

## Business Innovation Engineering Center

Transferdokumentation für den Praxispiloten  
»KI basierte Individuelle Gesundheitsförderung – KIG«

Öffentliche Version vom 10. September 2020

### Beteiligte Partner

- Astro Sport GmbH
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

### Autoren

- Oliver Strauß (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation)
- Niclas Renner (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation)
- Tobias Gredel (Astro Sport GmbH)



Dieses Projekt wird durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert.



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

## Inhalt

1	Management Summary.....	3
2	Einführung .....	4
2.1	Ausgangssituation und Motivation .....	4
2.2	Ziele und Nutzen der Zielgruppen.....	6
2.2.1	Primäre Zielgruppe: Alten- und Pflegeheime .....	6
2.2.2	Sekundäre Zielgruppe: Physiotherapie und Rehabilitation.....	6
2.3	Projektrahmen.....	7
3	Inhaltliches .....	8
3.1	Anforderungen.....	8
3.1.1	Funktionale Anforderungen .....	8
3.1.2	Nicht-funktionale Anforderungen.....	9
3.2	Konzepte und Vorüberlegungen .....	9
3.2.1	Trainingskonzept .....	9
3.2.2	Messkonzept.....	10
3.2.3	Vorüberlegungen zum Evaluationskonzept .....	11
3.3	IT-Architekturskizze .....	12
3.4	Geschäftsmodelle .....	14
3.5	Daten, Algorithmen und Funktionsmodelle.....	14
3.5.1	Ansatz zum Einsatz der KI zur Auswahl geeigneter Dual-Task-Übungen.....	15
3.6	Herausforderungen.....	16
3.7	Erfahrungen von Pilotanwendern .....	17
4	Resümee .....	18
4.1	Rolle der KI.....	18
4.2	Lessons Learned .....	18
4.3	Ausblick .....	19
5	BIEC-Projektdarstellung: Die Innovations- und Transformationsfähigkeit des Mittelstands in Baden-Württemberg nachhaltig steigern .....	20
6	Kontakt.....	21

## 1 Management Summary

Praxispiloten innerhalb des Business Innovation Engineering Center (BIEC) sind kleine Projekte zwischen einem Unternehmen und BIEC-Experten, um einen konkreten Aspekt der digitalen Transformation oder um eine konkrete Digitalisierungsidee zur Weiterentwicklung des Unternehmens zu untersuchen und erste Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Im Rahmen der Praxispiloten werden die in BIEC entwickelten vielfältigen Methoden, Werkzeuge und Vorgehensweisen in der betrieblichen Praxis getestet und so auch Weiterentwicklungspotenziale identifiziert.

Die in den BIEC-Praxispiloten gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse werden vom BIEC-Team aufgenommen, dokumentiert und im Rahmen des Wissenstransfers verbreitet. Dazu dient auch die vorliegende Dokumentation des Praxispiloten.

### **Kurzzusammenfassung des Praxispiloten**

Ältere Menschen in Alten- und Pflegeheimen können deutlich von regelmäßiger körperlicher und geistiger Betätigung profitieren. Die Astro Sport GmbH hat hierzu den Plaudertisch entwickelt. Dabei handelt es sich um einen Tisch, an dem an allen Seiten verschiedene Trainingsgeräte angebracht sind. In dieser Anordnung können sich die älteren Menschen in geselliger Atmosphäre körperlich betätigen.

Das bestehende Konzept soll nun durch kognitive Übungen in Form von Spielen erweitert werden, bei denen die Übenden mit Hilfe ihrer Aktionen an den Übungsgeräten mit den Aufgaben der Spiele interagieren. Dieser Ansatz des Dual-Task-Trainings verspricht noch bessere Ergebnisse, insbesondere bei dementen Menschen.

Im vorliegenden Praxispilot wird anhand eines abgegrenzten Anwendungsfalls (eine einzelne ausgewählte kognitive Übung (Obstspiel) und ein physisches Übungsgerät (Kurbel)) die Machbarkeit dieses Ansatzes untersucht werden. Hierzu wird ein Konzept für die Entwicklung eines KI-Algorithmus erstellt, der später Senioren und Bewohnern von Alten- und Pflegeheimen innerhalb eines Trainingsprogramms tagesformabhängige, individuelle, körperliche, sowie geistige Trainingsimpulse zur Verfügung stellen soll. Der KI-Algorithmus soll persönliche Parameter (die vor / während jeder Trainingseinheit gemessen werden) und die direkt einwirkenden Umweltfaktoren zur bestmöglichen Gesundheitsförderung der Zielgruppe berücksichtigen.

Da die tatsächliche Umsetzung eines KI-Verfahrens inklusive der notwendigen Erhebung von geeigneten Test- und Trainingsdaten ist mit den Rahmen des Praxispiloten sprengen würde, wurden im Rahmen des abgegrenzten Anwendungsfalls erste explorative Datenerhebungen und -analysen durchgeführt, eine Systemarchitektur für den Anwendungsfall skizziert, ein Datenerhebungs- und Messkonzept erstellt und erste Überlegungen zur Evaluation des zu entwickelnden KI-Verfahrens vorbereitet. Die Ausweitung des Anwendungsfalls auf verschiedene Trainingsgeräte, Spiele und Schwierigkeitsstufen wird mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Anpassung dieser Konzepte erforderlich machen.

Die vollständige Umsetzung des Dual-Task-Training-Konzepts soll sowohl verschiedene Spiele mit unterschiedlichen Abstraktionsstufen umfassen als auch weitere physische Übungen wie z. B. Seilzüge mit einbeziehen. Insbesondere die Entwicklung der KI und die dafür notwendige Datenerhebung sind mit größeren Unsicherheiten verbunden, die im Rahmen eines angestrebten Folgeprojekts angegangen werden.

