-Program. Web Page. <http://www.numberworld.org/ycruncher/ps://3.141592653589793238462643383279502884197169399375105820974944592.eu/die-geschichte-der-zahl-pi/>.

Swiss Virtual Natural History Collection (SVNHC)

Autorenschaft: Ana Petrus, Tobias Wildi, Stefanie Müller

Das «Netzwerk Naturhistorische Sammlungen Schweiz» (SwissCollNet) ist eine Initiative, die sich für eine bessere Zugänglichkeit von naturhistorischen Sammlungen für Forschung, Bildung und Gesellschaft einsetzt. In der Förderperiode 2021-2024 plant SwissCollNet, möglichst viele Sammlungen zu identifizieren, zu priorisieren und zu digitalisieren sowie ein Online-Portal – die Virtuelle Naturhistorische Sammlung Schweiz (nachfolgend SVNHC) – aufzubauen, das einen offenen Zugang zu harmonisierten Beispieldaten aus den Schweizer Sammlungen bietet. Basierend auf den Bedürfnissen der Sammlungen und Datenzentren erarbeitete die FHGR als neutraler Partner im Auftrag von SwissCollNet Szenarien für die technische Umsetzung des SVNHC-Portals im Rahmen einer Vorstudie.

Keywords: Datenlebenszyklus, Digitalisierung, Metadaten, Linked Data, Datenbanken, Datenformate, internationale Zusammenarbeit, Biodiversität, Naturschutz, Naturhistorische Museen, Naturhistorische Sammlungen

1. Einführung

Derzeit ist der Zugang zu den Daten der schweizerischen naturhistorischen Sammlungen meistens auf die jeweiligen Institutionen beschränkt und die Daten werden nicht in zentrale Portale oder Aggregatoren eingespeist. Das Abfragen dieser verstreuten Informationen ist nicht nur für Wissenschaftler, sondern auch für die breite Öffentlichkeit schwierig. Es fehlt ein zentraler Zugangspunkt zu allen Erhebungsdaten im Sinne eines nationalen Aggregators, welcher solche Daten für verschiedene Verbreitungszwecke erhebt, speichert und zugänglich macht. Mit einer solchen „Virtuellen Naturhistorischen Sammlung Schweiz“ würde der reichhaltige, dezentral gespeicherte Datenbestand erheblich an Bedeutung gewinnen.

Das Schweizer Netzwerk Naturhistorische Sammlungen (SwissCollNet) ist eine Initiative zur Verbesserung der Zugänglichkeit von naturhistorischen Sammlungen für Forschung, Bildung und Gesellschaft. Das generelle langfristige Ziel von SwissCollNet als Sammlungsinitiative ist es, Daten von Schweizer naturhistorischen Sammlungen für Forschung und Lehre nutzbar zu machen. In der Förderperiode 2021-2024 plant SwissCollNet, möglichst viele Sammlungen zu identifizieren, zu priorisieren und zu digitalisieren sowie ein Online-Portal - die Virtuelle Naturhistorische Sammlung Schweiz (nachfolgend SVNHC) - aufzubauen. Die SVNHC bietet einen offenen Zugang zu harmonisierten Beispieldaten aus den Schweizer Sammlungen.

Zu diesem Zweck wurde der FHGR das Mandat erteilt, eine Stuserhebung und Bedarfsanalyse von Schweizer naturhistorischen Museen und Sammlungen durchzuführen. Basierend darauf wurden verschiedene Szenarien zur Umsetzung des SVNHC definiert und ein möglicher Umsetzungsplan vorgeschlagen, wovon hier berichtet wird.

2. Methodik

Im Zeitraum zwischen Juni und November 2021 führte das Team der FHGR insgesamt 22 Interviews mit Vertretungen verschiedener Sammlungen, Institutionen und nationalen bzw. internationalen Datenaggregatoren durch. Diese wurden zu den aktuellen Datenmanagementlösungen und Erfahrungen an ihren Institutionen, sowie zu ihren Visionen und Anwendungsfällen für eine SVNHC befragt.

Neben den Interviews wurde mittels einer Literaturrecherche ermittelt, welche Datenaggregatoren und Datenzentren in diesem Bereich national bzw. international bereits existieren und für den Aufbau einer SVNHC eine potenzielle Rolle spielen können. Zudem wurden Softwareprodukte analysiert, welche einerseits zur Verwaltung einzelner Sammlungen und andererseits zum Aufbau und Betrieb von Aggregatoren und Portal-lösungen bereits heute verfügbar sind. Dabei lag der Fokus primär auf verbreiteter und standardisierter Open-Source-Software. Letztlich wurden Recherchen hinsichtlich der Daten- und Metadatenstandards für die biologischen und erdwissenschaftliche Sammlungen durchgeführt.

Nach Abschluss dieser Analysephase konnten die Anforderungen und Bedürfnisse bezüglich einer SVNHC aus der Sicht verschiedener Stakeholder (z.B. Sammlungen und Museen), der Forschung, der öffentlichen Verwaltung und der Öffentlichkeit formuliert werden.

In der darauffolgenden Konzeptphase wurden Szenarien für den Aufbau und die Ausgestaltung einer SVNHC ausformuliert. Hierbei war ein enger Austausch mit den genannten Parteien wichtig, da wir ihnen in diesen Szenarien jeweils unterschiedliche koordinative, technische oder anderweitige Rolle zuweisen wollten. Hätten wir Szenarien als losgelöste akademische Übung «am Reissbrett» entwickelt, so hätte es unseren Empfehlungen an Praxisrelevanz gemangelt. Auf diese Weise gelang es uns, eine ganze Spannweite möglicher Umsetzungsszenarien aufzuzeigen, auf deren Basis das Steuerungsgremium von SwissCollNet nun seine weiteren Schritte planen kann.

3. Analyse und Problemerkfassung

In der Analysephase zeigte sich, dass die Sammlungen einen hohen Wert auf die Kontrolle ihrer eigenen Sammlungsdaten legen. Dies zeigte sich beispielsweise darin, dass viele von ihnen eigene Sammlungsmanagement-Systeme (Collection Management Systems, CMS) betreiben und nicht beabsichtigen, für das Sammlungsmanagement in einen größeren Verbund einzutreten – auch wenn in früheren Phasen diesbezüglich noch andere Aussagen getroffen wurden.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Sammlungen, ihre Budgetprozesse sowie die funktionalen und technischen Anforderungen an ein CMS divergieren stark. Zudem ist ein Unterschied der Datenstandards zwischen biologischen und erdwissenschaftlichen Sammlungen festzustellen. Für die Ausgestaltung der SVNHC muss demnach festgehalten werden, dass das CMS dezentral unter der Kontrolle der einzelnen Institutionen bleiben muss.

Im Bereich der Sammlungsmanagement-Systeme decken einfache Lösungen die Grundanforderungen an Katalogisierung und eine gewisse Kontextualisierung von Sammlungsexemplaren oft bereits ab. Aufwändigere Systeme umfassen weiterführende Funk-

tionalitäten wie Ausleihe, Georeferenzierung, gespeicherte Taxonomien und detaillierte Informationen über die Sammelnden und die Umstände, unter denen das Exemplar gesammelt wurde. In den Schweizer naturhistorischen Sammlungen werden unterschiedliche Managementprodukte eingesetzt, die von Eigenentwicklungen, basierend auf Filemaker oder Microsoft Access, bis hin zu kommerziellen oder Open-Source-Standardlösungen reichen.

Die Interviews zeigten eine klare Tendenz: In den letzten Jahren wurden viele der genannten Lösungen (v.a. selbstentwickelte) auf standardisierte Produkte, hauptsächlich das Open-Source-Produkt Specify, migriert. Einige kleinere Sammlungen, wie beispielsweise das Naturmuseum Thurgau, planen jedoch noch keine Migration, da die auf Microsoft Access basierte Datenbank seit den 1990er Jahren ständig gewachsen ist und weiterentwickelt wurde und auch heute noch aktiv genutzt wird. Eine Migration auf ein anderes System würde grosse Ressourcen (Zeit, Kosten und Personal) beanspruchen, die sie im Moment nicht aufbringen können.

Die Interviews zeigten ebenfalls, dass besonders in mittleren und kleinen Sammlungen nur ein Teil der Objekte und des Inventars digitalisiert sind. «Digitalisiert» bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Katalogdaten der Sammlungen oder Herbarien von einer analogen (Zettelkataloge, Findbücher) in eine digitale Form überführt werden. Auch grössere Sammlungen haben ihre Digitalisierungsprojekte noch nicht abgeschlossen, sie sind jedoch weiter fortgeschritten.

Während der Umfang der Probleme und Bedürfnisse je nach Grösse der Sammlung variiert, wurden die folgenden Themen häufig und unabhängig von der Grösse der Einrichtung genannt:

- Softwareprobleme, nachhaltige Wartung und Weiterentwicklung des CMS
- Probleme bei der Kuratation der Daten
- Datenaustausch zwischen verschiedenen Lösungen

Allgemein wurden eine einfachere, gemeinsame Nutzung und Integration der Daten anderer Sammlungen sowie eine Homogenisierung und Standardisierung der derzeitigen Verfahren gefordert.

4. Diskussion der Resultate

Die Interviews zeigten, dass sowohl in der Schweiz als auch auf internationaler Ebene bereits viel Arbeit geleistet wurde, die für die Realisierung einer SVNHC genutzt werden kann. Trotzdem wird es allein mit den heute existierenden Building Blocks noch nicht möglich sein, die SVNHC vollständig zu realisieren. Es werden sicherlich Erweiterungen benötigt. Die Interviews zeigten dennoch deutlich auf, dass es nicht erforderlich ist, das Rad neu zu erfinden und eine Infrastruktur wie die SVNHC von Grund auf technisch und organisatorisch neu aufzubauen.

Weiter zeigen die Interviews klar, dass ein besserer Zugang zu Sammlungsdaten für Forschende nötig ist. Heute müssen Forschende jede Sammlung einzeln kontaktieren, wenn sie nach Exemplaren einer bestimmten Art suchen.

Die Sammlungen als Datenliefernde begrüssen eine allgemein bessere Sichtbarkeit ihrer Daten, solange die Provenienz klar ausgewiesen wird. Kleine Sammlungen fürchten im Datenmeer grosser Aggregatoren um ihre Sichtbarkeit, was aber mit einer klaren Kennung der Datenherkunft sehr wohl sichergestellt werden kann. Über die Datenaggregation

hinausgehende Funktionalitäten, wie virtuelle Ausstellungen oder eine Schweizer Portal-Website, würden den Sammlungen zusätzliche Sichtbarkeit geben, was insbesondere kleinen Institutionen neues Potenzial bietet.

Diese wichtigsten Erkenntnisse führten uns zu einem Bündel von Empfehlungen für das Design der SVNHC. Bei unserer ersten Empfehlung geht es um die Unterstützung der Digitalisierung von Sammlungen. In diesem Zusammenhang muss ein Fokus auf die Harmonisierung der Datenstandards und der Digitalisierungsprozesse gelegt werden, um homogene und aggregierbare Daten zu erhalten. Dabei ist die Anteilserhöhung digitalisierter Objekte in den Sammlungen eine wichtige Massnahme und ist nur durch skalierbare Massendigitalisierungsprozesse, sowie ausreichend geschultes Personal für die Bedienung der Geräte und den Umgang mit den Objekten möglich. Die Digitalisierung der Sammlungen ist zeit- und kostenintensiv, denn auch die Massenprozesse sind mit viel Handarbeit verbunden.

Eine zweite Empfehlung an die Sammlungen betrifft die Einführung und Pflege standardisierter Collection Management Systeme (CMS), falls dies noch nicht erfolgt ist. Diese CMS sind auf die spezifischen Bedürfnisse naturwissenschaftlicher Sammlungen zugeschnittene Fachapplikationen. Häufig sind die Entwicklung und der Betrieb der Datenbanken an einige wenige Personen gebunden, was kurzfristig zwar kostengünstig, langfristig aber mit Risiken verbunden ist. Die Einführung eines standardisierten CMS ist einerseits ein Infrastrukturprojekt, andererseits fast ausnahmslos mit der Bereinigung von Altdaten verbunden. Idealerweise wird der Betrieb und Unterhalt eines CMS von verschiedenen Institutionen gemeinsam durchgeführt, weil dadurch Synergien entstehen.

Das CMS muss in der Lage sein, Daten in standardisierter Form zu exportieren und über vorgegebene Kanäle einem Aggregator zur Verfügung zu stellen. Zwischen den unterschiedlichen Parteien müssen Schnittstellen hinsichtlich Metadatenstandards und Protokollen für den Datenaustausch definiert werden. Die dritte Empfehlung lautet, stets zu gewährleisten, die FAIR-Datenprinzipien (<https://www.rd-alliance.org/rda-disciplines/rda-and-biodiversity>) einzuhalten. Damit ist die SVNHC eine Datenquelle, die mit den Standards der Forschungsförderungsagenturen (z.B. Schweizerische Nationalfonds) und europäische Forschungsförderungsprogramme (z.B. «Horizon Europe») kompatibel ist.

Speziell im Hinblick auf die SVNHC gilt es zu beachten:

- Eine hohe Datenqualität und -zuverlässigkeit sind ebenso entscheidend wie die Dokumentation der Herkunft der Daten (Provenienzangaben).
- Eine einheitliche Zugriffsrichtlinie für alle Sammlungen, die an der SVNHC teilnehmen, muss definiert werden. Daten sollen so offen wie möglich und so geschlossen wie nötig sein (z. B., um den genauen Standort gefährdeter Arten zu schützen).
- Eine Gewährleistung der Interoperabilität mit internationalen Dateninfrastrukturen wie GBIF (<https://www.gbif.org>) und möglicherweise DiSSCo (<https://www.dissco.eu>) muss gegeben sein.
- Daten sollen wiederverwendbar bleiben, wobei die Datenhoheit auf der Ebene der Sammlungen weiterhin beibehalten werden soll.
- Die Kontrolle über Finanzierung und Weiterentwicklung soll bewahrt werden. Dies ist nur möglich, wenn wir den Aggregator auf nationaler Ebene implementieren. Andernfalls entsteht eine Abhängigkeit von internationalen Entscheidungsprozessen.

Aufbauend auf den allgemeinen Empfehlungen formulierten wir verschiedene Umsetzungsszenarien. Hier schien es uns wichtig, auf den in der Schweiz bereits bestehenden Infrastrukturen und Organisationen aufzubauen. Eine zentrale Rolle nimmt dabei der Verein InfoSpecies ein, über den die Zusammenarbeit der nationalen Daten- und Informationszentren und der Koordinationsstellen für Artenförderung läuft.

