

## PHYSIOTHERAPIE-APP ZUR REHABILITATION NACH EINER OPERATION VERGLEICH VORHANDENER APPS

### FORSCHUNGSINTERESSE:

Wie kann Digitalisierung dazu beitragen, Patient\*innen bei der Rehabilitation nach einer Operation zu stärken?

### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen entwickelten eine Physiotherapie-App. Diese soll Patient\*innen dazu motivieren, physiotherapeutischer Übungen im Anschluss an eine OP oder Reha fortzusetzen. Der Anwendungsfall, auf den sich die Wissenschaftler\*innen beziehen, ist die Rehabilitation der Schulter im Anschluss an eine Operation.
- Zu Beginn verglichen sie verschiedene bestehende Smartphone-Apps zur Rehabilitation und identifizierten sowohl Vorteile, wie Erinnerungsfunktionen und den Ersatz von Papier-Handouts, als auch Nachteile, wie mangelnde individuelle Anpassung der Übungen und fehlende Kontrolle der Übungsausführung.
- Sie bezogen auch Ergebnisse des Projekts „AGT-Reha“ der Technischen Universität Braunschweig ein, das die Ausführung von Reha-Übungen mithilfe einer Tiefenkamera und einem All-in-One-PC überprüft. Diese Geräte ermöglichen eine Kontrolle der Häufigkeit und Qualität der Übungen und steigern durch Gamification-Elemente wie Awards und Punktesysteme die Motivation der Patient\*innen. Nachteile dieses Ansatzes sind jedoch die hohen Kosten und der stationäre Aufbau der Geräte im Wohnbereich.

### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Auf Basis der App-Auswertung und des Kameraprojekts entschieden die Wissenschaftler\*innen, ein Hybrid-Konzept zu entwickeln, das die Vorteile einer (teil-)stationären sensorgestützten Trainingsmöglichkeit mit der niedrigen Einstiegsschwelle einer Smartphone App verbindet. Dieses Konzept sieht vor, dass Patient\*innen bei der Ausführung und der Häufigkeit ihrer Übungen unterstützt, durch Gamification motiviert und mit einer Erinnerungsfunktion zum Training aufgefordert werden.
- Darüber hinaus kann die Hybrid-Lösung an jeden Fernseher angeschlossen werden und ist kostengünstig.
- Auch bei dieser Lösung bleibt ein Nachteil: Die Sensoren, die App und die erforderliche Datenplattform zum Austausch der Trainingsdaten erzeugen einen hohen Entwicklungs- und Pflegeaufwand.

## PHYSIOTHERAPIE-APP ZUR REHABILITATION NACH EINER OPERATION KAMERA-SYSTEM UND BENUTZUNG

### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Anforderungen muss eine Tiefenkamera erfüllen, um die Bewegungen aufzunehmen?
- Worauf müssen Patient\*innen und Physiotherapeut\*innen bei der Nutzung der App achten?

### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen analysierten zunächst, welches Kamerasystem geeignet ist, wie die Software aussieht und welche Akteure die Kamera nutzen können - Physiotherapeut\*innen oder Patient\*innen?
- Daraufhin wählten sie eine Tiefenkamera aus und testeten sie im Labor mit einem kleinen Kreis an Proband\*innen. Bei den Tests prüften sie unterschiedliche Anwendungsfälle: Was passiert, wenn die Menschen unterschiedlich groß sind? Wie verhält sich die Kamera, wenn die Personen ein helles oder ein dunkles T-Shirt tragen
- Außerdem konzipierten die Wissenschaftler\*innen die System-Architektur und das Design der App.

### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Auf Basis der Testergebnisse formulierten die Wissenschaftler\*innen Gebrauchsanweisungen für die Kamera, sodass Patient\*innen und Physiotherapeut\*innen die App selbstständig in Betrieb nehmen und nutzen können.
- Das Kamera-System besteht aus mehreren Komponenten: Kamerasoftware, Prozessor, Schnittstellen zu Ausgabegeräten (Computer, Fernseher). Damit diese Teilsysteme funktionieren, definierten die Wissenschaftler\*innen die Schnittstellen.

## PHYSIOTHERAPIE-APP ZUR REHABILITATION NACH EINER OPERATION AUSWAHL UND AUSFÜHRUNG DER ÜBUNGEN

### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Übungen sollen die Patient\*innen durchführen?
- Wie wird die Ausführung der Übungen geprüft?

### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen verknüpften die App mit einer leicht bedienbaren Internetseite.
- Um die Ausführung der Übungen zu prüfen, entwickelten die Wissenschaftler\*innen einen Algorithmus.
- Sie testeten die Physiotherapie-App mit Proband\*innen. Dabei stellten sie fest, dass noch ein paar technische Details verbessert werden können. Dazu zählt z. B. die Erkennung von Übungen, die frontal zur Kamera ausgerichtet sind. Die

Wissenschaftler\*innen erhielten von den Proband\*innen außerdem hilfreiche Verbesserungsvorschläge für die Gebrauchsanweisung, die wir für die Inbetriebnahme der Kamera erstellt hatten.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Über die Internetseite können die behandelnden Therapeut\*innen die Übungen für ihre Patient\*innen auswählen und zur App hinzufügen. Sie können auch Hinweise zur Übung und die Anzahl der Wiederholungen vermerken.
- Der Algorithmus gleicht ab, ob die Bewegungen korrekt ausgeführt werden, indem er die Position der Gelenke analysiert. Die Patient\*innen erhalten grafische Hinweise darüber, ob sie die Übungen korrekt ausführen (Zielhöhe, Tempo, Winkel).

#### PHYSIOTHERAPIE-APP ZUR REHABILITATION NACH EINER OPERATION

##### BENUTZEROBERFLÄCHE

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie soll die Benutzeroberfläche der App gestaltet sein, damit Nutzer\*innen sie ansprechend finden und die App gerne verwenden?

#### VORGEHEN:

- Um die Oberfläche der App optisch nutzerfreundlicher zu gestalten, entwarfen die Wissenschaftler\*innen ein nutzungsorientiertes Design.
- Zudem optimierten sie Hintergrundberechnungen, die für die Auswertung der Übungen erforderlich sind (z. B. Winkel, Schnelligkeit).

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Das Menü der Physiotherapie-App ist selbsterklärend und intuitiv. Während der Übungen zeigen zwei grafische Balken, ob das Tempo und die Zielhöhe erreicht werden.
- Counter weisen kurz vor Beginn der Übung auf den Start hin („Bring dich in Startposition!“). Nach der Übung erhalten die Nutzer\*innen eine grafische Aufbereitung, die die Genauigkeit der Ausführung darstellt. Zudem erhalten sie Punkte pro Übung sowie Tipps für die nächste Durchführung.
- Durch die optimierten Hintergrundberechnungen wird die Ausführung besser erfasst.

#### PHYSIOTHERAPIE-APP ZUR REHABILITATION NACH EINER OPERATION

##### DATENAUSWERTUNG IM RAHMEN EINER ERPROBUNG

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie kann die Physiotherapie-App optimiert werden?

#### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen ließen die App von Patient\*innen einer Physiotherapiepraxis testen. Die Patient\*innen konnten die Kamera und die App zwei Wochen lang zu Hause nutzen und sollten dreimal pro Woche die Übungen durchführen.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Die Erprobung der Physiotherapie-App ergab mehrere Verbesserungsansätze. Die Testpersonen berichteten, dass Übungen, die frontal ausgeführt werden, nicht immer korrekt erfasst wurden. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die direkte Datenübertragung per WLAN für ältere Personen, trotz Anleitungen, herausfordernd war. Um dies zu verbessern, soll die App die Möglichkeit bieten, Daten lokal zu speichern und später zu übertragen, wenn die WLAN-Verbindung wiederhergestellt ist.
- Darüber hinaus stellten die Wissenschaftler\*innen fest, dass die Einstellbarkeit von Zielwinkeln optimiert werden muss. Die App kann derzeit nur einen Gelenkwinkel vorgeben, was dazu führte, dass manche Proband\*innen die Oberarme nicht hoch genug heben konnten, um die Übung korrekt auszuführen. Die App soll künftig individuell angepasste Zielwinkel bereitstellen können.
- Ein weiteres Problem war, dass einige Testpersonen bei anspruchsvollen Übungen Koordinationsprobleme hatten. Zukünftig soll dieses Problem durch eine grafische Darstellung der Übung, die durch ein Skelett angezeigt wird, visuell erklärt werden.

#### PHYSIOTHERAPIE-APP ZUR REHABILITATION NACH EINER OPERATION

##### VERGLEICH MIT GROUND-TRUTH-DATEN

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie kann die Erfassung frontal ausgeführter Übungen verbessert werden?