## 2 Einführung

Der Praxispiloten »KI basierte Individuelle Gesundheitsförderung – KIG« wurde im Zeitraum von Juni bis August 2020 durchgeführt und legte die Grundlagen für die Weiterentwicklung des Plaudertischs, eines Fitness-Geräts für ältere Leute, zu einem intelligenten System zu Gesundheitsförderung, das körperliche und kognitive Übungen in einem Dual-Task-Training kombiniert. Die Aufgabe der Künstlichen Intelligenz wird dabei sein, in Abhängigkeit von der allgemeinen Fitness und der Tagesform, motivierende und effektive Übungen vorzuschlagen. Im Rahmen des Praxispiloten wird die Machbarkeit dieses Konzepts anhand einer spezifischen Übung (»Obstspiel« mit Kurbelsteuerung) exemplarisch untersucht.

### 2.1 Ausgangssituation und Motivation

Die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit von Senioren und Pflegeheimbewohner (insbesondere von hochaltrigen Menschen) sind in der Regel sehr stark schwankend. Viele Menschen sind im Alter mit körperlichen Problemen konfrontiert, die durch regelmäßige körperliche Betätigung gemindert werden könnten. Auch regelmäßige kognitive Betätigung und Stimulierung hat positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden.

Es existieren jedoch nur sehr wenige Konzepte zur körperlichen und kognitiven Ertüchtigung für diese Altersgruppe. Am Markt existiert derzeit keine Lösung für die softwareunterstützte individuelle und tagesformabhängige Gesundheitsförderung. Die Zielgruppe der alten Menschen steht in der Regel nicht im Fokus von technologischen Trainingsprogrammen, obwohl gerade hier ein sehr großer Bedarf besteht. Vor diesem Hintergrund hat die Astro Sport GmbH ein Gruppenübungsgerät – den Plaudertisch – entwickelt, der ein kombiniertes körperliches und geistiges Training ermöglicht (Abbildung 1). Ziel des Plaudertisches ist, durch gemeinschaftliche körperliche und kognitive Übungen alten Menschen ein besseres Leben zu ermöglichen.

Der Plaudertisch in seiner ersten Ausbaustufe stellt dazu verschiedene Übungen zur Verfügung, z. B.

- Drehorgel (Kurbel mit horizontaler Achse)
- Kaffeemühle (zwei Kurbeln mit vertikalen Achsen)
- Fahrrad (Pedale im unter dem Tisch)
- Rasenmäher (zwei Seilzüge ähnlich dem Anlasser eines Rasenmähers)
- Nähmaschine (Brett zum vorwärts-/rückwärtskippen unter dem Tisch)

Insbesondere bei Demenzkranken wurde festgestellt, dass eine Kombination aus physischer und kognitiver Betätigung den allgemeinen Gesundheitszustand verbessern kann.

Aus diesem Grund wurden die körperlichen Übungen durch ein ausgefeiltes und motivierendes Trainingskonzept ergänzt, das spielerisch kognitive und physische Übungen verknüpft. Um die Trainingsmethode zu unterstützen, wurde der Plaudertisch in einer zweiten Ausbaustufe durch kognitive Aufgaben in Form von Spielen ergänzt, die auf einem Display am Tisch angezeigt werden. Dabei wird der übenden Person während der körperlichen Übung (z. B. während des Kurbelns an der Drehorgel) eine kognitive Aufgabe gestellt. Je nach Spiel handelt es sich dabei z. B. im Fall des »Obstspiels« um die Entscheidung, ob es sich beim angezeigten Bild um ein Obst handelt. Die übende Person beantwortet die Aufgabe durch Änderung der physischen Aktion, z. B. durch Umkehrung der Kurbelrichtung. Da auf diese Weise physische Aktion und kognitive Stimuli kombiniert werden, nennt man diesen Ansatz auch Dual-Task-Training.



*Abbildung 1: Der Plaudertisch ermöglicht alten Menschen eine sportliche Betätigung in geselliger Atmosphäre.*

Um die Interaktion mit dem Spiel technisch umzusetzen, wurden die Übungsgeräte des Plaudertischs mit Sensoren ausgestattet. Ein kleiner Computer stellt das Spiel bereit, nimmt die Sensordaten auf und benutzt die Eingabe zur Steuerung des Spiels. Momentan werden die Drehpositionen bzw. die Ausziehlänge der Übungsgeräte mit Sensoren erfasst. Später ist auch eine Messung der Dreh-/Zugkraft denkbar.

In einer dritten Ausbaustufe sollen verschiedene Spiele mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden bzw. Abstraktionsstufen angeboten werden. Neben dem bereits erwähnten Obstspiel, bei dem gezeigte Bilder klassifiziert werden müssen, sind Spiele angedacht, bei denen einfache Rechenaufgaben gelöst oder eine vorgegebene Kurbelgeschwindigkeit erreicht werden sollen.

Es stellt sich dabei das Problem, den Übenden die jeweils zu ihrer Gesamtverfassung und Tagesform passenden Spiele und Schwierigkeitsgrade anzubieten. Auf der einen Seite soll das Training effektiv und stimulieren sein, auf der anderen Seite ist es sehr wichtig, die Motivation der Übenden zu fördern bzw. zu erhalten. Das gemeinsame Üben soll Spaß machen und nicht überfordern.

Im vorliegenden Praxispilot wird untersucht, inwiefern eine KI diese Aufgabe übernehmen kann. Da in der kurzen Laufzeit nicht die notwendigen Daten für eine Umsetzung erhoben werden konnten, konzentrierte sich der Praxispilot auf einen Anwendungsfall (»Obstspiel« mit Kurbelsteuerung) und auf Vorüberlegungen zu einer künftigen Umsetzung, die evtl. im Rahmen eines Folgeprojekts stattfinden kann.