Das Hauptaugenmerk soll auf der Entwicklung bereits bestehender Infrastrukturen, Zuverlässigkeit von Investitionen, Prozessautomatisierung und der Verknüpfung von Daten zwischen Plattformen liegen. Es soll auf keinen Fall zu einer Verwässerung durch zu viele Portale und Initiativen kommen.

Die Funktionalitäten der Lösung sollten bei Bedarf kontinuierlich ausgebaut werden können: z.B. sollte die Möglichkeit des Hinzufügens von paläontologischen Daten oder Objektdaten aus dem Ausland möglich sein. Zentral dabei ist, dass Vokabularien und Datenmodelle zwischen Sammlungen vereinheitlicht und koordiniert werden. Künstliche Heterogenität in Datensätzen sollte vermieden werden. Stattdessen sollen durch Kern-datensätze und der Verwendung eines taxonomischen Grundgerüsts (siehe «Catalogue of Life» als taxonomisches Grundgerüst in GBIF) die Datennormalisierung und Qualitätsverbesserung gesteigert werden. Hierfür kann die Anreicherung der Sammlungsinformationen «GBIF Registry of Scientific Collections» (<https://www.gbif.org/grscicoll>) als Orientierung dienen. Als langfristiges Ziel sollten die naturkundlichen Sammlungen mit Beobachtungsdaten, Literatur und DNA-Daten in einem «Enriched Dataset»-Verknüpfungspunkt verbunden werden.

Des Weiteren wird die Investition in eine gutaussehende, attraktive UI/UX mit Funktionen, wie z.B. die der «virtuellen Ausstellung», empfohlen. Das SVNHC-Portal soll ein wichtiges öffentliches Schaufenster für die Sammlungen werden.

Damit diese Weiterentwicklungen zielgerichtet koordiniert werden können, müssen Fachleute aus Schweizer Naturmuseen im Vorstand von InfoSpecies vertreten sein. Zudem ist die Schaffung eines nachhaltigen Geschäftsmodells zur Finanzierung der laufenden Kosten, sowie einer zuverlässigen Organisation mit den erforderlichen wissenschaftlichen und technischen Fähigkeiten zentral für das Gelingen.

5. Implikationen für die Wissenschaft und Praxis

Mit InfoSpecies besteht in der Schweiz bereits ein Netzwerk von Organisationen und Infrastrukturen zur Datenaggregation. Wir empfehlen, die Entwicklung der Datenmodelle und Vokabulare zu beobachten und die bestehenden Infrastrukturen in Zusammenarbeit mit InfoSpecies zu unterstützen und weiterzuentwickeln.

Die Zusammenarbeit und der Austausch zwischen den Datennutzenden (Bund, Kantone, Schutzgebietsverwaltungen, Forschung) und den Institutionen, denen InfoSpecies und GBIFCH Daten zur Verfügung stellen, zeigte ein gegenseitiges Verständnis der Bedürfnisse und Bewertungskriterien. Diese fruchtbare Zusammenarbeit soll weiter gefördert und fortgesetzt werden.

Für den Aufbau einer SVNHC in der Schweiz wäre der Ansatz auf die bereits bestehenden organisatorischen und technischen Strukturen von InfoFauna, PICT-IS («Platform IT for the Collection, enrichment and Transmission of data from national databases InfoSpecies») und dem Schweizer GBIF-Knoten zurückzugreifen, sowohl kosteneffizient als auch risikomindernd bei der Umsetzung. Die Erweiterung von PICT-IS könnte iterativ und

schrittweise geplant und umgesetzt werden. Die neue SVNHC könnte von den Investitionen und Erkenntnissen profitieren, die im Laufe der Jahre rund um PICT-IS gesammelt wurden.

Das vorliegende Projekt demonstriert die zielgerichtete und neutrale Koordination, Kommunikation und Analyse der FHGR mit verschiedenen Stakeholdern, welche erfolgreich zur gemeinsamen Ausarbeitung von Lösungen geführt hat.

6. Überblick und Kontakt

Projektteam	Dr. Ana Petrus Dr. Tobias Wildi Stefanie Maria Müller
Partner	Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) Schweizer Netzwerk Naturhistorische Sammlungen (SwissCollNet)
Finanzierung	Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)
Dauer des Projekts	Juni 2021 bis Dezember 2021
Kontakt	Dr. Ana Petrus ana.petrus@fhgr.ch

7. Referenzen

Addink, W. (2020) RDA and Biodiversity. Research Data Alliance. <https://www.rd-alliance.org/rda-disciplines/rda-and-biodiversity>.

DiSSCo – Distributed System of Scientific Collections <https://www.dissco.eu>.

GBIF – Global Biodiversity Information Facility <https://www.gbif.org>.

GRSciColl – Global Registry of Scientific Collections <https://www.gbif.org/grscicoll>.

InfoSpecies – Das Schweizerische Informationszentrum für Arten <https://www.infospecies.ch>.

Petrus, A., & Wildi, T. (2021) Preproject “Swiss Virtual Natural History Collection” (SVNHC). Report man-dated by Swiss Academy of Sciences (SCNAT).

SwissCollNet – Schweizer Netzwerk Naturhistorische Sammlungen <https://swisscollnet.scnat.ch>.

Trade Compliance-Management der digitalisierten Wertschöpfungskette

Autorenschaft: Urs Jenni

Für den Export von sogenannte Dual-Use-Gütern, die für militärische wie auch zivile Zwecke verwendet werden können, müssen Unternehmen gesetzliche Exportkontroll-Vorgaben des Bundes erfüllen und teilweise Exportbewilligungen beantragen.

Immer häufiger exportieren Unternehmen aber nicht Maschinen, sondern Software, Technologien und Dienstleistungen. Diese immateriellen Exporte unterstehen genau gleich der Exportkontrolle wie physische Güter. Datentransfers über Clouds und das Internet sind firmenintern und durch den Gesetzgeber viel schwieriger zu kontrollieren als der Export von Maschinen und Geräten.

Das fordert von den Unternehmen Veränderungen in ihrem Trade Compliance-Management, die mit hohen Investitionen unter grosser Unsicherheit verbunden sind. Zur Reduzierung dieser Unsicherheit sind wissenschaftliche Erkenntnisse notwendig, welche ein fundiertes Vorgehen bei der Anpassung der Strukturen und Prozesse ermöglichen.

Der Artikel gibt einen Einblick in ein grösseres Forschungsprojekt mit Industriepartnern und zeigt einen Teil der Ergebnisse.

Keywords: Digitalisierung, Supply Chain, Corporate Responsibility, Trade Compliance

1. Einführung

Was ist Exportkontrolle?

Der unerwartete Angriff Russlands auf die Ukraine im März 2022 führte zu wirtschaftlichen Sanktionen gegen russische Unternehmen und Unternehmende. Das löste bei vielen Schweizer Firmen im High-Tech-Bereich intensive Aktivitäten aus. Trade-Compliance-Fachleute klären ab, welche Auswirkungen die Sanktionen auf die Exporte nach Russland und für die bestehenden Geschäftsbeziehungen mit russischen Unternehmen haben. Für den Export von militärischen Gütern und sogenannten Dual-Use-Gütern, die für militärische wie auch zivile Zwecke verwendet werden können, müssen Unternehmen gesetzliche Vorgaben des Bundes erfüllen und teilweise Exportbewilligungen beantragen. Die unter dem Begriff «Exportkontrolle» zusammengefasste Funktion überprüft in den Unternehmen laufend die Gesetzeskonformität der Angebote, Produkte, Technologien und Geschäftsbeziehungen weltweit. Sogenannte «Export Control Manager» sind bei grösseren Schweizer Firmen nur für diese Aufgabe angestellt. Sie entwickeln, implementieren und überwachen die sogenannten «Internal Control Programms» (ICP) in ihren Firmen. Diese ICP sind für Produkte wie Geräte, Maschinen und Komponenten etabliert und eingespielt.

Wie verändert die Digitalisierung die Exportkontrolle?

Immer häufiger exportieren Unternehmen aber nicht nur Maschinen, sondern Software, Technologien und Dienstleistungen. Vermehrt basieren ganze Geschäftsmodelle auf einem digitalen Angebot, welches über eine digitale Plattform abgewickelt wird. Apps und/oder Web-Seiten ermöglichen den Zugriff auf cloud- und datenbasierte Dienstleistungen. Damit findet ein Wechsel von produktzentrierten zu datenzentrierten Geschäftsmodellen

statt. In datenzentrierten Angeboten sind nicht mehr die physischen Produkte, sondern die durch Produkte generierten Daten der eigentliche Wertträger. Zudem werden die stattfindenden Transaktionen zwischen Anbietenden und Abnehmenden zunehmend automatisiert, d.h. ohne menschliches Zutun abgewickelt (e-commerce, I4.0), und sie passieren zu einem grossen Teil im digitalen Raum, dessen geografische Verortung und damit die geltende Jurisdiktion über Ländergrenzen hinweg verschwimmt.

Dieser Wandel fordert von den Unternehmen Veränderungen in ihrem Trade Compliance-Management, da die klassische Abwicklung von physischen Export-Transaktionen bei digitalen Angeboten nicht mehr funktioniert. Die in den Unternehmen etablierten ICP hinken den Veränderungen durch die Digitalisierung nach.

Zudem tauchen durch den Export von datenbasierten Leistungen verschiedene neue exportkontrollrechtliche Fragestellungen auf, die noch nicht beantwortet sind. Dazu gehören Einschränkungen des Zugriffs aus bestimmten mit Embargo belegten Ländern auf digitale Plattformen, die exportkontrollrechtliche Relevanz von grenzüberschreitenden Mikrotransaktionen bei datenbasierten Dienstleistungen (I4.0, Predictive Maintenance) oder Herausforderungen mit globalen Entwicklungsteams, bei denen unter Umständen sichergestellt werden muss, dass Mitarbeitende mit Staatsbürgerschaft von mit Sanktionen belegten Ländern (z.B. iranische Software-Fachleute) keinen Zugriff auf kritisches Wissen erhalten. Der beschriebene technologische und handelsrechtliche Wandel fordert von den Unternehmen Veränderungen in ihrem Trade-Compliance-Management, die mit hohen Investitionen unter grosser Unsicherheit verbunden sind. Zur Reduzierung dieser Unsicherheit sind wissenschaftliche Erkenntnisse notwendig, welche ein fundiertes Vorgehen bei der Anpassung der Strukturen und Prozesse ermöglichen.

2. Zielsetzung

Es ist das Ziel des Projekts «Trade Compliance der digitalisierten Wertschöpfungskette» ein Instrumentarium zu entwickeln, das Unternehmen befähigt, ihre Trade-Compliance-Strukturen und -Prozesse an die neuen digitalen Wertschöpfungsketten anzupassen, die aktuell geltenden Bestimmungen zu erfüllen und das notwendige unternehmerische Bewusstsein sowie die Flexibilität zu entwickeln, um auf zukünftige Änderungen der Rahmenbedingungen schnell reagieren zu können.

Vor diesem Hintergrund verfolgt das Projekt drei konkrete Ziele mit den entsprechenden Lieferobjekten:

- Die Entwicklung eines Methodensets für die Analyse, Gestaltung, Einführung und Schulung der Exportkontrolle von digitalen Produkten.
- Die Entwicklung eines Funktionsprototypen einer Softwarekomponente für die Exportkontrolle von digitalen Produkten.
- Die Entwicklung eines Leitfadens zur Information, Aufklärung, Sensibilisierung und praktischen Hilfestellung für die Exportkontrolle von digitalen Produkten.

Die folgende Abbildung fasst die Ausgangslage, die Herausforderung sowie die durch das Projekt entwickelte Lösung zusammen.

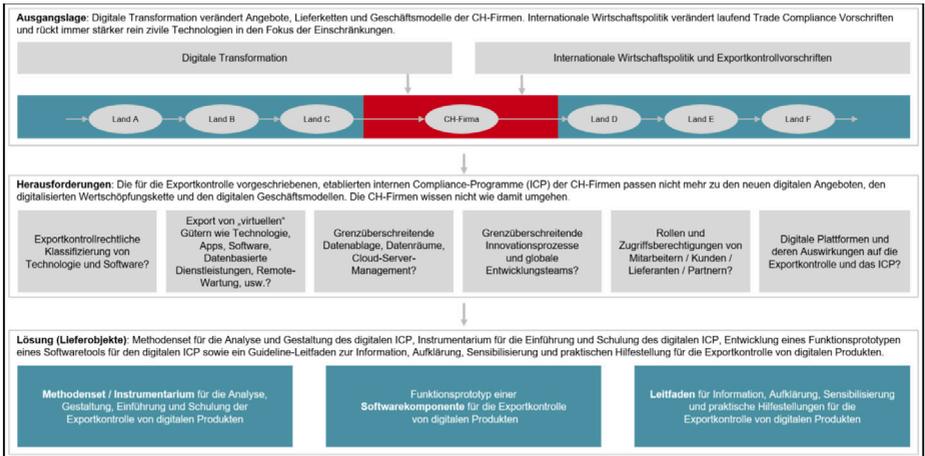


Abbildung 1: Ausgangslage, Herausforderung, Lösungen (eigene Darstellung)

3. Methodischer Ansatz

Um diese Ziele zu erreichen, führen wir in unserem Projekt vier Schritte aus. Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen den vier Schritten.

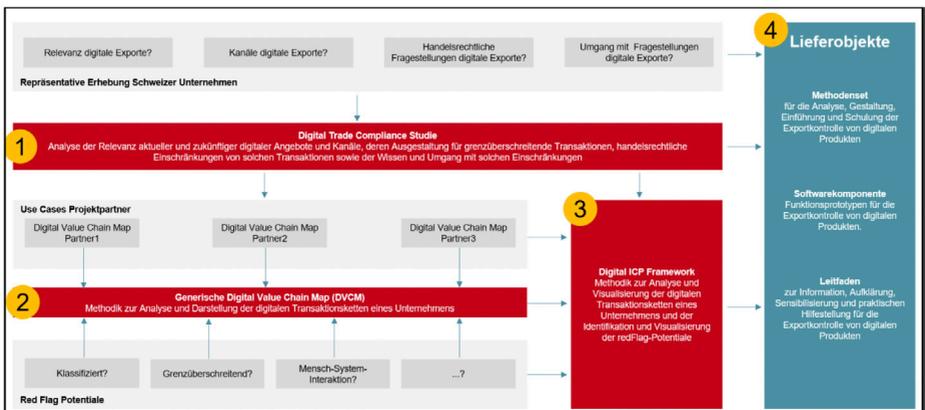


Abbildung 2: Vier methodische Schritte des Projekts (eigene Darstellung)

Erstens wird eine schweizweite repräsentative Digital Trade Compliance Studie durchgeführt. Diese untersucht die Relevanz digitaler Angebote und Kanäle für Schweizer Unternehmen, die Ausgestaltung von grenzüberschreitenden digitalen Transaktionen sowie mögliche handelsrechtlichen Einschränkungen von solchen Transaktionen.