#### VORGEHEN:

- Testläufe mit Proband\*innen zeigten, dass frontal ausgeführte Übungen nicht vollständig korrekt erfasst wurden. Daher nutzten die Wissenschaftler\*innen zusätzliche Sensoren, um einen Vergleich mit der App zu ermöglichen. Die Sensoren wurden an verschiedenen Körperstellen angebracht (Kopf, Arme, Rücken, Beine, Füße) und zeichneten Bewegungsdaten der Patient\*innen auf. Das verwendete Sensorsystem gilt allgemein als zuverlässig und korrekt (sog. „Ground Truth Daten“), sodass die Daten als Referenzwerte für die Physiotherapie-App dienen.
- Testweise führten die Wissenschaftler\*innen die Übungen selbst aus. Die Bewegungen wurden von der Kamera und von den Sensoren erfasst, sodass zwei Datensätze vorlagen. Da die Datenaufnahme mit verschiedenen Geräten erfolgte, mussten die Wissenschaftler\*innen die Daten zunächst synchronisieren, also zuordnen, welche Kameradaten zu welchen Sensordaten gehörten.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Durch den Vergleich der Kameradaten und der Sensordaten wurde deutlich, welche Bewegungen die Kamera noch nicht gut erfasst.

#### WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

##### DIDAKTISCHES KONZEPT

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie können die Wissenschaftler\*innen ihre Kenntnisse an verschiedene Zielgruppen weiterleiten?
- Welche Zielgruppen sind für die Inhalte des Zukunftslabors relevant?
- Welche Bedürfnisse haben diese Zielgruppen?

#### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen entschieden sich dafür, ihre Erkenntnisse aus dem Zukunftslabor über eine online-basierte Plattform zu vermitteln. Damit die Wissenschaftler\*innen geeignete Formate für die Zielgruppen ermitteln können, analysierten sie grundlegende Einflussfaktoren wie Gruppengröße, Betreuungsumfang und Vorwissen der Zielgruppe.
- Sie definierten folgende Zielgruppen als relevant: Patient\*innen und Betroffene, Vertreter\*innen der Gesundheitsberufe, Medizininformatiker\*innen und artverwandte Berufe sowie Bürger\*innen und die interessierte Öffentlichkeit.
- Diese Zielgruppen analysierten die Wissenschaftler\*innen anhand verschiedener Kriterien (z. B. Lerntyp, Bezug zur Medizin, Umgang mit digitalen Technologien), um die jeweiligen Ansprüche besser verstehen zu können.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Die onlinebasierte Lehre kann in verschiedenen Formaten stattfinden, von Vorlesungsaufzeichnungen mit digitalen Materialien bis zu Online-Veranstaltungen mit Virtual und Augmented Reality. Die Wissenschaftler\*innen wählten das Fünf-Phasenmodell nach Gilly Salmon als theoretische Grundlage für die Gestaltung der Online-Kurse. Dieses Modell umfasst fünf Phasen: Zugang und Motivation, Online-Sozialisation, Informationsaustausch, Wissenskonstruktion und Entwicklung, um die Lernenden schrittweise zu selbstständigem Lernen zu führen. Auf dieser Basis entwickelten sie ein didaktisches Konzept für die Online-Lehre im Zukunftslabor Gesundheit.
- Für die digitale Umsetzung des Konzepts war eine geeignete Wissensvermittlungsplattform in Form eines Lernmanagementsystems notwendig. Diese Plattform musste über Funktionen wie Foren, Videopräsentationen und Testmöglichkeiten verfügen, um die verschiedenen Lernphasen zu unterstützen. Die Wissenschaftler\*innen verglichen verschiedene Lernmanagementsysteme der beteiligten Partner, um eine geeignete Plattform für alle Zielgruppen zu finden.
- Die Zielgruppenanalyse ergab, dass sich Patient\*innen und Betroffene Informationen zu Krankheiten und Therapien wünschen, Vertreter\*innen der Gesundheitsberufe sowie Medizininformatikerinnen Informationen über medizinische Datenanalyse und maschinelles Lernen benötigen, und Bürger\*innen sowie die interessierte Öffentlichkeit insbesondere an Fragen zur Privatsphäre und Datensicherheit interessiert sind.

#### WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

##### CURRICULUM FÜR EINEN ONLINE-KURS ZUR DATENANALYTIK

###### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Inhalte sollen in den Online-Kursen vermittelt werden?

###### VORGEHEN:

- Aufbauend auf dem didaktischen Konzept, das die Zielgruppen und die Methoden der online-basierten Weiterbildung beschreibt, erstellten die Wissenschaftler\*innen ein Curriculum für einen Online-Kurs zur Datenanalytik. Dieser ist für die Zielgruppe „Vertreter\*innen der Gesundheitsberufe“ vorgesehen.
- Um geeignete Themengebiete für das Curriculum zu identifizieren, werteten die Wissenschaftler\*innen Modulbeschreibungen unterschiedlicher Studiengänge im Bereich der Gesundheitsberufe aus. Daraufhin legten sie relevante Inhalte für das Curriculum fest.

###### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Das Curriculum umfasst drei wesentliche Inhalte: das Paradigma des lernenden Gesundheitssystems, inferenzstatistische Konzepte und Datenmodellierung mithilfe statistischer Methoden.
- Lernendes Gesundheitssystem: Im Kern geht es um die Aufbereitung und Nutzung von routinemäßig erhobenen Gesundheitsdaten in einem kontinuierlichen Lernzyklus, der auf analytischen und statistischen Methoden basiert. Das Curriculum des Zukunftslabors behandelt dieses Paradigma anhand einschlägiger Literatur und Beispiele und thematisiert die Entscheidungsunterstützung durch datengetriebene Informationssysteme.
- Inferenzstatistik: Diese beschäftigt sich mit der Übertragung von stichprobenartigen Befunden auf die Gesamtheit der Daten. Da Inferenzstatistik oft nicht in gesundheitsbezogenen Studiengängen enthalten ist, wird sie in den Online-Kursen behandelt, um wichtige Informationen zur Datenanalyse zu vermitteln.
- Datenmodellierung: Hier werden Methoden zur Modellierung medizinischer Daten vermittelt, um Krankheitsverläufe vorhersagen zu können. Die Teilnehmenden sollen außerdem lernen, sich kritisch mit dem Einsatz statistischer Modelle zur Datenanalyse auseinanderzusetzen.

#### WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

##### TRAIN THE TRAINER

###### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Kenntnisse benötigen die Trainer\*innen, die die Online-Kurse begleiten?

###### VORGEHEN:

- Für die Durchführung der Online-Kurse benötigt das Zukunftslabor Trainer\*innen, die die Inhalte zielgruppengerecht vermitteln. Deshalb führten die Wissenschaftler\*innen, die das didaktische Konzept entwickelt hatten, eine interne Schulung für Kolleg\*innen aus anderen Teilprojekten durch und entwickelten hierfür einen Train-the-Trainer-Kurs.

###### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Die Trainer\*innen lernten Grundbegriffe der modernen Online-Didaktik und den Umgang mit entsprechenden Tools wie Lernmanagementsystemen, Programmen zur Erstellung von Lehrvideos und Videokonferenzsystemen.

#### WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

##### ONLINE-KURS „DAS LERNENDE GESUNDHEITSSYSTEM IN AKTION - KLINISCHE DATENANALYSE“

###### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Inhalte sind für Studierende und Angehörige von Berufen in der Medizin und im Gesundheitswesen (insbesondere auch Pflege, Physiotherapie und Hebammenwissenschaft) relevant?

###### VORGEHEN:

- Aufbauend auf dem didaktischen Konzept und dem Curriculum konzipierten die Wissenschaftler\*innen einen Online-Kurs zum Thema „Das lernende Gesundheitssystem - klinische Datenanalyse“, der zusammen mit Modulen zur Interoperabilität und zum Datenschutz und zur Datensicherheit angeboten wurde.
- Die Wissenschaftler\*innen führten diesen Kurs mehrfach mit Studierenden durch, u. a. im Rahmen einer internationalen Summer School in Porto und einer Spring School in Osnabrück. Daran nahmen Studierende aus Finnland, Portugal, Deutschland, den Niederlanden, Brasilien und der Ukraine teil, die sich in den Bereichen Interoperabilität von Daten und Systemen, Datenschutz und Datensicherheit sowie Datenanalytik und entscheidungsunterstützende Systeme weiterbildeten. Der Kurs wurde wiederholt in Masterprogrammen für verschiedene Gesundheitsberufe über mehrere Semester angeboten. Alle Kursangebote wurden evaluiert.

###### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Die Teilnehmer\*innen des Kurses lernen Methoden der Datenanalyse (insbesondere logistische Regressionsverfahren zur Modellierung von Einflussfaktoren zur Prädiktion eines klinischen Endpunktes) und erfahren, welche Patient\*innen für bestimmte Krankheiten gefährdet sind. Als Beispiel wurde der Use Case Diabetes Mellitus gewählt. Aus Routinedaten wie Blutdruck, Blutzuckerspiegel, Alter, Geschlecht, genetischer Prädisposition sollten die relevanten Prädiktoren ermittelt und in ein Entscheidungsunterstützendes System integriert werden. Darüber sollten Hinweise über Risikofaktoren abgeleitet und entsprechende Maßnahmen konzipiert werden. Die Teilnehmer\*innen waren trotz des anspruchsvollen Niveaus zufrieden mit dem Kurs und erwähnten insbesondere die Interprofessionalität und die Mischung verschiedener akademischer Ebenen als bereichernd.



## WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

### ONLINE-KURS „DAS LERNENDE GESUNDHEITSWESEN: SO LERNT ES“

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Inhalte sind für interessierte Bürger\*innen und Schüler\*innen relevant?

#### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen konzipierten einen Online-Kurs zum Thema „Patientennahe Sensorsysteme in der Pflege“.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Der Kurs gibt den Teilnehmer\*innen einen Einblick in verschiedene Biosignale, dazugehörige Sensortechnik und entsprechende Auswertungsmethoden.

## WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

### ONLINE KURS „GAMECHANGER ASSISTIERENDE GESUNDHEITSTECHNOLOGIEN“

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Inhalte sind für Studierende der Medizininformatik und verwandter Studiengänge relevant?

#### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen konzipierten einen Online-Kurs zum Thema „Gamechanger Assistierende Gesundheitstechnologien“.
- Sie führten ihn mit 78 Studierenden aus verschiedenen Studiengängen wie Informatik und Data Science durch.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Der Kurs vermittelt Grundlagen der Datenanalyse und des Gesundheitsmonitorings. Die Teilnehmer\*innen lernen Assistierende Gesundheitssysteme und ihre Anwendungsbereiche kennen. Dies schließt die Nutzung von Sensoren und der erfassten Sensordaten ein.

## WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

### ONLINE KURS „OPENEHR“

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Welche Inhalte sind für Beschäftigte aus medizinischen Datenintegrationszentren sowie Studierende der Medizininformatik und verwandter Studiengänge relevant?

#### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen konzipierten einen Online-Kurs zum Thema „openEHR“ (open Electronic Health Record). Dieser Standard ermöglicht die Verwaltung, die Speicherung, den Abruf und den Austausch von Gesundheitsdaten in elektronischen Patientenakten
- Erste inhaltliche Elemente (insbesondere Lernvideos) wurden bereits im Wintersemester 2023/2024 in Lehrveranstaltungen verwendet und fanden Anklang.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Der Kurs gibt eine Einführung in die Datenmodellierung mit openEHR. Die Teilnehmer\*innen lernen, auf Basis dieses Standards Datenmodelle zu erstellen.

## WISSENSVERMITTLUNG IM RAHMEN VON ONLINE-KURSEN

### EVALUATION DER ONLINE-KURSE

#### FORSCHUNGSINTERESSE:

- Wie gefallen den Teilnehmer\*innen die Online-Kurse?
- Nach welchem Konzept können die Kurse evaluiert werden?

#### VORGEHEN:

- Die Wissenschaftler\*innen entwickelten ein Evaluationskonzept, um Rückmeldungen von den Teilnehmer\*innen zu den Online-Kursen einzuholen.
- Nach jedem durchgeführten Kurs holten sich die Wissenschaftler\*innen das Feedback der Teilnehmer\*innen ein.
- Die Evaluationsergebnisse nutzten die Wissenschaftler\*innen dazu nutzen, die Kurse zu verbessern.

#### ERGEBNISSE/ERKENNTNISSE:

- Das Evaluationskonzept des Zukunftslabors sieht vier Kriterien zur Bewertung vor: Zum einen bewerten die Teilnehmer\*innen das didaktische Konzept, also auf welche Weise die Lerninhalte vermittelt werden (z. B. Text, Video, Forum). Zum anderen evaluieren sie die Lerninhalte, dazu zählen sowohl die Themen der Kurse als auch die Aktivitäten, die zum aktiven und interaktiven Online-Lernen auffordern. Darüber hinaus geben die Teilnehmer\*innen Rückmeldung zum Lernmanagement. Dies schließt das Anmeldeverfahren und die Bedienbarkeit mit ein. Schließlich bewerten die Teilnehmer\*innen das Evaluationskonzept selbst, also wie gut sich der Feedbackbogen für die Bewertung des Kurses eignet.
- Das Feedback der Teilnehmer\*innen war sehr konstruktiv. Sie schlugen z. B. vor, Untertitel für hörbeeinträchtigte und fremdsprachige Personen einzubinden. Außerdem merkten sie unklare Aufgabenstellungen oder die komplizierte Anmeldung zum Lernmanagementsystem an.
- Die Verbesserungsvorschläge nutzten die Wissenschaftler\*innen, um die Online-Kurse zu optimieren.