Um Maschinelles Lernen und KI in diesem Kontext einsetzen zu können, benötigt man eine Möglichkeit, die Fitness eines Übenden zu messen. Erkenntnisse aus dem Hochleistungs- und Breitensport zeigen, dass die Herzratenvariabilität (HRV) als Indikator für die allgemeine Fitness herangezogen werden kann. Die HRV ist ein Maß für das physiologische Phänomen, dass der Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Herzschlägen nicht immer gleich ist, sondern Schwankungen unterliegt. Ein normales, gesundes Herz, schlägt nicht gleichmäßig wie ein Uhrwerk, sondern zeigt ständige Variation. So werden in der Regel beim Ausatmen die Intervalle zwischen Herzschlägen länger und beim Einatmen kürzer. Außer dem Atem haben auch viele weitere Prozesse im Körper Einfluss auf die HRV, z. B. Stress, Erholung oder die allgemeine Fitness. Ein stärker schwankender Herzschlag, also eine höhere HRV ist ein Anzeichen für die bessere Anpassungsfähigkeit des Herzens und ist als positiv zu bewerten. Durch das Training soll auf mittlere und lange Sicht eine höhere HRV erreicht werden.

Die Auswirkung von Dual-Task-Training bei älteren Menschen ist zum Zeitpunkt der Projektdurchführung noch kaum erforscht. Jedoch gibt es erste deutliche Anhaltspunkte, dass die HRV ein probates Maß für die Fitness darstellt und dass mit Dual-Task-Training positive Effekte auch bei älteren Menschen erzielt werden können.<sup>1</sup> Es ist daher vielversprechend, die geplante Erweiterung des Plaudertisches weiterzuverfolgen.

## 2.2 Ziele und Nutzen der Zielgruppen

### 2.2.1 Primäre Zielgruppe: Alten- und Pflegeheime

Der Plaudertisch mit integriertem Dual-Task-Training und KI-basierten Übungsvorschlägen adressiert in erster Linie die Zielgruppe der Bewohner von Alten- und Pflegeheimen. Mit Hilfe des Plaudertisches können sie sich in geselliger Atmosphäre körperlich und geistig betätigen und auf diese Weise ihre Fitness und ihr Wohlbefinden steigern. Im weitesten Sinn kann die vorgestellte Lösung die letzten Lebensjahre vieler Senioren angenehmer machen.

### 2.2.2 Sekundäre Zielgruppe: Physiotherapie und Rehabilitation

Durch die Allgemeingültigkeit der Dual-Task-Systematik soll die Zielgruppe in Zukunft sukzessiv verjüngt und skaliert werden.

Die Methodik ermöglicht es auch im Rahmen eines präventiven Trainings Menschen bedarfsgerecht und tagesformabhängig zu trainieren. Es muss z. B. keine Krankheit vorliegen, auch ein gesunder Mensch profitiert von der Methodik.

Durch die Integration von visuellen Achsvermessungen, Beweglichkeitstests und verschiedener Kontrollmechanismen (Kameras und diverse Sensoren) könnte die Lösung auch im Markt der Physio- und Rehabilitation angeboten werden. Auf diese Weise können Menschen in der Rehabilitation von den Vorteilen eines kombinierten physischen und kognitiven Trainings profitieren.

---

<sup>1</sup> Patrick Eggenberger, Simon Annaheim, Kerstin A. Kündig, René M. Rossi, Thomas Münzer and Eling D. de Bruin: Heart Rate Variability Mainly Relates to Cognitive Executive Functions and Improves Through Exergame Training in Older Adults: A Secondary Analysis of a 6-Month Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, July 2020, Volume 12, Article 197

## 2.3 Projektrahmen

Die Astro Sport GmbH ist ein Teilunternehmen der wings group GmbH. Das kleine Unternehmen aus Waiblingen stellt eine große Bandbreite an professionellen Fitness- und Reha-Geräten sowie den innovativen Plaudertisch her, der im Zentrum des beschriebenen Praxispiloten steht. Die Astro Sport GmbH bringt sowohl das fachliche Wissen als auch die Umsetzungsmöglichkeiten mit, das Plaudertischkonzept weiterzuentwickeln.

Der Praxispilot wurde in Zeitraum von Juni bis Ende August 2020 mit folgenden Arbeitsschritten durchgeführt.

1. Initiale Datenerhebung zum Anwendungsfall „Obstspiel mit Kurbel-Bedienung“ durch die Astro Sport GmbH
2. Erste Auswertung der Daten und Erstellung eines Messkonzepts durch das Fraunhofer IAO
3. Konzeption, Vorbereitung und Durchführung der Datenerhebung (HRV, Puls, Tischsensoren, Umgebungsparameter (Temperatur/Luftdruck/Luftfeuchtigkeit)) durch die Astro Sport GmbH
4. Finale Auswertung der Daten und Konzeption von Architektur und Umsetzung durch das Fraunhofer IAO
5. Dokumentation der Ergebnisse durch das Fraunhofer IAO

## 3 Inhaltliches

### 3.1 Anforderungen

Der Praxispilot »KI basierte Individuelle Gesundheitsförderung – KIG« hat das Ziel, die beschriebene dritte Ausbaustufe des Plaudertischs, also die Erweiterung des Tisches um eine KI-Lösung, anhand eines abgegrenzten Anwendungsfalls vorzubereiten und konzeptuell zu unterstützen.

Für den Einsatz der KI wurden der folgende Anwendungsfall identifiziert:

Die KI schlägt für das Obstspiel mit Kurbelsteuerung auf Basis und der bisherigen Übungen, der Tagesform und von Umgebungsbedingungen (Raumtemperatur, Wetter(-änderungen)) eine passende Abstraktionsstufe vor. Die Tagesform wird dabei durch eine Messung von Herzratenvariabilität, Pulsfrequenz und evtl. einer kurzen dreistufigen Abfrage des Befindens (gut / normal / schlecht) vor der Übung ermittelt. Der Effekt der Übung wird wiederum durch Messung von Herzratenvariabilität, Pulsfrequenz und evtl. einer dreistufigen Abfrage der Wahrnehmung des Übungslevels (zu schwer / richtig / zu leicht) festgestellt.