Zweitens wird aus den Ergebnissen der Studie sowie mit Hilfe von detaillierten Analysen der digitalen Wertschöpfungsketten bei den Anwendungspartnern eine generische digitale Value Chain Map (DVCM) entwickelt. Das ist eine Analyse und Visualisierung der internen und externen digitalen Transaktionsketten in einem Unternehmen.

Drittens werden in der DVCM die sogenannten «redFlag» Potentiale» (mögliche Verletzungen von Handelsrecht) identifiziert und ein Framework für ein digitales «Internal Control Programm (ICP) entwickelt.

Viertens werden aufbauend auf diesen grundlegenden Arbeiten das Methodenset, die Softwarekomponente sowie der Leitfaden für die gesetzeskonforme Abwicklung von digitalen Exporten gebaut und bei den Anwendungspartnern getestet.

4. Erste Ergebnisse

Die Entwicklung der Digital Value Chain Map (DVCM)

Für die Erreichung der Projektziele ist das Verständnis der digitalen Transaktionsketten in den Unternehmen wesentlich. Um dieses Verständnis zu erlangen, wird ein Framework und eine Methode für die Analyse dieser Transaktionsketten benötigt. Die Abklärungen zum Stand der Forschung hatten ergeben, dass die Implikationen der Exportkontrolle auf die zunehmende Digitalisierung der internationalen Wertschöpfungsketten und die damit einhergehende Digitalisierung der Angebote bis heute kaum Gegenstand der anwendungsorientierten wissenschaftlichen Forschung ist. Entsprechende Analyse-Frameworks existieren keine und wir mussten im Projekt eine solches Framework und die Anwendungsmethodik dazu entwickeln. Daraus ist das zentrale Instrument für die Analyse der digitalen und grenzüberschreitenden Transaktionen in Unternehmen entstanden – die Digital Value Chain Map (DVCM). Die DVCM ist ein methodisches Framework für die detaillierte Analyse der digitalen Wertschöpfungskette eines Unternehmens. Das Framework besteht aus zwei Elementen: (1) dem methodischen Vorgehen für die Analyse und (2) dem Konzept für die Visualisierung.

5. Das methodische Vorgehen für die Entwicklung der DVCM

Die folgende Abbildung zeigt die fünf Schritte des Vorgehens für die Entwicklung des DVCM-Frameworks.

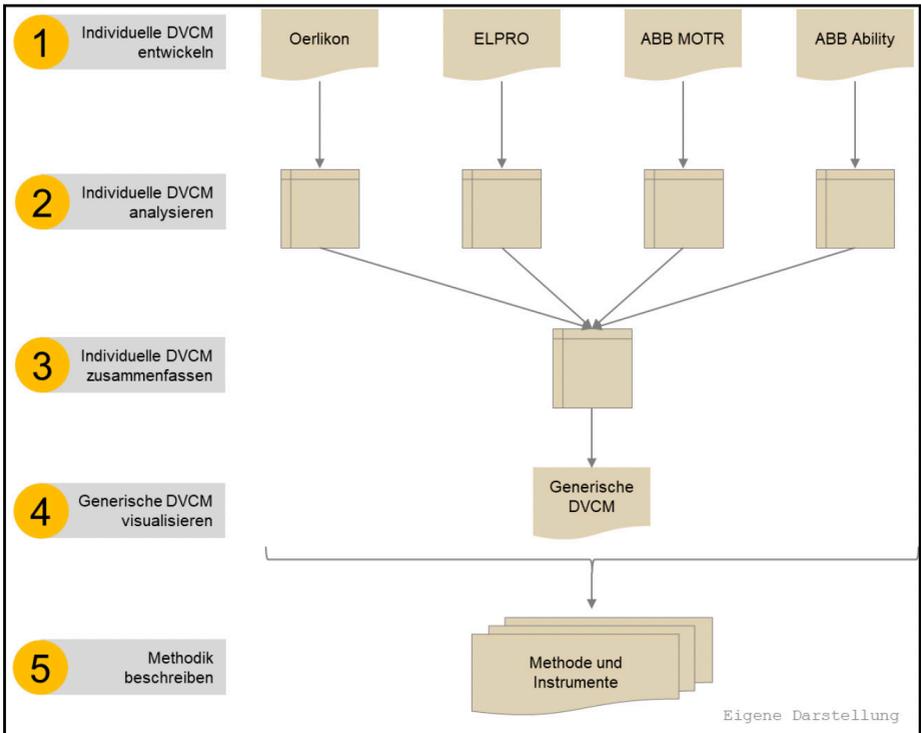


Abbildung 3: Fünf Schritte zur Entwicklung des DVCM Frameworks (eigene Darstellung)

Im **ersten Schritt** wurde für alle drei Partner in rund 40 Workshops, in die Personen aus der Entwicklungsleitung, Supply-Chain-Management, Software-Entwicklung, Verkauf und Service Engineering sowie Export Control Officer und weitere Mitarbeitende der Partnerfirmen involviert waren, die individuellen DVCM analysiert und visualisiert. Die Workshops wurden digital mit Hilfe des cloudbasierten Whiteboard-Tools MIRO durchgeführt. Die Abbildung zeigt einen Auszug aus einem der analysierten Prozesse bei einer Partnerfirma.

Im **zweiten Schritt** wurden aus den dabei gesammelten Informationen die identifizierten RedFlags (kritische Punkte im Prozess, wo allenfalls Exportkontrollrecht verletzt werden könnte) in einer für jeden Partner individuellen Liste zusammengefasst.

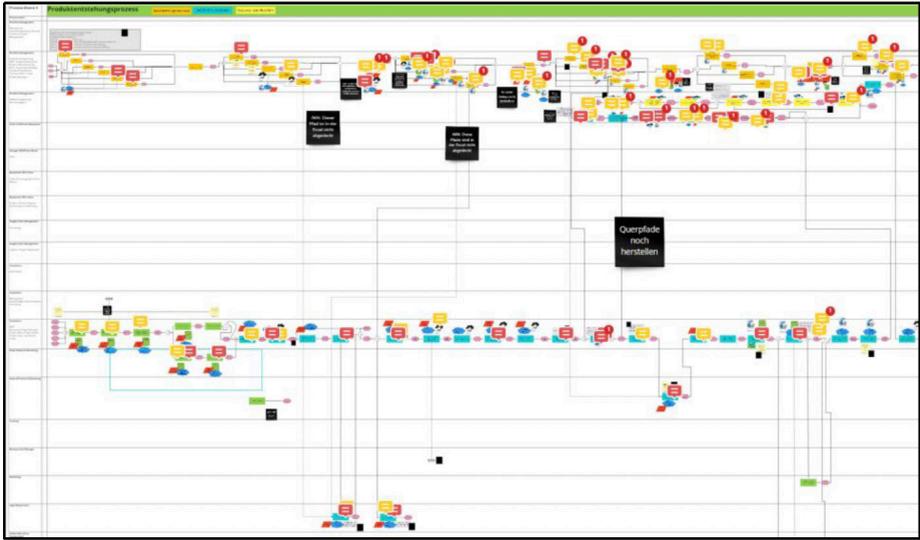


Abbildung 4: Auszug aus einem analysierten Prozess bei Partnerfirma (eigene Darstellung)

Im **dritten Schritt** wurden die individuellen RedFlag-Listen zu einer gemeinsamen Liste zusammengefasst, der RedFlag-DB. Die RedFlags wurden in dieser Datenbank nach verschiedenen Kriterien klassifiziert und mit Attributen versehen. Insgesamt wurden bei den drei Partnerfirmen 122 RedFlags identifiziert.



Abbildung 5: RedFlag-Listen (eigene Darstellung)

Diese RedFlag-DB dient für die weiteren Schritte als zentrale Datensammlung, um Schlussfolgerungen abzuleiten, Problemfelder zu identifizieren und zu gewichten und die firmeninternen Prozesse zu beurteilen.

Das führte dann zu einer Problemfeld-Klassifikation mit ihrer Gewichtung (Anzahl Red-Flags), welche als Ausgangslage dient, um Instrumente für die einzelnen Problemfelder zu entwickeln. Diese Instrumente dienen dazu, um in den Unternehmen den Internal Control Process (ICP) auf die neuen Anforderungen der digitalen Welt auszurichten. Die Abbildung zeigt die identifizierten Problemfelder. Die Anzahl RedFlags gibt einen Hinweis auf die Herausforderungen in den Problemfeldern.

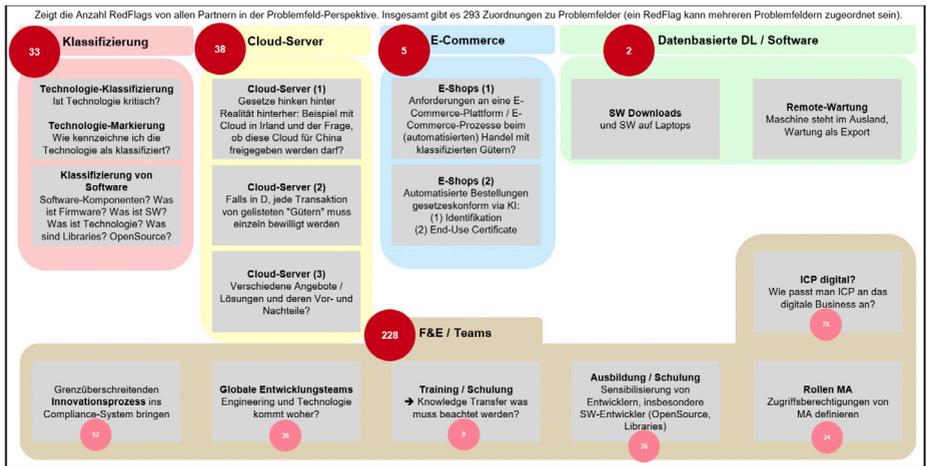


Abbildung 6: Übersicht und Anzahl an RedFlags (eigene Darstellung)

Das Problemfeld «F&E / Teams» der grenzüberschreitenden Innovationsprozesse in internationalen Entwicklungsteams ist mit 209 RedFlag-Zuordnungen das mit Abstand grösste. Während einer Produktentwicklung in einem internationalen Team, in dem häufig auch externe Partner involviert sind, passieren durch den grenzüberschreitenden Austausch von Wissen, Daten, Zeichnungen und Software-Code laufend Exporte. Gleichzeitig sind die F&E-Prozesse in den etablierten Exportkontrollprozessen, die stark auf die klassische Supply Chain fokussieren, kaum abgedeckt. Die Fachleute in der Entwicklung sind zudem im Gegensatz zu Exportfachleuten nicht oder wenig sensibilisiert für Exportkontrollfragen. Weitere kritische Problemfelder sind das Cloud-Computing sowie die Herausforderung der Exportkontroll-Klassifizierung von Software und Technologien.

Im vierten Schritt werden die sehr detaillierten individuellen DVCM der Partner analysiert und stark vereinfacht zu einer generischen DVCM zusammengefasst. Diese zeigt allgemein und auf hoher Flughöhe die klassischen Prozesse in einem industriell geprägten Schweizer Unternehmen.

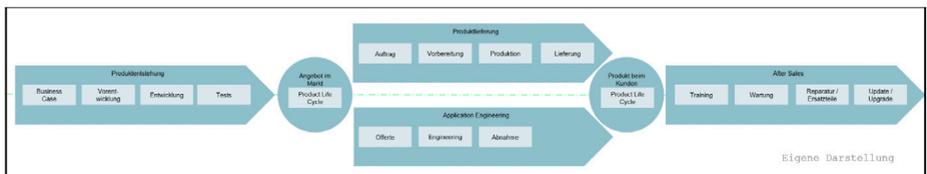


Abbildung 7: Generische DVCM (eigene Darstellung)

Mit Hilfe der Daten aus der RedFlag-DB kann diese generische DVCM mit weiteren Informationen aufgewertet werden.

Die erste Abbildung zeigt die Verteilung der RedFlags auf die einzelnen Prozesse und Prozessphasen in der generischen DVCM. Wie in der Problemfeldanalyse oben ist der Produktentstehungsprozess (F&E-Prozess) der aus Exportkontroll-sicht problematischste.

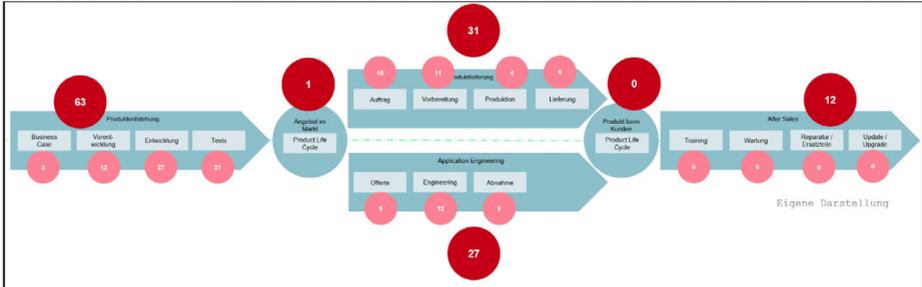


Abbildung 8: Verteilung der RedFlags im Prozess (eigene Darstellung)

Die zweite Abbildung ist eine Visualisierung wie gut die dargestellten Prozesse in einem typischen Unternehmen durch den etablierten ICP abgedeckt sind. Wirklich gut abgedeckt ist nur der klassische Exportprozess.

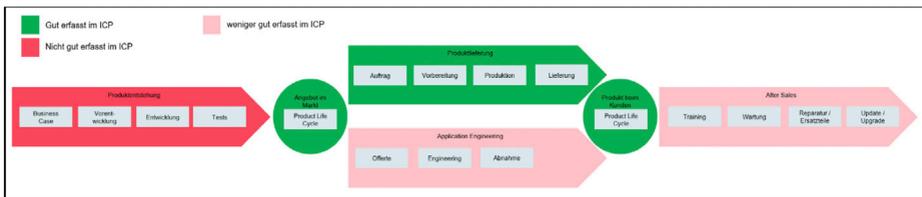


Abbildung 9: Übersicht Abdeckung im ICP (eigene Darstellung)

Die dritte Abbildung integriert die involvierten Rollen (Abteilungen, Funktionen, Lieferfirmen, Kundschaft) in den Prozessen sowie die Waren- und Datenflüsse mit den grenzüberschreitenden Transaktionen.

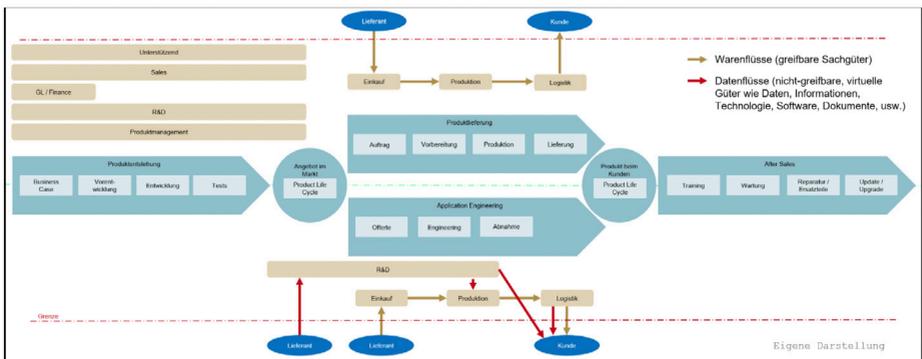


Abbildung 10: Übersicht der involvierten Rollen im Prozess (eigene Darstellung)

6. Weitere Schritte

Das Projekt läuft noch bis Ende 2022. Aus der oben dargestellten Analyse der Problemfelder, den Erkenntnissen aus den Prozessen bei den Partnern sowie aus den Ergebnissen aus zwei Workshops mit Exportkontroll-Fachleuten wurde eine Instrumenten-Map mit 36 möglichen Instrumenten entwickelt. Diese Instrumente werden gebaut und dann bei den Partnern getestet.

7. Überblick und Kontakt

Projektteam	Prof. Urs Jenni Dieter Conzelmann Ruth Nieffer Prof. Dr. Christian Hauser Jeanine Bretti Rainalter Orsana Cramer
Partner	Serconec, Würth, TradeMonkey und drei Industriefirmen
Finanzierung	Innosuisse, Fachhochschule Graubünden
Dauer des Projekts	Mai 2020 bis Dezember 2022
Kontakt	Prof. Urs Jenni urs.jenni@fhgr.ch

User-Generated Content-Plattform für individualisierte Schlaganfall-Therapie

Autorenschaft: Gizem Yilmaz, Matthias Künzler und Joeri Gredig

Laut der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft erleiden in der Schweiz jährlich 16'000 Personen einen Schlaganfall. Dieser trifft die Betroffenen und deren Angehörigen meistens unerwartet. Eine Rehabilitation erfordert von allen Beteiligten Ausdauer, Disziplin und Motivation.

Hier setzt das Projekt an: Es entwickelt eine digitale Plattform für Exergames, die helfen sollen, Spass und Unterhaltung in die Therapie zu bringen. Externe Spieleentwickelnde können betroffenen- und therapiegerätspezifische Exergames entwickeln, die in der Rehabilitation von Menschen mit Schlaganfällen eingesetzt werden.

Im Unterschied zu den bestehenden Lösungen, soll diese Plattform die Implementierung und Integration von nutzergenerierten Inhalten (UGC - User-Generated-Content) ermöglichen. Dadurch lassen sich die Angehörigen in die Therapie einbinden, indem sie durch einen einfachen, jedoch gesicherten Chat multimediales Material (Bilder, Videos etc.) mit persönlichen Inhalten liefern, das in die Exergames eingebaut wird. Dadurch lässt sich die Therapie individueller gestalten und die Motivation und Leistungsbereitschaft der Betroffenen erhöhen.

Keywords: Schlaganfall, Sensor, Exergame, Klinik, Mediennutzung, Digitalisierung, User-Generated Content

1. Ausgangslage und Ziele

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erleiden weltweit jedes Jahr 15 Millionen Menschen Schlaganfälle. Davon sterben fünf Millionen und weitere fünf Millionen sind dauerhaft körperlich eingeschränkt. Schlaganfälle sind weltweit die zweithäufigste Todesursache und trifft die Betroffenen sowie ihre Angehörigen meistens unerwartet. Neben dem Schicksalsschlag entstehen auch beträchtliche Gesundheitskosten; insbesondere die Rehabilitation erfordert von allen Beteiligten Ausdauer, Disziplin und Motivation.

In der digitalen Welt erscheint es vielversprechend, zur Steigerung der Motivation Übungen in Form von Spielen (Exergames = Exercise-Games) zu konzipieren, die Spass machen und unterhaltend sind. Allerdings gibt es noch wenige entsprechende technische Lösungen. Medizinisch zertifizierte Geräte sind nur mit proprietären Exergames verfügbar, die zudem keine Schnittstelle zu Angehörigen aufweisen.

Dieses brachliegende Potenzial möchte das vorliegende Projekt nutzen, indem eine digitale Plattform entwickelt wird, auf welcher Exergames von externen Spieleentwickelnden mit rehabilitationsspezifischen Spieldesign-Elementen erweitert werden können. Im Unterschied zu den bestehenden Lösungen soll diese Plattform die Implementierung und Integration von nutzergenerierten Inhalten (UGC – User-Generated-Content) ermöglichen. Die Angehörigen sollen in die Therapie eingebunden werden, indem sie persönliches Material liefern, das in die Exergames eingebaut wird. Dadurch lässt sich die Therapie individueller gestalten und die Motivation und Leistungsbereitschaft der Betroffenen erhöhen.

Diese Plattform für Exergames mit UGC-Content erlaubt es, nicht-zertifizierte Exergames mit

zertifizierten Medizintechnikgeräten über eine Kommunikationsschnittstelle zu kombinieren, was die Entwicklungszeiten und -kosten massiv reduziert. Es können neben Standardgeräten wie beispielsweise Ergometer auch Medizintechnikgeräte unterschiedlichen Typs (z.B. Aquabike) angeschlossen werden, ohne deren jeweiliges zertifiziertes Softwaresystem zu verändern respektive unerlaubt zu manipulieren.

Die Grundidee dieses Projekts lässt sich an der Geschichte von Gerda konkretisieren. Gerda erleidet einen Stroke (Schlaganfall) und muss in die Rehabilitation, ihr Zeitgefühl und ihre Merkfähigkeit sind stark eingeschränkt. Sie freut sich stets sehr, wenn sie Besuch von ihrem Enkel Kevin erhält. Dann lebt sie auf und erzählt von den alten Zeiten, u.a. davon, dass sie als junge Frau einmal mit dem Velo den Gotthardpass hochgefahren ist.

Bei diesen persönlichen Erlebnissen soll nun die Therapie ansetzen. Auf dem Bildschirm eines therapeutischen Geräts wird ein Exergame angezeigt, auf dem Gerda als junge Frau mit dem Fahrrad einen Berg hochfährt. Das Spiel enthält verschiedene Levels; sobald sie eine gewisse Strecke hinter sich hat, erscheint ein altes Foto, Video oder aber auch Audio, das ihr helfen soll, ihre Motivation zu steigern, damit sie weiter trainiert und sich wieder an das Geschehene erinnern kann.

Neben dem Exergame wurde ein Chat (Abbildung 1) entwickelt, über den ihr Enkel und weitere Angehörige Inhalte (Foto, Video, Audio) dem medizinischen Team zusenden können. Der Chat ist sehr einfach aufgebaut, so dass ihn alle, ob jung oder alt, benutzen können. Neben dem Senden von verschiedenen Medien und Text haben die Angehörigen die Möglichkeit, die gesendeten Inhalte gegenseitig zu bewerten, stets unter Berücksichtigung des emotionalen Zustands von Gerda. Seit Gerda Bild- oder ev. Videomaterial während der Therapie sehen und dabei auch mit ihren Angehörigen in Kontakt treten kann, ist sie sehr motiviert und macht schneller Fortschritte als zuvor.



Abbildung 1: Screenshot vom Chat für Angehörige⁴

2. Eingesetzte Methoden / Vorgehensweise

Im Rahmen dieses Projekts analysierte das Institut für Multimedia (IMP) die Akzeptanz und Motivation zur Nutzung von UGC in der Therapie bei Betroffenen, Angehörigen und Therapiefachpersonal. Dazu wurden mit diesen drei Personengruppen Interviews durchgeführt, um den Ist-Zustand und zukünftige Bedürfnisse sowie Möglichkeiten zu erfassen. Um an Betroffene zu gelangen, wurde die Patientenorganisation Fragile kontaktiert, über die sich die Betroffenen bei uns gemeldet haben.

⁴ Momentan werden Usability Tests durchgeführt, weshalb der Chat schrittweise angepasst wird. Dieser Screenshot bildet nicht das Endprodukt ab.

Gleichzeitig führte das Team der Physiotherapieshochschule Thim van der Laan Interviews mit ärztlichem sowie therapeutischem Fachpersonal, um uns einen Überblick über die Therapieprozesse zu verschaffen und somit unser Vorhaben an der richtigen Stelle ansetzen zu können.

Insgesamt wurden fünf therapeutische bzw. ärztliche Fachpersonen, sieben Betroffene und drei Angehörige interviewt, die über den Therapieprozess, die Therapieübungen und ihre Wünsche sowie Bedürfnisse befragt wurden. Die Interviews wurden mit Hilfe der Grounded Theory analysiert und ausgewertet. Die Grounded Theory ist ein Ansatz der qualitativen Forschung, bei dem die Befragten keine vorgegebenen Antworten ausfüllen, sondern ihre Erfahrungen, Einschätzungen etc. in den Mittelpunkt stellen. Auf dieser Grundlage wird u.a. rekonstruiert, welches Phänomen die Betroffenen als Problem sehen, wie sie damit umgehen und welche äusseren Einflüsse dabei eine Rolle spielen (vgl. Pentzold/Bischof/Heise 2018; Abbildung 2).

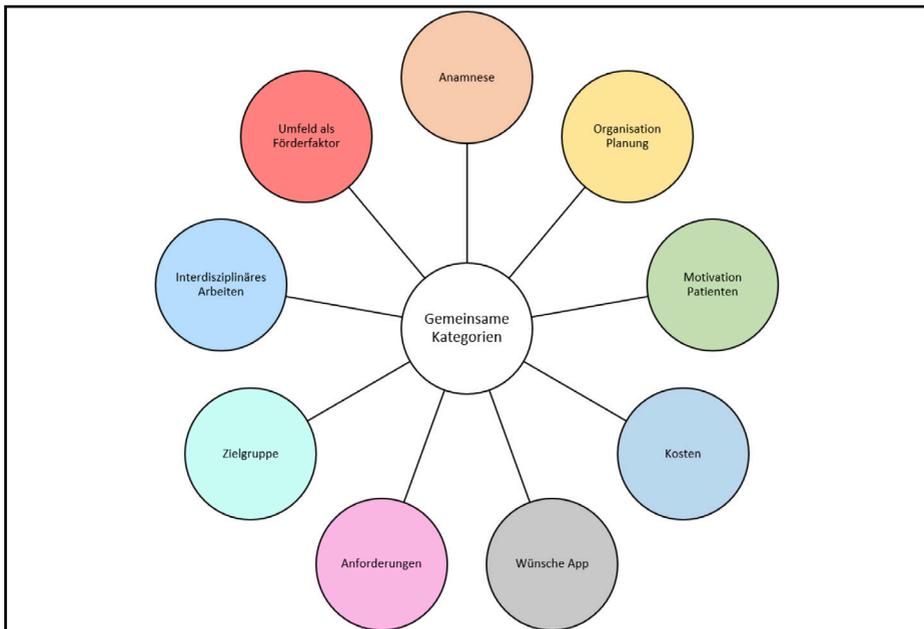


Abbildung 2: Auswertung (gemeinsame Kategorien) der Interviews mit therapeutischem Fachpersonal

Auf Grundlage der Befragung wurden die neu gewonnenen Informationen für die Erstellung von Persona-Canvas (Abbildung 3) genutzt, um zu verstehen, welche Prozesse bei der Therapie die Einführung der neuen Anwendung begünstigen oder behindern und welche Bedürfnisse die Beteiligten an die neue Lösung haben.

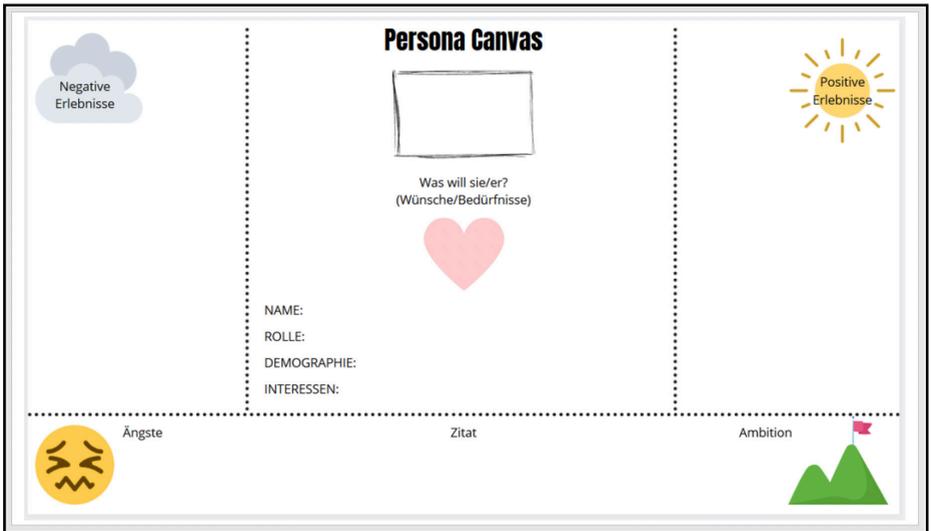


Abbildung 3: Persona Canvas

3. Resultate – Akzeptanz und Motivation zur Nutzung von UGC in der Therapie

In den Interviews nannten die Betroffenen verschiedene Motivationsfaktoren (Abbildung 4). Diese bezogen sich einerseits auf das therapeutische Team und andererseits auf die persönliche Einstellung. Vertrauen und Sicherheit in der Therapie, Selbstmotivation und Spass waren jene Gefühle, welche als besonders motivationsfördernd genannt wurden. Viele Betroffene sagten jedoch aus, es nicht zu schaffen, sich selbst zu motivieren. Deshalb sei es wichtig, sowohl in der Therapie als auch selber im Alltag sich selbst kleine Ziele zu setzen, damit der Fortschritt gesehen werden könne, was sich damit wiederum als weiteren Motivationsfaktor herausstellt.