Um dem begrenzten Umfang eines Praxispiloten Rechnung zu tragen, wurde nur dieser Anwendungsfall im spezifischen Kontext des Obstspiels mit Kurbelsteuerung als Vorüberlegungen für eine spätere Umsetzung betrachtet. Eine konkrete Realisierung und die Ausweitung auf andere Übungen, Spiele und Fitnessgeräte muss in einem Folgeprojekt erfolgen.

#### 3.1.1 Funktionale Anforderungen

Aus dem Anwendungsfall ergeben sich folgende funktionale Anforderungen:

- Der Plaudertisch muss Umgebungswerte (Raumtemperatur) messen, speichern und an eine zentrale (Cloud-)Anwendung übermitteln können. Luftdruck und Außentemperatur können entweder am Tisch gemessen oder über Zeitstempel und GEO-Position bei einem Wetterdienst abgerufen werden.
- Die übende Person muss auf einfache Weise identifiziert werden können, wenn sie an den Plaudertisch kommt.
- Der Plaudertisch muss so ausgestattet sein, dass Pulsfrequenz und HRV vor und nach einer Übung bequem gemessen werden können (z. B. über einen Ohrclip) und die Ergebnisse der Person zugeordnet und gespeichert werden.
- Die Anwendung muss eine kurze Selbsteinschätzung vor und nach der Übung erlauben, der Person zuordnen und speichern.
- Die Anwendung muss die vor der Übung erfassten Daten an die zentrale (Cloud-)Anwendung übermitteln und den Vorschlag der KI empfangen.
- Die Anwendung muss die Sensordaten der Übungsgeräte und die Spielergebnisse erfassen, speichern und an die zentrale (Cloud-)Anwendung übermitteln.
- Die KI muss historische Daten und die Tagesform auswerten und einen Übungsvorschlag ableiten.
- Zur Bewertung der Übung muss die Anwendung nach der Übung eine Bewertung abfragen, die erneute Messung von HRV und Pulsfrequenz durchführen und die Ergebnisse speichern und an die (Cloud-)Anwendung übermitteln.



### 3.1.2 Nicht-funktionale Anforderungen

Die eingesetzten Messmethoden sollen möglichst barrierefrei sein. Wenn ein Senior an den Plaudertisch kommt, soll er nicht verkabelt werden müssen oder einen Fragebogen ausfüllen. Hierzu wurde eine Reihe von Ideen gesammelt:

- Die Anmeldung am Plaudertisch könnte über ein RFID-Armband erfolgen, das ausgelesen wird, wenn die Person sich an den Tisch setzt.
- Die Selbsteinschätzung muss sehr kurz und übersichtlich und in die Spiele-Anwendung integriert sein.
- Puls und Atemfrequenz während der Übung können evtl. kontaktlos mit State-of-the-Art Sensorsystemen gemessen werden.

## 3.2 Konzepte und Vorüberlegungen

Das Prinzip des Plaudertischs baut auf einem Trainingskonzept auf, das physische und kognitive Übungen verbindet. Um die KI-Anwendung mit Daten zu versorgen, wurden für den abgegrenzten Anwendungsfall „Obstspiel mit Kurbelsteuerung“ in einem Messkonzept die hierfür zu erhebenden Daten erfasst. Wie diese Daten verarbeitet werden, wird in einem Architekturkonzept beschrieben. Liegen die Daten und ein KI-Ansatz vor, muss dieser systematisch erprobt und evaluiert werden. Hierzu wurde ein erstes Evaluationskonzept skizziert.

### 3.2.1 Trainingskonzept

Das für den Plaudertisch von der Astro Sport GmbH konzipierte Dual-Task-Training baut auf der Kombination von kognitiven Aufgaben in Form verschiedener Spiele auf, mit denen die Übenden über physische Aktionen mit den Trainingsgeräten interagieren. Die einzelnen geplanten Spiele sollen dabei unterschiedliche kognitive Fähigkeiten wie Erkennen und Klassifizieren, Rechnen, Erinnern von Abfolgen oder Anpassen der Kurbelgeschwindigkeit ansprechen. Innerhalb der Spiele sind jeweils unterschiedliche Abstraktions- bzw. Schwierigkeitsstufen vorgesehen. Momentan ist das Obstspiel mit einem Schwierigkeitsgrad bzw. mit einer Abstraktionsstufe umgesetzt. Weitere Spiele sind in Planung. Beim Obstspiel werden den Übenden Bilder für eine gewisse Zeit gezeigt. Ist auf dem Bild Obst dargestellt, interagieren die Übenden anders (also z. B. durch Änderung der Kurbelrichtung) als wenn kein Obst angezeigt wird. Ein Spiel besteht aus zehn Runden.

Die verschiedenen geplanten Abstraktionsstufen sehen beim Obstspiel wie folgt aus:

1. Ein zufälliges Bild wird für 10 Sekunden angezeigt. Bei Obst soll vorwärts gekurbelt werden. Es zählt die Kurbelrichtung am Ende der Zeitnahme
2. Wie 1. aber das Bild wird nur 5 Sekunden gezeigt
3. Wie 1. aber bei Obst muss jetzt andersherum gekurbelt werden
4. Wie 3. aber das Bild wird nur 5 Sekunden gezeigt
5. Wie 1. aber der Übende darf höchstens eine Sekunde in die falsche Richtung kurbeln
6. Wie 5. aber bei Obst muss jetzt wieder andersherum gekurbelt werden
7. Es werden fünf mal zwei Aufgabengruppen aus den Systematiken der Level 1. Bis 6. erstellt. Diese werden dann nach dem Zufallsprinzip angezeigt.

Die Art des Spiels und die Abstraktionsstufe stellen später die Ausgabewerte der geplanten KI-Komponente im dar. Im Praxispiloten wurde ausschließlich mit dem Obstspiel und der Abstraktionsstufe 1 gearbeitet.

Wie die Eingabewerte zukünftig ermittelt werden können, wird im folgenden Messkonzept und im Abschnitt zum KI-Konzept beschrieben.

### 3.2.2 Messkonzept

Die Entscheidung über eine für eine bestimmte Person zu einem gegebenen Zeitpunkt geeignete Übung kann von einer Vielzahl von Faktoren abhängen, von denen nur wenige einer direkten Messung zugänglich sind. Im Praxispiloten wurden folgende Einflussgrößen identifiziert:

- Alter, Geschlecht und Gewicht der übenden Person, die über eine ID identifiziert werden
- Umgebungsgrößen wie Zimmertemperatur, Luftdruck und Außentemperatur sowie deren Änderung über die letzten ein bis zwei Tage, um Wetterabhängigkeiten der Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen
- Selbsteinschätzung der Tagesform durch die übende Person
- HRV und Pulsfrequenz vor und nach der Übung als Hauptindikator für die Fitness und für evtl. erreichte positive oder negative Effekte der Übung
- Pulsfrequenzmessung während der Übung, um Überbelastungen zu erkennen und evtl. aus der Geschwindigkeit der Anpassung des Pulses an die Belastung Rückschlüsse auf die Fitness zu ziehen

Die folgende Tabelle 1 fasst die Erfassung dieser Einflussgrößen zusammen.

*Tabelle 1: Aufzunehmende Daten mit Art, Ort und Zeitpunkt der Messung.*

Art der Daten	Wie wird erfasst	Wo wird erfasst	Wann wird erfasst	Kommentar
Zimmertemperatur	Sensor	Am Tisch	Permanent in regelmäßigen Abständen	Noch nicht umgesetzt
Luftdruck + Außentemperatur	Sensor / Wetterservice	Am Tisch / Auf Server via externem Service	Permanent in regelmäßigen Abständen	Für die Abfrage bei einem externen Dienst wird die GEO-Position des Tisches benötigt Noch nicht umgesetzt
Benutzer-ID	RFID-Reader und RFID-Chip an Armband	Am Übungsgerät	Bei Ankunft am Tisch	U. a. zum Abruf von Geschlecht, Alter und Gewicht benötigt Noch nicht umgesetzt
Selbsteinschätzung Tagesform (gut / normal / schlecht)	Touchscreen oder Interaktion über Trainingsgerät	Spieleanwendung	Bei Ankunft am Tisch	Noch nicht umgesetzt

HRV und Pulsfrequenz	HRV-Messgerät über Fingersensor	Am Tisch	Bei Ankunft am Tisch und nach Ende des Trainings	Im Testbetrieb
Spieleart und Abstraktionsstufe	Spieleanwendung	Spieleanwendung	Zu Beginn des Spiels	Obstspiel und erste Abstraktionsstufe verfügbar
Beginn, Ende und Ergebnis einer Spielerunde	Spieleanwendung	Spieleanwendung	Während des Spiels	Verfügbar für Obstspiel
Position des Trainingsgeräts	Sensor	Im Trainingsgerät	Während des Spiels	Verfügbar für Kurbel
Puls	Ohrclip oder besser berührungsloser Sensor	Am Tisch	Während des Spiels	In Vorbereitung
Rückmeldung Schwierigkeitsgrad (zu leicht / gut / zu schwer)	Touchscreen oder Interaktion über Trainingsgerät	Spieleanwendung	Nach Ende des Trainings	Noch nicht umgesetzt

Die verwendeten Messmethoden müssen durch Vergleich mit anderen bekannten und bewährten Methoden validiert werden. Die Pulsmessung über den Ohrclip wurde durch Vergleich mit einer auf einem Brustgurt basierenden Messung überprüft.

Bei Ausweitung des Anwendungsfalls auf andere Geräte und Spiele müssen zusätzliche Messungen betrachtet werden.

### 3.2.3 Vorüberlegungen zum Evaluationskonzept

Eine generelle Herausforderung beim Einsatz von KI im Gesundheitsbereich ist die Evaluation der KI-Methode und ein systematischer Nachweis einer erreichten Verbesserung. Da es sich bei den Übenden um Menschen handelt, die aller sehr unterschiedlich sind und deren Leistungsfähigkeit von unterschiedlichsten Faktoren beeinflusst wird, ist es sehr schwierig, eine Änderung der Fitness auf die Übungsvorschläge der KI zurückzuführen. Im Folgenden werden allgemeine Überlegungen angestellt, wie die Evaluation eines KI-Verfahrens im Gesundheitsbereich aussehen könnte.

Voraussetzung für die Evaluation ist die abgeschlossene Entwicklung und Umsetzung des Systems, mit dem die Erprobung durchgeführt wird. Während der Datenerhebung können keine wesentlichen Änderungen am System mehr vorgenommen werden, da sonst die mit dem alten Stand erhobenen Daten nicht mehr mit den künftigen Daten vergleichbar wären.

Liegt ein stabiler Entwicklungsstand, kann damit begonnen werden, Daten für die Konzeption und Entwicklung des KI-Verfahrens zu erheben. Dazu muss zuerst eine Gruppe von Probanden gewonnen werden, die sich idealerweise auch bereitfinden, an einer späteren Validierungsstudie teilzunehmen. Wird die Datenerhebung und Evaluation mit den gleichen Personen durchgeführt, kann der während der Datenerhebung festgestellte Fitnesslevel als Vergleichswert dienen, um einen positiven oder negativen Effekt des KI-Verfahrens feststellen zu können. Wichtig bei der

Datenerhebung ist außerdem, dass es möglich ist, den Effekt des KI-Verfahrens auf die Verfassung der Probanden messen zu können.

Liegen ausreichende Trainings- und Testdaten vor, kann mit der Entwicklung des KI-Verfahrens begonnen werden. Dabei werden die Daten zuerst hinsichtlich von Korrelationen der Einflussgrößen analysiert und sogenannte Features (also aussagekräftige Eingangsgrößen) für das KI-Verfahren definiert.