Abbildung 4: Motivationsfaktoren

Die Analyse bestätigte zudem die Vorannahme, dass der Einbezug von Angehörigen in den Therapieprozess für die Betroffenen von grosser Bedeutung ist, weil sie als engste Personen diese am besten kennen und wissen, was ihnen gefällt oder nicht. «Neben den therapeutischen Massnahmen ist es sehr wichtig, dass die engsten Angehörigen den Patienten begleiten. Der Weg ist sehr lang und man braucht diese Unterstützung» (Interview Patient). Den Angehörigen ist dies bewusst, jedoch haben die meisten aus familiären oder beruflichen Gründen nicht genug Zeit, um die Betroffenen zu unterstützen: «Meistens war es für mich zu viel, weil ich auch mein eigenes Leben weiterführen wollte» (Interview Angehörige). Viele der befragten Angehörigen erwähnten zudem, dass sie oft den Eindruck hatten, ungenügend informiert worden zu sein. Dadurch konnten sie den Prozess gar nicht richtig wahrnehmen, weil sie nicht wussten, was noch alles geschehen kann und wie sie Unterstützung leisten können. In den Interviews wurde auch deutlich, dass die Angehörigen selbst Unterstützung benötigen, u.a. in Form von Gesprächen über den Therapieprozess und einen Austausch mit anderen Angehörigen, um sich mit Personen zu unterhalten, welche die gleichen Herausforderungen im Alltag erleben und sie deshalb verstehen.

Des Weiteren wurden Stroke-Betroffene gefragt, ob sie Computerspiele und eine Therapieumgebung mit technischen Geräten wie einem Bildschirm, der verschiedene mediale Inhalte anzeigt, als motivierend empfinden. Grundsätzlich können sich die Betroffenen solche Spiele und Settings in der Therapie vorstellen, meinen jedoch, dass Spiele am Anfang ermüdend wirken können, weil sie vor dem Computer mehr Anstrengung und Konzentration bräuchten. Zudem wünschten sie sich einen Überraschungseffekt. Sie meinten, dass die Therapie nicht viel bringen würde, wenn immer die gleichen Exergames zu spielen seien. Dieser Wunsch geht auch mit jenem nach individualisierten Therapien sowie dem Einsatz von verschiedenen Geräten einher, damit ihr Fortschritt gemessen werden könne. Ebenfalls wünschten sich die Betroffenen mehr Inklusion in den Alltag; man solle ihnen zuhören und sie fördern, um Langeweile zu verhindern.

Die Angehörigen waren der vorliegenden Projektidee einer Exergames-Plattform mit UGC-Content gegenüber positiv eingestellt und erklärten sich bereit, entsprechende persönliche Inhalte zu liefern. Jedoch haben sie betont, dass die Plattform einfach und schnell zu bedienen sein müsse. Dem haben auch die therapeutischen Fachpersonen beigepllichtet. Jedoch meinten sie, dass dies bei jüngeren Angehörigen besser funktionieren werde als bei den älteren, weil sich erstere viel mehr mit Technologien auseinandersetzen. Die erwarteten Vor- und Nachteile sind in folgender Abbildung zusammengefasst.

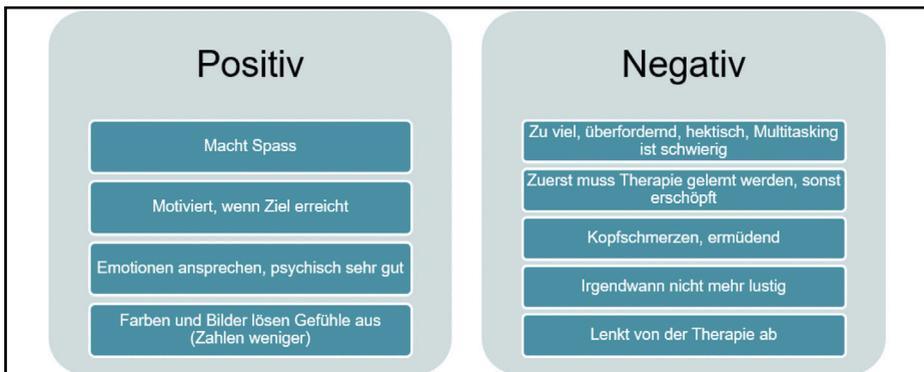


Abbildung 5: Erwartete positive & negative Aspekte des Einsatzes von Computerspielen bzw. Inhalten auf Bildschirmen in der Therapie

Trotz der grundsätzlich positiven Bewertung der Projektidee haben die Angehörigen auf eine wichtige, nicht intendierte Wirkung hingewiesen. Sie haben zu bedenken gegeben, dass über den UG-Content Betroffene daran erinnert werden, was sie vor dem Schlaganfall tun konnten und nun möglicherweise nicht mehr können. Dies könne demotivierend wirken.

Auch das therapeutische Fachpersonal betont, dass beachtet werden müsse, wie stabil die Betroffenen auf emotionaler Ebene sind, denn viele würden durch die Vergangenheit blockiert. Oftmals müsse Betroffenen klar gemacht werden, dass sie aus motorischer Sicht gewisse Dinge nicht mehr tun können, die sie jedoch gerne tun möchten. Allerdings würden für emotional stabile Betroffene Inhalte auf einem Bildschirm ein absolut motivierender Faktor sein.

Die therapeutischen Fachpersonen wiesen in den Interviews auch darauf hin, dass die Angehörigen bisher nie aktiv in den Therapieprozess einbezogen wurden. Sie sind der Meinung, dass dies immer wichtiger wird, je länger der Rehabilitationsprozess dauert, vor allem wenn es darum geht, wieder nach Hause zu gehen. Aktuell wird die Zeit bei der Familie als Therapiepause angesehen, um die Motivation für die nächste Therapiewoche zu steigern.

4. Resultate – Ablauf der Neurorehabilitation sowie die Gestaltung der Trainingspläne

Um die neue UGC-Plattform optimal in den Therapieprozess zu integrieren, wurde auch untersucht, wie der Therapieprozess überhaupt verläuft. Die Aufnahme von Betroffenen beginnt mit der Untersuchung durch das ärztliche Fachpersonal, um den neurologischen Status abzuklären. Auf dieser Grundlage wird das therapeutische Fachpersonal informiert, welche Übungen für die Betroffenen möglich sind und welche nicht. Das therapeutische Fachpersonal erstellt anschliessend den Therapieplan, der immer wieder angepasst wird. In täglichen interdisziplinären Besprechungen (Stroke-Rapport), in denen das gesamte gesundheitliche Team beteiligt ist, wird die Situation der Betroffenen und Möglichkeiten für weitere Förderungen besprochen.

Das therapeutische Fachpersonal ist sich bewusst, dass Therapiespiele einen Überraschungseffekt haben und Spass machen sollten, um Langeweile zu verhindern, wie oben dargestellt wurde. Zudem erwähnte es auch, dass personalisierte Trainingsmöglichkeiten sehr gut ankommen würden. In der Therapie von Schlaganfallbetroffenen sei es erwünscht, neue Technologien und Geräte einzusetzen, jedoch scheitert dies meistens an den Anschaffungskosten. Aus diesem Grund müssen die meisten Geräte mit anderen Betroffenen in einem Raum geteilt werden.

5. Nutzen & Mehrwert für Kunden / Wirtschaft

Die offene Plattformarchitektur, welche die Einbindung von UGC und von Exergames externer Entwickelnden erlaubt, bietet nicht nur hohes Potenzial für grössere Therapieerfolge: Sie erlaubt es, den Wunsch nach Abwechslung in der Schlaganfall-Rehabilitation, individuelle Bedürfnisse und den Einbezug von Angehörigen umzusetzen. Die Plattform hat aber auch deutliche Vorteile im Markt: Mit dieser Lösung lassen sich ökonomische Netzwerkeffekte realisieren, d.h. der Produktnutzen steigt mit der zunehmenden Anzahl von

Nutzenden. Dadurch steigt auch der ökonomische Wert der Plattform insgesamt und die Markteintrittsbarrieren für die Konkurrenz erhöhen sich ebenfalls (Wirtz, 2006, 35 f, 571 f).

Wie bereits die gewonnenen Erkenntnisse aus Interviews und durchgeführten Experimenten für die Projektumsetzung zeigen, weist das Projekt positive soziale Auswirkungen für Betroffene, deren Familien- und Freundeskreis sowie das Therapiefachpersonal auf. Bestehende Studien belegen, welchen Anreiz Personen haben, nutzergenerierte Inhalte (UGC) zu produzieren und/oder zu teilen. Motivation dafür können Anerkennung, soziale und kognitive Bedürfnisse sein (Schweiger 2019). Je besser und umfassender nutzergenerierte Inhalte für die Therapievorbereitung bereitgestellt werden, desto gezielter und individueller kann die Therapie auf die Betroffenen abgestimmt werden. Die Plattform bietet Angehörigen und Freundeskreis die Möglichkeit, täglich neue nutzergenerierte Inhalte für Betroffene zu schaffen und damit aufgrund der engen sozialen Bindung die Motivation und Selbstwahrnehmung von Betroffenen in der Therapie zu stärken. Betroffene werden damit frühzeitig wieder in die sozialen und gemeinschaftlichen Aktivitäten integriert. Mit der Einsetzung einer digitalen Plattform mit UGC entsteht eine neue Behandlungssituation, die das Rollenverständnis der Beteiligten ändert und die Therapieprozesse restrukturiert: Die Familienangehörigen werden zum aktiven Partner des Therapiefachpersonals und die Therapiefachleute koordinieren sich mit Betroffenen und deren Familie für die Therapiesitzungen.

Diese Restrukturierung bewirkt folglich eine neue Qualität der Prozessabläufe und schliesslich der Therapie. Die mit dem Projekt zu schaffende Möglichkeit, den Spieledesignenden einen digitalen Plattformzugang einzurichten, integriert diese in die Entwicklung und Programmierung von Exergames. Ihre soziale Bindung zu Betroffenen aus dem Familien- bzw. Bekanntenkreis wird sie dazu animieren, neue Spielideen mit Geräten für die Therapie zu entwickeln und umzusetzen. Dadurch sollen neue Therapieoptionen die Anwendungsvielfalt erweitern und somit massgeblich die Professionalisierung der virtuellen Rehabilitation fördern. Die Nutzung der digitalen Plattform leistet durch neue therapeutische Lösungen gute Dienste für die Therapie der Betroffenen von zu Hause aus und ermöglicht die Verbindung zum Therapiefachpersonal bzw. zu den Familienmitgliedern auch in Zeiten, wo «social distancing» angeordnet ist (jüngstes Beispiel Corona-Pandemie). Der Fortschritt der digitalen Transformation in Reha-Kliniken sowie Therapie- und Rehazentren ist im Vergleich zu anderen Branchen wie beispielsweise Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) oder Dienstleistung in der Schweiz niedrig (Kugler et al. 2019). Auch bei den Kliniken Valens sieht man sich bei der Digitalisierung noch am Anfang: Da soll die Erfassung der Betroffenenendaten künftig digital erfolgen, in der Rehabilitation sind jedoch proprietäre Lösungen im Einsatz (Kugler et al. 2019, 21 f, 55 f). Deshalb stellt die UGC-Plattform künftig eine effiziente Massnahme zur Sensibilisierung von Nachwuchs-Therapiefachpersonen für eine Digitalisierung im Therapiebereich dar. Wenn es nun gelingt, therapeutisches Fachpersonal durch die neue Plattform mit anschaulichen Anwendungen im Bereich ihres Therapiefachgebiets davon zu überzeugen, der Technik gegenüber visionär und positiv eingestellt zu sein, und das mangelnde Vertrauen in digitale Lösungen zu beseitigen, werden die positiven Auswirkungen nicht nur durch den von Betroffenen wahrgenommenen Wert, sondern auch durch eine Kostenreduktion als Ganzes sichtbar: Dieser Aspekt ist gewiss hilfreich, die Kluft für die Marktöffnung zu überwinden und hat mit Sicherheit einen sehr erfreulichen Einfluss auf den Innovationsstandort Schweiz.

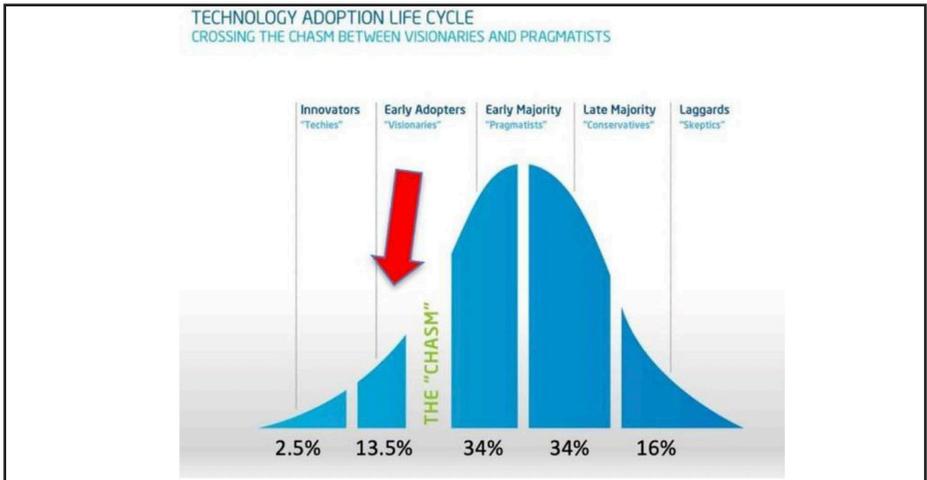


Abbildung 6: «Moore 2013, Crossing the Chasm»

6. Implikationen für die Wissenschaft

Auf der Forschungsebene besteht der Anspruch, neue Methoden für die individuelle, massgeschneiderte Zusammenstellung von Exergames und Geräten mit UGC zu erarbeiten und in weiterer Folge nach geeigneten Settings zu suchen, die eine fundierte Rehabilitation bewirken können. Ein Novum an der Vorgangsweise stellt der mobile Plattform-Zugang für Spieleentwickelnde dar, der damit künftig ein sehr viel breiteres Spektrum an Exergames und Spieldesign-Elementen für Betroffenengruppen abdecken kann. Ein weiterer Aspekt in diesem Zusammenhang ist die Rekombination von Exergames und Medizintechnik-Geräten mit nutzergenerierten Inhalten sowie die einfachere Datenerfassung und -modellierung der durchgeführten Therapien auf einer digitalen Plattform: Dadurch lassen sich neue Systeme zusammenfügen, die besonders für die Wirksamkeits-Überprüfung von neuartigen Therapien hilfreich sind.