Ist das KI-Verfahren trainiert und kalibriert, müssen die Auswirkungen des Verfahrens auf die Fitness der Probanden untersucht werden. Dafür sollen drei Gruppen gebildet werden:

1. Kontrollgruppe ohne Übungen und ohne Steuerung durch das KI-Verfahren
2. Gruppe mit Übungen aber ohne Steuerung durch das KI-Verfahren
3. Gruppe mit Übungen, die durch das KI-Verfahren gesteuert werden

Mit diesem Ansatz sollte es möglich sein, sowohl die Auswirkungen der Übungen an sich als auch den Mehrwert des KI-Verfahrens zu messen.

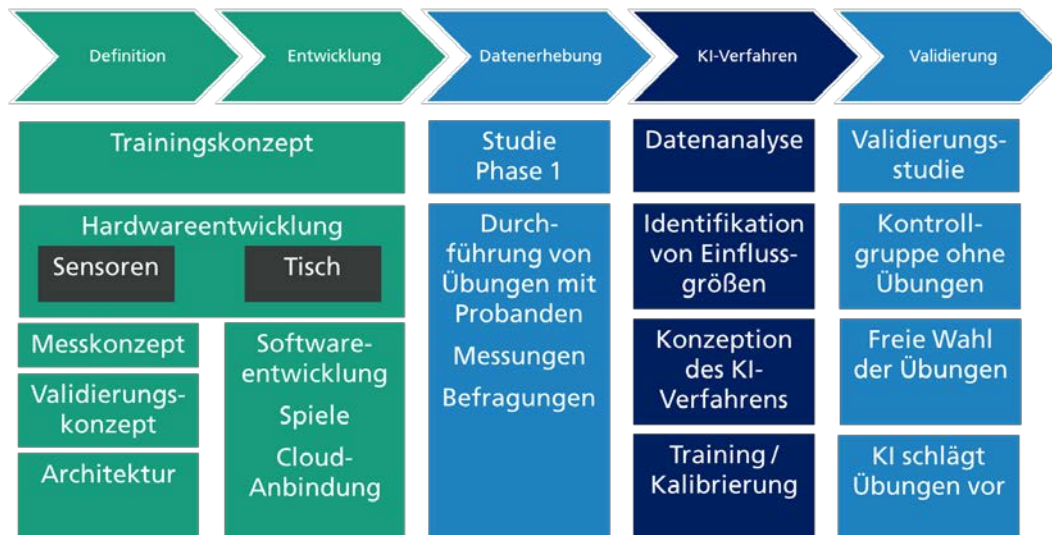


Abbildung 2: Allgemeines Ablaufkonzept für eine systematische Überprüfung des Nutzens von Übungen mit und ohne Einsatz eines KI-Verfahrens zur Übungsplanung.

Das Evaluationskonzept ist auch bei Ausweitung des Anwendungsfalls auf andere Geräte und Spiele gültig, muss jedoch gegebenenfalls angepasst werden.

### 3.3 IT-Architekturskizze

Auf Basis der beschriebenen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen wird im Folgenden eine mögliche Systemarchitektur für den Plaudertisch skizziert. Die Skizze geht dabei von dem betrachteten abgegrenzten Anwendungsfall „Obstspiel mit Kurbelsteuerung“ aus, legt aber den Fall zugrunde, dass später eine Vielzahl von Plaudertischen mit der KI-Funktionalität an verschiedenen Orten betrieben werden sollen. Die Ausweitung des Anwendungsfalls auf andere

Geräte und Spiele und die Unterstützung von Geschäftsmodellen (z. B. über eine Abrechnungskomponente) erfordert eine Anpassung und Detaillierung der skizzierten Architektur in einem Folgeprojekt.

Die IT-Architektur ist aus zwei Hauptkomponenten aufgebaut. Auf der einen Seite stehen die Plaudertische, die lokal Daten erfassen und die Übungen durchführen und überwachen. Auf der anderen Seite steht eine zentrale Anwendung, die optional in der Cloud gehostet werden kann, die für die zentrale Sammlung und Speicherung der Daten und deren Auswertung verantwortlich ist. Dies schließt die KI-Komponente ein, die auf Basis der vorhandenen Daten früherer Übungen einen Übungsvorschlag ableiten soll. Diese zweigeteilte Architektur ist in Abbildung 3 skizziert. Beide Teile kommunizieren über eine Netzwerkverbindung, z.B. über WLAN.

Auf jedem Plaudertisch sind lokal verschiedene Sensoren verbaut, die ihre Daten über angepasste Schnittstellen an die lokale Steuerungssoftware übermitteln. Diese läuft auf einem im Plaudertisch integrierten Mini-PC. Neben der Erfassung der Sensordaten hat die Steuerungssoftware folgende Aufgaben:

- Abfrage der Selbsteinschätzungen zu Tagesform und Übungsschwierigkeit
- Zusammenfassung der Daten zur Umgebung und der Tagesform und Aufruf der KI-Komponente, um einen Übungsvorschlag abzurufen
- Durchführung der Übungen/Spiele sowie Erfassung und Übermittlung der Ergebnisse an die zentrale Anwendung
- Lokale Zwischenspeicherung aller Informationen, falls eine Netzwerkverbindung mit der zentralen Anwendung nicht möglich ist

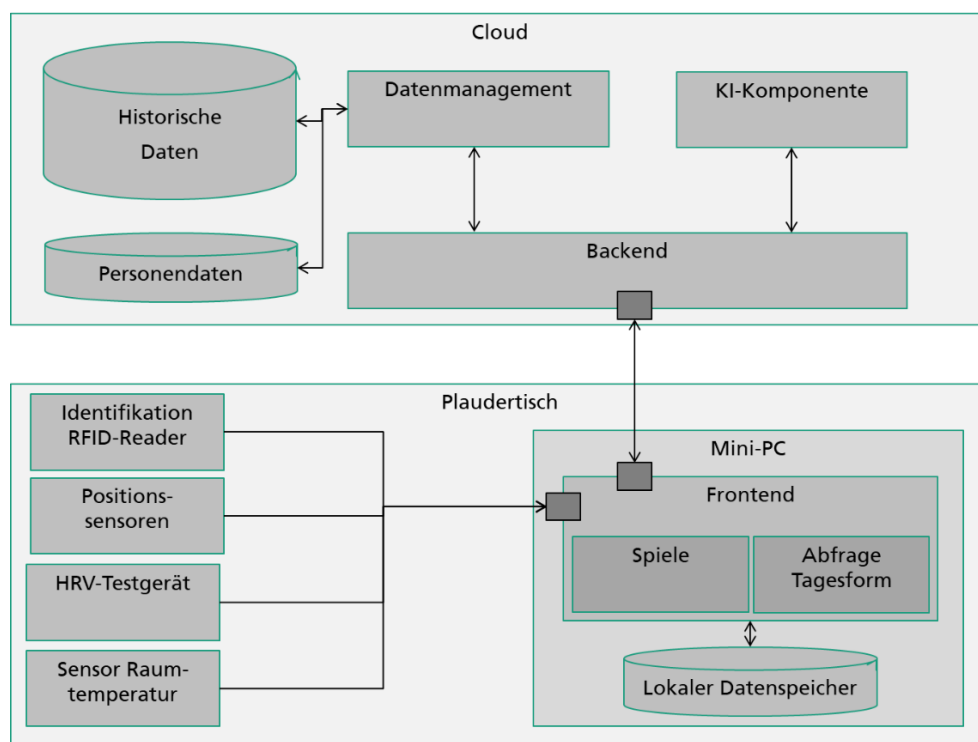


Abbildung 3: Architektur der dritten Ausbaustufe des Plaudertischs bestehend aus den lokalen Plaudertischen und einer zentralen Anwendung.

Die Anwendung muss in der Lage sein, auch ohne Verbindung zum zentralen Server zu arbeiten. In diesem Fall müssen alle erfassten Daten erst lokal gespeichert und bei Wiederherstellung der Verbindung später übertragen werden. Die KI-basierten Vorschläge können in diesem Fall nicht angeboten werden.

Auf Seite des Servers verwaltet eine Backend-Anwendung die Daten von Plaudertischen und Übenden, steuert über ein Berechtigungsmanagement den Zugriff auf die Daten und steuert die KI-Komponente.

### 3.4 Geschäftsmodelle

Durch die Entwicklung des Dual-Task-Training für ältere Menschen soll ein geänderter Umgang mit dem Gut der Gesundheit erreicht werden. Somit wird die KI-basierte individuelle Gesundheitsförderung am Markt etabliert und ein Mehrwert für die Gesellschaft im Allgemeinen erreicht, die Gesundheit der Zielgruppe verbessert und insbesondere Ressourcen im Pflegeumfeld aufgebaut. Die zu entwickelnde KI-Technologie bildet die Grundlage zur Umsetzung der individuellen Gesundheitsförderung. Die KI-Technologie kann in das bestehende Produkt der Astro Sport GmbH integriert werden.

Ausgangspunkt des verfolgten Geschäftsmodells ist der Verkauf des Plaudertischs in Alten- und Pflegeheimen. Eine Erweiterung der Technologie für den Bereich der Physiotherapie und Rehabilitation ist angedacht.

### 3.5 Daten, Algorithmen und Funktionsmodelle

Die Rohdaten für die KI wurden bereits in Rahmen des Messkonzepts beschrieben. Aus diesen Rohdaten können mittels Feature Engineering eine Reihe von weiteren aussagekräftigen Eingangsgrößen für die KI abgeleitet werden. Tabelle 2 zeigt einige Beispiele hierfür.

*Tabelle 2: Beispiele für die Ableitung von aussagekräftigen Eingangsgrößen aus den Rohdaten.*

Kurbelposition	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Drehgeschwindigkeit</li> <li>▪ Mittlere Drehgeschwindigkeit</li> <li>▪ Varianz der Drehgeschwindigkeit</li> </ul>
Kurbelposition und Aufgabenwechsel im Spiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reaktionszeit (ungefähr)</li> <li>▪ Mittlere Reaktionszeit</li> <li>▪ Varianz der Reaktionszeit</li> </ul>
Außentemperatur und Luftdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Temperatur- / Luftdruckdifferenz zum Vortageszeitpunkt</li> </ul>
Bisherige Übungsergebnisse (Richtige Antworten, Reaktionszeit, HRV, Puls, Drehgeschwindigkeit, ...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchschnitt über alle vorigen Übungen</li> <li>▪ Abweichung der jetzigen Übung vom Durchschnitt</li> </ul>

Die Ableitung der Reaktionszeit ist in Abbildung 4 veranschaulicht. Die ansteigenden blauen Stufen repräsentieren den Wechsel der Aufgabe während die rote Linie die gemessene Drehgeschwindigkeit der Kurbel anzeigt. Die grüne Kurve zeigt die aus der Kurbelgeschwindigkeit und

der Kurbelrichtung abgeleitete Antwort an. Die zeitliche Differenz zwischen dem Aufgabenwechsel und dem Nulldurchgang der Drehgeschwindigkeit ergibt eine Abschätzung der Reaktionszeit.