7. Schlusswort

Joeri Gredig: «Unsere Arbeit zeigt mir eindrucklich, wie ein als Multi-Stakeholder-Projekt aufgesetztes Vorgehen, welches möglichst frühzeitig und methodisch geführt, unterschiedliche Sichtweisen mittels Prozessanalysen einbindet, rasch für alle wahrnehm- und messbare Mehrwerte erzeugt und dadurch dem Team viel Freude bereitet. Die involvierten Personen, seien es Forschungs-, Projekt- oder Klinikmitarbeiter, Patienten, Angehörige, Geräteentwickler oder Vernetzungspartner aus dem Umfeld der digitalen Transformation, messen der Idee und der Lösung denn auch aussergewöhnliche Sinnhaftigkeit zu. Dies dürfte insbesondere der emotionalen Komponente, welche die Beziehung zwischen der Grossmutter und ihrem Enkel aufgreift, geschuldet sein. Um die Komplexität, welche eine Plattform-Idee, die auf alle Seiten hin digital "durchdacht" werden muss, führbar zu machen, scheint das gewählte Projektvorgehen, welches konsequent dem roten Faden folgt, sehr zweckdienlich.

Eine der aus meiner Sicht wichtigen Methoden ist der Ansatz unserer Gerda-Story mit den

festgelegten Rollen. Dieser erlaubt es den stark unterschiedlichen Anspruchsgruppen bereits während der Planungsphase, sich auf einer neutralen Meta-Ebene auszutauschen, sie dadurch abzuholen und besser zu verstehen. Wird die Geschichte über die Phasen der Planung hinaus auch für den Bau der Lösung und dessen Implementierung beibehalten, wird die schwierige Aufgabe der Kollaboration, insbesondere bei komplizierten Fragestellungen, massiv vereinfacht.

Ich darf mit einem einzigartig wundervollen Team von motivierten Enthusiasten dieses Change-Projekt zum Nutzen von Patienten wie Gerda und ihrem Enkel umsetzen und ich weiss: Wir werden alle anstehenden Probleme meistern können und so einen signifikanten Beitrag zum wichtigen und dringenden Gelingen der digitalen Transformation im Gesundheitswesen leisten. Vielen Dank an Alle!»

8. Überblick und Kontakt

Projektteam	Matthias Künzler Gizem Yilmaz Markus Jost
Partner	Joeri Gredig, Swissrehamed GmbH (Gesamtleitung) Prof. Dr. Norbert Frei, NTB Buchs Prof. Dr. Ron Clijsen, SUPSI
Finanzierung	Innosuisse und Swissrehamed GmbH
Dauer des Projekts	September 2020 bis Juli 2022
Kontakt	Prof. Dr. Matthias Künzler matthias.kuenzler@fhgr.ch

9. Referenzen

Kugler, P., Lux, W., Tietz, R. & Weis, F. (2019): KMU-Spiegel 2019 Digitalisierung konkret: Erfahrungen aus der Praxis., Goldach: Schmid-Fehr AG.

Moore, G. A. (2014): Crossing the Chasm: Marketing and Selling Disruptive Products to Mainstream Customers. HarperAudio.

Pentzold, Christian; Bischof, Andreas; Heise, Nele (Hg.) (2018): Praxis Grounded Theory. Theoriegenerierendes empirisches Forschen in medienbezogenen Lebenswelten: ein Lehr- und Arbeitsbuch. Wiesbaden: Springer VS (Lehrbuch).

Schweiger, W. (2019): Informationsnutzung online: Rezeption und Produktion. In: W. Schweiger & K. Beck (Hg.), Handbuch Online-Kommunikation (2. vollständig bearb. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS. (pp. 195-230).

Wirtz, Bernd W. (2006): Medien- und Internetmanagement. 4., überarb. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

Virtual Business Skills Framework (VIBES)

Autorschaft: Michael Forster

Das Erasmus+-Projekt VIBES entwickelt im Zeitraum von zwei Jahren (2021-2023) Lehr- und Lernmaterial zur Förderung der virtuellen, interkulturellen Teamarbeit im dynamischen Umfeld von Organisationen. Zielgruppen sind Auszubildende auf den Stufen Gymnasium, Berufs- und Hochschule sowie Lehrpersonen und Facilitators. Es geht darum, unternehmerische Fähigkeiten zu fördern.

Das VIBES-Team erarbeitet als Antwort auf diese Problemstellung einen niederschweligen und anschlussfähigen Ansatz zur Förderung der (individuellen) Kollaborationsfähigkeit im virtuellen Team. Mit dieser neuen Qualifikation sollen die Arbeitschancen angehender Berufsleute verbessert werden. Für Unternehmen ist es eine Entwicklungsressource, um potenzielle Intrapreneure zu erkennen, indem unternehmerische Fähigkeiten gezielt identifiziert und gefördert werden können.

Keywords: Digitale Kompetenzen, Entrepreneurship, innovative Lehr- und Lernmaterialien, Virtuelle Teams, Innovationsmanagement

1. Einführung

Die Arbeit in virtuellen Teams gehört heute nicht nur in international tätigen Unternehmen zum Alltag. Die Covid-Pandemie hat vielen Unternehmen jedoch deutlich Grenzen aufgezeigt, was die effiziente und effektive Zusammenarbeit im virtuellen Raum betrifft. Anstatt Menschen für Rollen auszubilden, die schnell veralten können, adressiert VIBES das Mindset und die Kompetenzen für das unternehmerische Denken und Handeln und fördert individuelle und organisatorische Fähigkeiten, damit virtuelle Teams gemeinsam auf bestimmte Situationen angemessen reagieren können. Didaktisch betont VIBES das von- und miteinander Lernen in Iterationen und den Erfahrungsaustausch auf dem gemeinsamen Lernpfad. Die Philosophie des lebenslangen Lernens begleitet das Projekt als Vision. VIBES ist überzeugt, dass die Verbesserung der Fähigkeiten des Einzelnen ein praktikabler Ansatz für eine – gesamthaft gesehen – nachhaltige wirtschaftliche (Unternehmens-)Entwicklung ist und sich Mitarbeitende zunehmend selbst koordinieren, was wiederum die Führungsaufgabe erleichtern kann.

2. Forschungslücke

Zu Beginn der Projektlaufzeit analysierte das VIBES-Team in den jeweiligen Heimatländern (Belgien, Estland, Finnland, Kroatien, Schweiz) die bestehenden Bildungsangebote der Berufs- und Hochschulen zum Thema und verschaffte sich so einen breiten Überblick über den Markt. Es zeigte sich, dass konkrete Angebote für den Aufbau von Teamfähigkeit im virtuellen Raum nur als Teilthemen, meist im Rahmen grösserer Veranstaltungen zur digitalen Transformation, zu finden sind. Die Artikel von Krumm et al. (2016) fassen ex-

emplarisch zusammen, was in der Literatur unter Kompetenzen für «Virtual Team Player» verstanden wird. Die Marktanalyse zeigte weiter, dass der Top-Down-Ansatz (vgl. Rexroth, 2016) methodisch als Gestaltungsprinzip vorherrscht. Das heisst, dass die meisten Angebote für die Aus- und Weiterbildung für Führungskräfte konzipiert sind und es erwartet wird, dass diese das erhaltene Wissen anschliessend «nach unten» weitergeben und so einen Lernschub bei den Mitarbeitenden auslösen. Die Praxis zeigt, dass dies nur teilweise gelingt und die Halbwertszeit des Wissens abnimmt. Die Resultate aus VIBES werden nach dem Bottom-up-Ansatz (vgl. Rexroth, 2016) entwickelt und für die Aus- und Weiterbildung auf Teamlevel designt. Der Zugang zu den Angeboten muss aufgrund der unterschiedlichen Ausgangslagen in den Ländern (vgl. Resultate) möglichst niederschwellig ermöglicht werden. Weiter unterscheidet sich VIBES von vorangehenden Arbeiten im Thema, indem es fünf Schwerpunkte setzt und miteinander kombiniert:

- Virtuelle Arbeits- und Gestaltungsumgebung
- Fokus auf multikulturelle Teamkompetenzen
- Anschlussfähigkeit über die Bildungsebenen hinweg
- Einsatz agiler Gestaltungsmethoden aus Akademie und Wirtschaft
- Frei verfügbare Lehr- und Lernmaterialien

Damit knüpft VIBES an Prioritäten an, welche in mehreren relevanten EU-Publikationen, Studien und Initiativen für die Weiterentwicklung identifiziert wurden (EC, 2016). Virtuelle Teams sind definiert als «Teams, die auf Informations- und Kommunikationstechnologien angewiesen sind, um die organisatorischen Aufgaben zu erfüllen.» (Krumm et al., 2016)

3. Methodik

Das Projekt VIBES ist in fünf Phasen unterteilt, so genannte «Intellectual Outputs» (IO):

- IO1: Literaturanalyse (Competence Mapping)
- IO2: Primärdatenerhebung (Business Survey)
- IO3 (A): Gestaltungsraster für die Modulgestaltung
- IO3 (B): Pilot-Studienmodule (Content Development)
- IO4 und 5: Dissemination (Open Interaction Space, Train-the-Trainer-Workshops, Multinational Summit)

IO1 und IO2 (ebenso IO5) wurden individuell in allen Partnerländern (ergänzt durch Samples aus Deutschland, Italien und Spanien) durch- und die Resultate im Anschluss zusammengeführt. IO3 ist als Kombination aus physischer (vor Ort) und virtueller Kollaboration entstanden. Ganz im Sinn von Austausch und Mobilität flossen hier «best practices» aller Teilnehmerländer zusammen und erhöhten damit wiederum gegenseitig die Kompetenzen und den Erfahrungsschatz im interkulturellen Austausch im VIBES-Konsortium. Der Report (Literaturanalyse) von IO1 zeigt eine Übersicht zu den bestehenden Aus- und Weiterbildungsangeboten in den Ländern des Konsortiums (VIBES, 2021). Mit diesen Länderreports konnten verwandte Trends in der europäischen Bildung erkannt und die theoretischen Grundlagen für IO2 geschaffen werden. Hier wurde im Zeitraum von Juni bis August 2021 eine Stichprobe von 33 Unternehmen (aus Deutschland, Estland, Finnland, Italien, Kroatien, Spanien, Schweiz) mittels einem qualitativem, semi-strukturiertem Online-Fragenbogen zum Thema befragt. Die Unternehmen sind international tätig, und die virtuelle Teamarbeit ist ein festes Mittel für die Überwindung

von Distanzen. Die befragten Personen haben Führungsverantwortung, arbeiten in den Bereichen der Human Resources, Unternehmens- und Führungsentwicklung oder Relationship Management und verfügen über Erfahrung im Aufbau und in der Führung virtuell agierender Teams. Diese gewonnenen Daten wurden mittels thematischer Analyse nach Brown und Clarke (2006) strukturiert, codiert, im Team reflektiert und als VIBES-Kompetenzmodell / Framework subsumiert. Die identifizierten Hauptkategorien sind:

- Technologie auf Organisationsebene
- Führung / Leadership auf Managementebene
- Teamarbeit auf Managementebene
- Kommunikation auf Teamebene
- Selbstmanagement auf Ebene Individuum

Für In IO3 dominierten Methoden aus dem Innovationsmanagement den Entwicklungsprozess. Für die Konzeption des Gestaltungsrahmens (A) und der Pilotmodule (B) durchliefen die Projektpartner mehrstufige und hybrid geführte Co-Creation-Prozesse. Von Herbst 2021 bis Frühling 2022 wurde der Prototyp des Gestaltungsrahmens entwickelt und mit Master-Studierenden und gemischten Gruppen von Berufsschul-Abgängern und Bachelor-Studierenden getestet. Diese Testphase hat die vorläufige Operationalisierung und Kategorisierung des Konzepts wesentlich informiert und verfeinert. Die revidierte Version wurde in einem erneuten Gesamtworkshop mit allen Partnern finalisiert. Die Entwicklung der Pilotmodule konnte anschliessend in Mikroteams organisiert und zusammengeführt werden. IO4 und IO5 sind zum Berichtszeitpunkt in Umsetzung.

4. Resultate

IO1/IO2 Competence Mapping and Business Survey

Auf Metaebene zeigen die Daten bemerkenswerte Unterschiede in den Ländern, was die Computer Literacy und den Stand der Online-Bildung betrifft (VIBES, 2021). Dies hat einen wesentlichen Einfluss auf IO3, indem die Ausgestaltung des Vibes-Tools für die Unterrichtsgestaltung diesem Umstand Rechnung trägt und einen niederschweligen Zugang ermöglicht.

Die detaillierte Auswertung zeigt, wie vielfältig die Herausforderungen in Unternehmen sind. Klassische Aufgaben wie Kommunikation, Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen, HR (z.B. Online-Recruiting) werden zusehends online prozessiert. Eine veränderte Teamdynamik (Mindset, vertrauensbildende Mechanismen, Sicherstellung Teambindung, nachhaltiger Aufbau von Vertrauen und Beziehungen, Konfliktmanagement, Reflexion), neue Anforderungen an den Führungsstil und interkulturelle Fragen reihen sich ein. Zuletzt hat der Stellenwert des Selbstmanagements (Gesundheit, Zeitmanagement, Bewältigung von Gefühlen der Isolation) stark an Bedeutung gewonnen. Der kompetente Umgang mit der Technologie (ICT) gilt als Grundlage für das Funktionieren virtueller Teams.

Abbildung 1 illustriert das aus IO1 und IO2 entwickelte VIBES-Kompetenzmodell. Fünf Kompetenzfelder umrahmen die herausragenden Kompetenzen für die erfolgreiche virtuelle Teamarbeit:

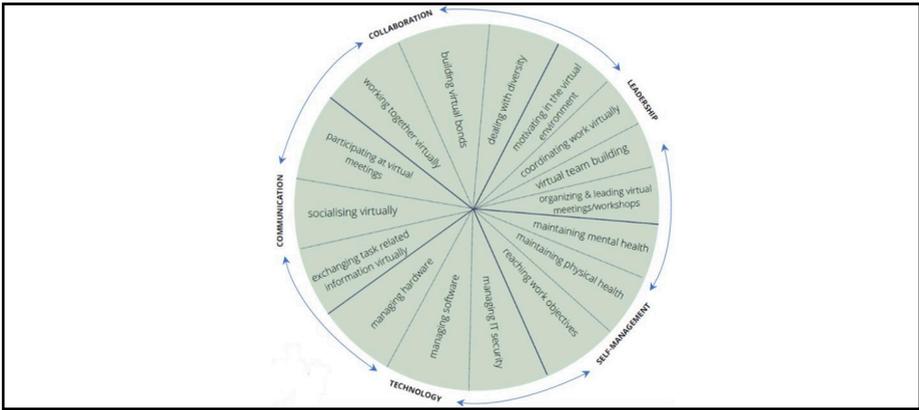


Abbildung 1: VIBES-Kompetenzmodell

- Leadership
- Teamarbeit
- Kommunikation
- Technologie
- Selbstmanagement

Für jedes Kompetenzfeld offerieren wir einen Satz der bedeutendsten Kompetenzen als Gegenstände für die Aus- und Weiterbildung. Sie bilden Orientierungspunkte für die individuelle Formulierung und Überprüfung von Lehr- und Lernzielen.

Im Folgenden zeigen wir am Beispiel Leadership, exemplarisch und inhaltlich stark gekürzt, die diesbezüglichen Ergebnisse aus der Datenerhebung.

Beispiel Kompetenzbereich Leadership

Als besondere Herausforderungen im Zusammenhang mit virtuellem Leadership bzw. aus Führungssicht werden gesehen:

- motivieren,
- koordinieren,
- virtuelle Meetings leiten und
- virtuelles Teambuilding.

Motivation ist Inhalt und Aufgabe zugleich. Führungsaufgaben wie Anerkennung geben, besondere Leistungen würdigen oder Fördermassnahmen stehen im Vordergrund.

Koordinieren und dirigieren: SMARTe Ziele setzen und Aufgaben und Rollen klären, damit die Arbeitsprozesse koordiniert ablaufen und Workloads sinnvoll verteilt sind. Führungskräfte neigen im virtuellen Raum zum Mikromanagement.

Virtuelle Meetings vorzubereiten und reibungslos durchzuführen gehört zu den Kernkompetenzen einer Führungskraft im virtuellen Setting. Dazu gehört der souveräne Umgang mit der Technologie und Methoden (kreative Prozesses) ebenso Fingerspitzengefühl in der Konversation Teambuilding ist einfacher, wenn sich die Beteiligten vor dem ersten virtuellen Meeting persönlich kennen lernen oder bereits kennen. Gelegentliche persönliche Treffs begünstigen das Teambuilding.

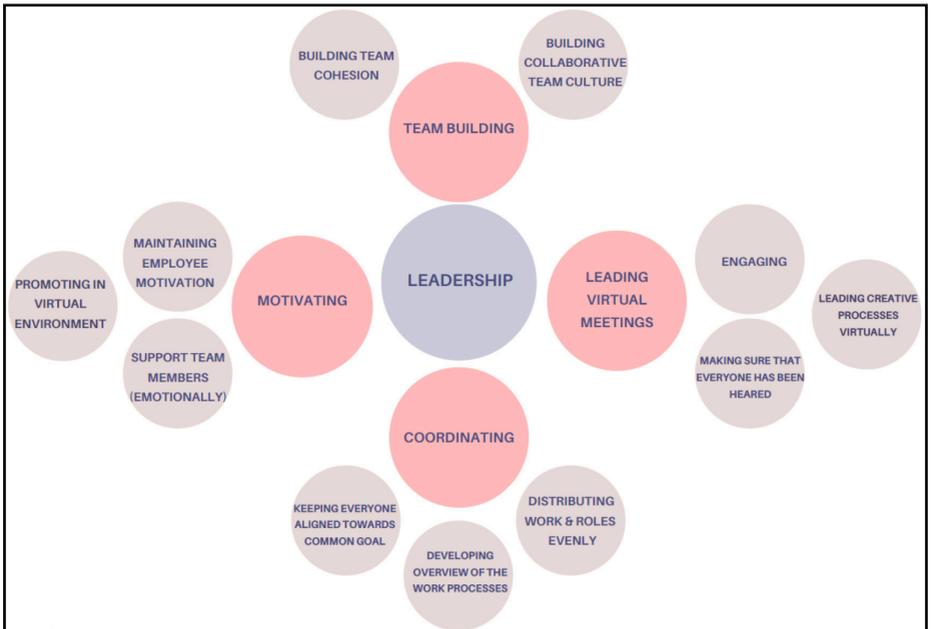


Abbildung 2: Beispiel-Kompetenz «Leadership» mit Teilkompetenzen

Soweit ein Ausschnitt bedeutender Kompetenzen im Kompetenzfeld Leadership. Was zeichnet nun virtuelle Führungskompetenz aus bzw. welche Indikatoren sind für die Gestaltung von Aus- und Weiterbildungsinhalten zu berücksichtigen?

- Empathische Führung überbrückt physische Distanz: Virtuelle Teamleitende müssen ehrlich daran interessiert sein, wie es ihren Mitarbeitenden geht. Aufmerksam sein, zuhören und empathisch sein hilft, die physische Distanz zu überwinden. Eine auf Vertrauen basierende Beziehung zwischen den Teammitgliedern wirkt koordinierend und förderlich, dass sich Mitarbeitende öffnen und aktiv mitteilen, wenn sie mit etwas «zu kämpfen» haben. Das hilft der virtuell agierenden Teamleitung zu erkennen, wann und wie sie die Menschen in ihrem Team unterstützen kann oder sollte.
- Wohlbefinden ist wichtig, gezielte Benefits motivieren: Virtuelle Teamleader wissen, wie es ihren Mitarbeitenden geht. Sie können einschätzen, wie es um den individuellen Workload und die Gefühlslage steht und leisten bei Bedarf Unterstützung, wie z.B. (monetäre, nicht-monetäre) Beiträge an die Ausstattung ergonomischer Heimbüros, IT-Ausrüstung, für kurz gehaltene und sauber strukturierte Meetings und ausreichend Pausen sorgen oder verfügen, dass geschäftliche E-Mail-Korrespondenz nur während der offiziellen Arbeitszeiten erledigt werden soll.
- Mehr Autonomie, aber auch mehr Vertrauen: Um effektive virtuelle Teams aufzubauen und zu führen, sollten Führungspersonen den Wert von virtueller Teamarbeit und der erhöhten Flexibilität ehrlich schätzen. Diese erhöht einerseits die Autonomie der Mitarbeitenden (Arbeitsort, -zeit), fordert zugleich aber ein erhöhtes Mass an gegenseitigem Vertrauen im Führungsverhältnis.
- Partizipieren lassen und Interaktion ermöglichen: Erfolgreiche virtuelle Teamleitende beziehen Teammitglieder gerne in Diskussionen und Entscheidungen mit ein. Sie

sind bereit, persönliche Erfahrungen – auch Misserfolge – zu teilen, um eine Kultur zu schaffen, in der Misserfolge als natürlicher Teil der täglichen Arbeit behandelt werden, von dem man lernen und es das nächste Mal besser machen kann.

- Neues ausprobieren, Altes lassen: Mikromanagement und Kontrolle sind im virtuellen Umfeld ungeeignet. Sie frustrieren motivierte Mitarbeitende. Ziele sind gemeinsam zu vereinbaren und Freiheitsgrade (Aufgaben, Kompetenzen, Verantwortung) einzuräumen.
- Stete Selbst- und Fremdreiflexion: Führungskräfte, welche in den Bereichen Mentoring und Coaching kompetent sind, erhöhen den Führungserfolg auch im virtuellen Raum.

Soweit ein Ausschnitt der Datenanalyse in IO2 im Kompetenzfeld Leadership. Insgesamt haben es die Daten ermöglicht, dass für jeden Kompetenzbereich so genannte Personas kreiert werden konnten. Es handelt sich um eine idealtypische Darstellung einer Person mit zu den Kompetenzen passenden Erwartungen, Werten und herausragenden Fähigkeiten und begünstigenden Eigenschaften mit Bezug auf die virtuelle Teamarbeit.

Mitarbeitende, welche effektiv und effizient im virtuellen Raum arbeiten können, verfügen über Kompetenzen, die fachliche Grenzen überschreiten. So gilt es z.B. aktiv im Teamprozess zu partizipieren und gleichzeitig den individuell vereinbarten Zielen oder anderweitig laufenden Aufgaben angemessen nachzukommen (vgl. Abb. 3). Es ist ein Ausbalancieren von Teamzielen und individuellen Leistungsvereinbarungen zwischen Autonomie (sein eigener Chef sein, Aufgaben eigenverantwortlich erledigen, Erhalt der Work-Life-Balance) und der Teamorientierung (Wissen teilen, Informationen austauschen, andere unterstützen, selbst um Hilfe bitten, Rechenschaft ablegen usw.).

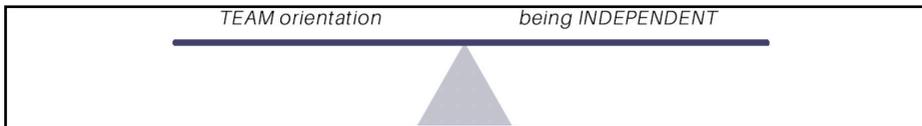


Abbildung 3: Balanceakt Team und Individuum

Es ist Aufgabe der Führung, Teamleistung und Wohlbefinden sicherzustellen. Es ist Aufgabe der Mitarbeitenden, zur Teamleistung aktiv bei- und der eigenen Gesundheit bewusst Sorge zu tragen.

Über die Kompetenzbereiche hinweggesehen, zeichnen folgende Merkmale virtuelle Teamplayer aus. Sie sind

- kompetent, eine für sich und das Team gesunde Balance von individueller Unabhängigkeit und Teamorientierung aufrechtzuerhalten,
- selbständig lernend und offen für kulturelle Vielfalt und Diversity im Team,
- neugierig und adaptiv im Umgang mit technischen Innovationen,
- geübte Kommunizierende und bewusst Gestaltende ihrer digitalen Identität,
- aktiv neue Kanäle erschliessend, offen für neue Kontakte,
- fürsorglich und empathisch,
- engagiert, auch für andere, aber sorgsam im Umgang mit den eigenen Ressourcen (Gesundheit),
- resilient und begeben Veränderung positiv bejahend.

IO3 (A) Gestaltungsrahmen I VIBES-Tool

Ziel in IO3 war die Entwicklung eines an Lehrpersonen gerichteten Planungsinstruments für die Modulentwicklung, Unterrichtsgestaltung und Facilitation. Dieser Gestaltungsrahmen ist modular aufgebaut, anschlussfähig und inhaltlich variabel bzw. an den jeweiligen Kontext (Stufe) adaptierbar.

An der Entwicklung beteiligt waren Fachleute aus den drei Bildungsebenen Gymnasium, Berufsschule und Hochschule (Fachhochschule und Universität). Deshalb wurde das Instrument als stufenübergreifender Co-Creation-Prozess organisiert und durchgeführt. Als Resultat ist ein multiperspektivisches Gestaltungsraster für den Unterricht entstanden, welches die Anwendenden von der Ausgangslage (meist eine komplexe Problemstellung) bis hin zu konkreten Aktionsplänen führt.

- Der Lernpfad ist als Orientierungsraster standardisiert (vgl. Abschnitt Curriculum).
- Die Entwicklung der gewollten Fähigkeiten wird schrittweise geführt.
- Die Inhalte und didaktischen Methoden sind je nach Lernzielen, Kontext, Bildungsstufen oder Komplexitätsgraden variabel zuweisbar und lassen unterschiedliche Lernergebnisse zu.

Aufgrund des flexibel gestaltbaren Lernpfads ist die Anschlussfähigkeit zwischen den Bildungsstufen adressierbar. Interaktion und Kollaboration zwischen Lernenden (und Lehrenden) unterschiedlicher Niveaus, aufbauende oder iterative Lernzyklen sind möglich. Will eine Lehrperson bestimmte Schwerpunkte für die jeweilige Lehr-/Lernumgebung setzen, so ist genügend Spielraum für autonome Entscheidungen da. Mit dem VIBES-Tool wird ein Mehrzweckraum (vgl. Fifield et al., 2022) geschaffen, der an die spezifischen Bedürfnisse der Lehrenden und Lernenden angepasst werden kann, aber eine flexible und umfassende Architektur von Mehrzweck-Lernräumen für virtuelle Teams anbietet.

Insgesamt funktioniert der VIBES-Gestaltungsrahmen als 4-stufiger Prozess von der Kartierung des Problemraums über Themenbeschreibungen und Aktivitätstabellen bis hin zu den Aktionsplänen für die Curriculum-Entwicklung (vgl. Abb. 4).

Ausgangspunkt ist eine meist komplexe⁵ Problemstellung in einem spezifischen Kontext. Dieses Problem («Symptom») initiiert und informiert die Ausgestaltung des Lernpfads («Medizin»). Um eine möglichst ganzheitliche Sicht auf das ausgewählte Problem zu erhalten, wird es aus verschiedenen Perspektiven betrachtet.

- Problemraumkartierung: Beschreibung der Problemstellung oder Challenge. Worum geht es konkret?
- Problemdefinition: Was sind die (jeweiligen) Bedürfnisse, und wo setzen wir den Fokus?
- Perspektiven: Welche Perspektiven sind für eine möglichst ganzheitliche Analyse des Problemraums relevant?
- Themen und Unterthemen: Damit zerlegen wir das Problem in Teile und adressieren diese Teile mit gezielten Massnahmen. Jedes Unterthema muss zuvor im Team klar definiert und beschrieben werden.

Mit diesen Abklärungen soll ein gemeinsames und tiefgehendes Verständnis für das Design des Lernpfads und dafür geeignete didaktische Methoden geschaffen werden.

⁵ Vgl. Frensch und Funke (1995)

Mit diesen Abklärungen soll ein gemeinsames und tiefgehendes Verständnis für das Design des Lernpfads und dafür geeignete didaktische Methoden geschaffen werden.

Das Vibes-Tool ist insofern skalierbar, dass es dem Nutzer erlaubt, die Anzahl Perspektiven (Themen, Unterthemen) beliebig zu erweitern oder enger zu fokussieren. Achtung, eine zu grosse Anzahl von Perspektiven und Themen erhöhen den Umfang und damit die Komplexität in der Problembearbeitung. Je treffender eine Problemstellung verstanden und ausformuliert werden kann, desto effektiver ist das Instrument.

Im Schritt Aktivitätstabellen werden nun die Themen und Unterthemen aus den ausgewählten Perspektiven betrachtet und untersucht. Ziel ist es, die Beschreibungen weiter zu konkretisieren. Idealerweise bringt jede Perspektive etwas Neues in den Aktivitätenplan. Der Problemraum sollte konsequent der Analyse gewidmet sein. Die Entwicklung von Lösungen gehört in den letzten Schritt der Anwendung.

Als letztes werden für jedes identifizierte Thema – nach gründlicher Abklärung mit den Perspektiven – passende Massnahmen definiert, operationalisiert und für den endgültigen Aktionsplan subsumiert: (Lern-)Ziele, Indikatoren, «Gains», Daten, Methoden und notwendige Ressourcen für den Unterricht. Damit ist die Grundlage für die Formulierung von Modulbeschrieben geschaffen. Um zu zeigen, wie die Überleitung aus dem VIBES-Tool in die Modulbeschrieb-Struktur konkret funktioniert, wurden Beispiele für den Projektkontext «virtuelles, interkulturelles Teamwork» ausgearbeitet. Diese Beispiele werden auf der Projektwebseite www.virtualskills.eu veröffentlicht, ebenso wie das Handbuch für das VIBES-Tool.

Abbildung 4 zeigt die Roadmap des VIBES-Tools.

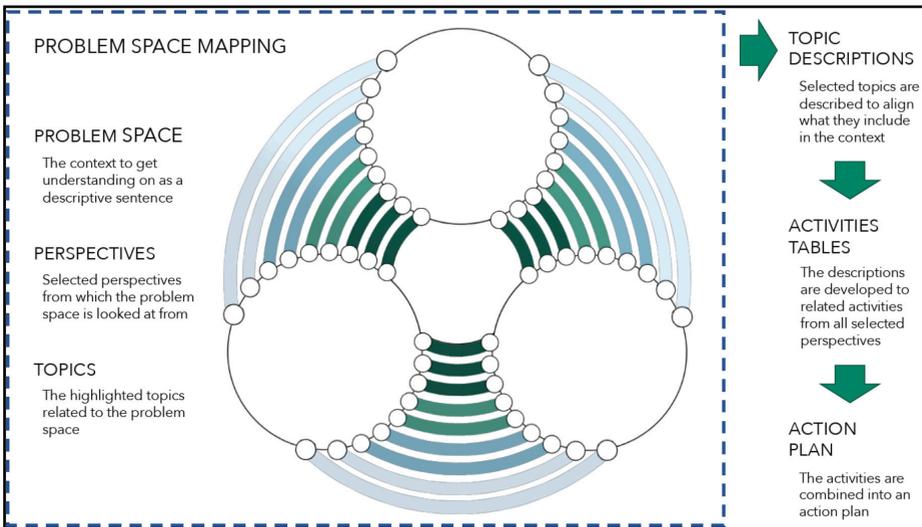


Abbildung 4: Struktur Gestaltungsrahmen

Abbildung 5 zeigt die Anwendung am Beispiel Problemraumkartierung für das VIBES-Projekt. Die farblichen Unterscheidungen helfen bei der Zuweisung der Perspektiven, Kategorien und Themen.

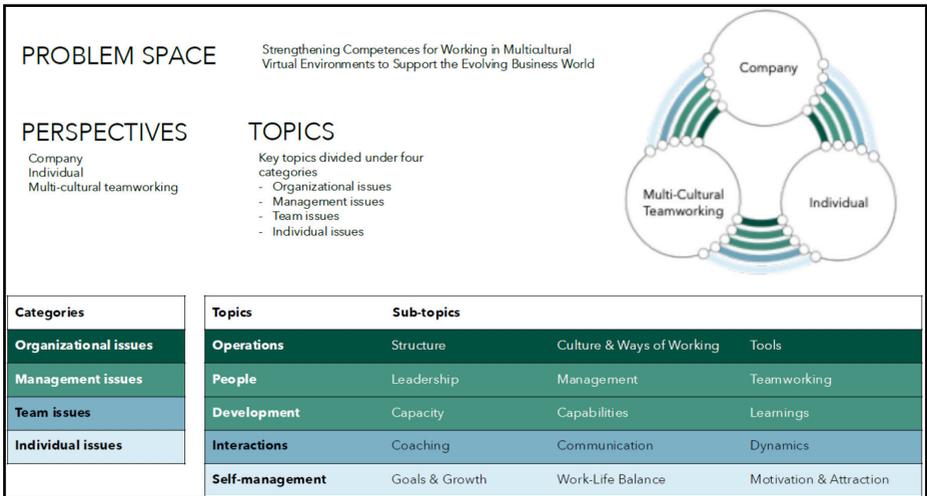


Abbildung 5: Problemraumkartierung

IO3 (B) Curriculum

Mit den aus IO3 vorliegenden Modulbeschrieben kann das Curriculum umgesetzt werden. Hier offeriert das Projektteam einen einfachen Orientierungsrahmen⁶ vor, welcher hilft, die Inhalte des Curriculums sinnvoll zu sequenzieren (vgl. Abbildung 6).

Als Vision leitet der langfristige Anspruch «lebenslanges Lernen» den Orientierungsrahmen. Die inhaltliche und zeitliche Sequenzierung erleichtert es den Lehrpersonen, sich auf die geeignete Methodik und Didaktik zu konzentrieren. Es beinhaltet aufbauende Schwierigkeitsgrade, Iterations- und Reflexionsschleifen sowie Lernzielkontrollen. Die VIBES-Projektanforderungen an ein Studienmodul (modular, stufengerecht, anschlussfähig) widerspiegeln sich im Prinzip des Baukastensystems, einer hybriden Durchführung und ausgewählten Lehrformen wie «Assignments» (Einzel- und Gruppen-Arbeiten, Hausaufgaben), iterative Lernprozesse oder regelmässige Feedbacks und Reflexions-Schleifen (peer to peer, Lehrpersonen – Lernende, externe Stakeholder und Studierende anderer Bildungsebenen oder Fakultäten). Die Vermittlung von Theorie ist bewusst kurzgehalten und soll als Lehrdialog mit Hilfe von Methoden für die Gestaltung von agilen Lehr-/Lernumgebungen durchgeführt werden. Die Assignments sind wichtig für die Vertiefung und Grundlage für die Reflexion. Im Unterricht werden Situationen geschaffen, welche die Lernenden herausfordern, die erworbenen Kompetenzen – auch anstelle einer klassischen Prüfungsleistung – so zu demonstrieren, dass das Wissen beim Einzelnen im Handeln angekommen ist. Die Ausgestaltung der Lehrinhalte und Wahl der Methoden kann in unterschiedlichen Kontexten (Bildungsstufe, Zyklus, Dauer, Unternehmen usw.) erfolgen:

⁶ Das Prinzip lehnt sich am Konzept der dänischen "Kaospilotenschule" an (vgl. Christer (2018)).

- ein einzelnes Unterthema (Beispiel: Kurs auf Master-Level, Summer School oder Workshop)
- kombinierte Unterthemen (Beispiel: Kurs auf Bachelor-Niveau, Summer School)
- kombinierte Niveaus (Beispiel: kombinierter Kurs von Berufsschule und Fachhochschule)

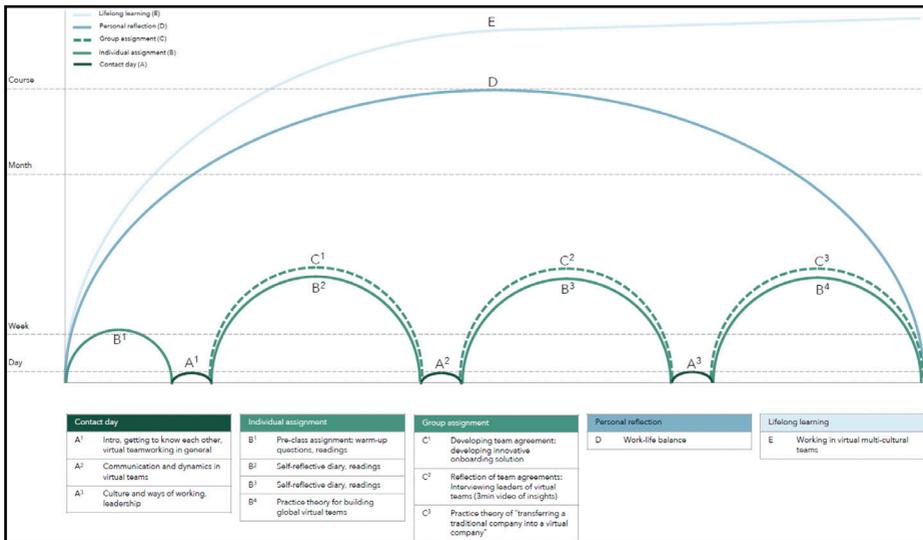


Abbildung 6: VIBES-Curriculum

Am Ende des Tages werden das Wissen und die Community rund um das Thema «virtuelle, interkulturelle Teamarbeit» mit jeder Durchführung des Programms erweitert. Die VIBES-Plattform (Open Interaction Space; IO4) ist der Raum für Begegnung und Austausch, um Erfahrungen auszutauschen, gemeinsam an neuen Inhalten und Konzepten zu arbeiten und somit dynamisch den Herausforderungen aus der Praxis mit angemessenen Aus- und Weiterbildungsangeboten begegnen zu können. In IO 4 und 5 bilden wir zur Berichtszeit die letzten Schritte im VIBES-Projekt ab:

- Aufbau eines virtueller Bildungs- und Kollaborationsraum (Open Interaction Space) für den Austausch und die Weiterentwicklung von Lehr- und Lernmaterialien
- Dissemination der Ergebnisse mit externen Partnern

5. Abschluss und Ausblick

Mit dem VIBES-Ansatz offerieren wir einen innovativen Gestaltungsraum für die Bildung mit Fokus auf den Austausch und die Entwicklung von Kompetenzen für die virtuelle, interkulturelle Teamarbeit. Wir arbeiten mit diesem Bildungsangebot am Mindset für das erfolgreiche und gesunde Arbeiten im digitalen Raum und betonen die Bedeutung des lebenslangen Lernens. Im Zentrum der Bemühungen stehen junge Berufsleute und ihre Chancen auf dem Arbeitsmarkt.

Auf diesem Weg adressiert der Gestaltungsraum die Bedürfnisse der Praxis und zeigt ein «best practice» der aktuellen Lehr- und Lernmethodik aus den Partnerländern, welche mit jeder Iteration an Gehalt gewinnt. Aus Sicht der Autoren ist es interessant zu sehen, wie auch Unternehmen die Erkenntnisse aus VIBES antizipieren, um das Onboarding neuer Talente in ihrem hybriden Arbeitsmodell zu unterstützen.

6. Überblick und Kontakt

Projektteam Schweiz	Prof. Michael Forster, Fachhochschule Graubünden Susi Rutz, Berufsschule Strickhof
Partner	University of Dubrovnik (Croatia, Lead Partner), EBS (Estonia), LAB University of Applied Sciences (Finland), Targa Töö Uhing / Smartwork Association (Estonia), Ekonomaska I Trgovačka Škola (Croatia), Institut de Haut Formation aux Politiques Communautaire (Belgium).
Finanzierung	 <p>Movetia, Nationale Agentur für Austausch und Mobilität, Schweizer Programm zu Erasmus + Mobilität (KA1) (Erasmus + Call 2020 Round 1 KA2 – Cooperation for innovation and the exchange of good practices. KA 226 – Partnerships for Digital Education Resources Readiness.)</p>
Dauer des Projekts	März 2021 bis Februar 2023
Kontakt	Michael Forster michael.forster@fhgr.ch

7. Referenzen

- Braun, V., Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101.
- Christer, W. (2018): Chapter 5 - The School as a Living Lab – The Case of Kaospilot. In *Chandos Information Professional Series. Digital Participation through Social Living Labs*. Chandos Publishing, p. 77-96.
- Ehlers, U.-D. (2020): *Future Skills. Lernen der Zukunft – Hochschule der Zukunft*. Springer.
- European Commission (2017): *The Digital Skills Gap in Europe. Factsheet*.
- Fifield, B., Yli-Jaakkola, N. & Itänen, M. 2022. *VIBES Virtual Business Skills Empowerment Project, VIBES IO3: Educational Content Development*. Erasmus Plus and Lab University of Applied Sciences, IO3 Full Report, June 1, 2022.
- Frensch, P. A., Funke, J. (Eds.). (1995). *Complex problem solving: The European perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaiser, H. (2003): *Kompetenz. Versuch einer Arbeitsdefinition*. (Skripten der Lehrerweiterbildung am Bildungszentrum für Gesundheitsberufe Kt. Solothurn 7).
- Krumm, S., Kanthak, J., Hartmann, K., Hertel, G. (2016): What does it take to be a virtual team player? April 2016; *Human Performance* 29(2):1-20.
- Rexroth, H. (2016). *Zukunft der Mitarbeiterbefragung. Bottom-up statt Top-down*. In: Keller, B., Klein, HW., Tuschl, S. (eds) *Marktforschung der Zukunft - Mensch oder Maschine?* Springer Gabler, Wiesbaden.
- VIBES (2021): *VIBES EU wide report reveals cross country gaps in virtual skills building*. <https://www.virtualskills.eu/post/vibes-eu-wide-report-reveals-cross-country-gaps-in-virtual-skills-building>, abgerufen am 31.8.2022.
- VIBES (2022): *VIBES IO3: Educational Content Development*. Erasmus+. LAB University of Applied Sciences.
- VIBES, Sulakatko, S. (2021): *Competence Framework for Virtual Teamwork*. Erasmus+. European Commission.

Der Digital Transformation Space der FH Graubünden

Die digitale Transformation eröffnet Unternehmen Chancen zur Verbesserung der bisherigen Geschäftsmodelle, aber auch Möglichkeiten, ganz neue, «disruptive» Geschäftsmodelle zu entwickeln: Plattformen wie Airbnb oder Booking.com verändern den Tourismussektor, Amazon hat heute die weltweit grösste Auswahl an Büchern, und elektronische Zahlungssysteme wie ApplePay verdrängen die Banken als traditionelle Dienstleister. Der richtige Umgang mit dem digitalen Wandel wird für viele Unternehmen überlebenswichtig.

Welches Digitalisierungsziel Sie als Bündner Unternehmen oder Verwaltung auch immer haben: Der Digital Transformation Space der Fachhochschule Graubünden bündelt die Expertise unserer Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen und setzt sie gezielt ein für die digitale Transformation Ihrer Organisation.

Möchten Sie:

- ausloten, welches Geschäftspotenzial in Ihren Daten steckt?
- Ihre Mitarbeitenden an ein digitales Mindset heranführen und digital befähigen? Sensortechnik und Robotik nutzen, um Ihre Produktion zu digitalisieren?
- mittels künstlicher Intelligenz bessere Business-Entscheidungen treffen?
- virtuelle Realität für zukunftsgerichtete Services nutzen?

Die FH Graubünden hat bereits früh die Chancen der digitalen Transformation erkannt und die Digitalisierung als strategische Initiative unter dem Motto «Wir entwickeln uns mit der digitalen Zukunft» aufgenommen. Aufgrund der frühzeitigen Beschäftigung mit der Digitalisierung kann die FH Graubünden heute ein umfassendes Leistungsangebot im Bereich der digitalen Transformation anbieten.