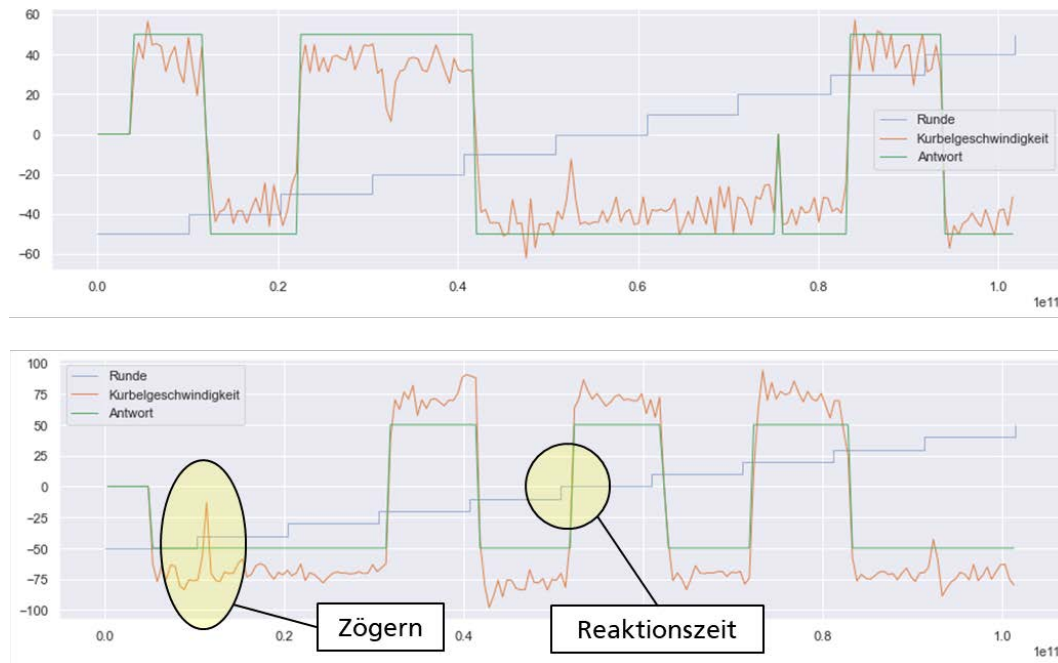


Abbildung 4: Ableitung der Reaktionszeit aus der Kurbelgeschwindigkeit (rot), der daraus abgeleiteten Antwort des Spielenden (Antwort) und den Bildwechseln des Spiels (blau, Runde).

### 3.5.1 Ansatz zum Einsatz der KI zur Auswahl geeigneter Dual-Task-Übungen

Bei der KI-basierten Auswahl geeigneter Übungen handelt es sich prinzipiell um ein Klassifikationsproblem. Auf der Basis von Eingabedaten ordnet der Algorithmus Ausgabewerte zu. Die Art und Weise, wie diese Zuordnung erfolgt hängt vom jeweiligen KI-Verfahren ab. Neben neuronalen Netzen kommen zum Beispiel auch Entscheidungsbäume oder ein Random-Forest-Verfahren in Frage.

Als mögliche Eingangsdaten für das spätere KI-Verfahren wurde im Praxispiloten die folgenden Größen identifiziert

- Alter
- Geschlecht
- Gewicht
- Raumtemperatur
- Außentemperatur
- Luftdruck
- Änderung der Außentemperatur in den letzten 24 h
- Änderung des Luftdrucks in den letzten 24 h
- Selbsteinschätzung der Fitness vor der Übung (3-stufig)
- HRV vor der Übung
- Puls vor der Übung
- Für jede der letzten x Übungen der Person

- Raumtemperatur
- Außentemperatur
- Luftdruck
- Änderung der Außentemperatur in den letzten 24 h
- Änderung des Luftdrucks in den letzten 24 h
- Selbsteinschätzung der Fitness vor der Übung (3-stufig)
- HRV vor der Übung
- Puls vor der Übung
- Art des Spiels
- Abstraktionsstufe
- HRV nach der Übung
- Puls nach der Übung
- Änderung der HRV durch die Übung

Der KI-Algorithmus soll auf Basis dieser Eingangsdaten folgende Ausgangsdaten als Vorschlag ableiten:

- Art des Spiels
- Abstraktionsstufe

Um dem KI-Verfahren für das Training Rückmeldung über die Qualität eines Vorschlags zu liefern, müssen folgende Größen erfasst und aufgezeichnet werden:

- Änderung von HRV nach der Übung (Steigerung = gut, Absenkung = schlecht)
- Abfrage, ob die Übung Spaß gemacht hat (3-stufig)

### 3.6 Herausforderungen

Die größten Herausforderungen bei KI-Projekten im Allgemeinen und auch im vorliegenden Fall sind:

- Das Erheben von ausreichenden und qualitativ guten Trainings- und Testdaten für die Entwicklung der KI.
- Der Nachweis der Funktionstüchtigkeit der KI-Lösung, insbesondere wenn der Mensch einen großen Einfluss auf das Ergebnis hat.

Beide Punkte werden im vorgestellten Evaluationskonzept adressiert, jedoch existieren eine Reihe von Risiken, die einen erfolgreichen KI-Einsatz erschweren können:

- Durch den Menschen als Betrachtungsgegenstand kommen evtl. viele unbestimmbare Einflüsse ins Spiel, sodass der Einfluss der KI nicht von anderen evtl. stärkeren Einflüssen isoliert werden kann.
- Es ist möglich, dass sich aus den beobachteten Messgrößen keine aussagekräftige KI ableiten lassen, da sie die wirklich wichtigen Einflussgrößen evtl. nicht vollständig erfassen.
- Die Hypothese, dass sich Übungen auch kurzfristig auf die HRV auswirken, könnte sich als falsch herausstellen. Dadurch wird es schwer, das für das Training der KI benötigte Feedback zu erhalten. Um dieses Risiko zu verringern, wird im vorgestellten Konzept die HRV durch eine einfache Selbsteinschätzung ergänzt.



### 3.7 Erfahrungen von Pilotanwendern

Die Erfahrung mit dem Einsatz des Plaudertischs (erste Ausbaustufe, nur physische Übungen) in Alten- und Pflegeheimen verlief sehr positiv. Die zweite und dritte Ausbaustufe (Dual-Task-Training und KI-Übungsvorschlag) befindet sich momentan am Anfang der Entwicklung bzw. noch in Planung. Es wurden hier interne Tests durchgeführt, jedoch liegen noch keine Erfahrungen mit Pilotanwendern vor.

## 4 Resümee

### 4.1 Rolle der KI

Der Plaudertisch bietet bereits heute älteren Menschen die Möglichkeit, in geselliger Umgebung ein leichtes körperliches Training durchzuführen. Die bestehenden Trainingsangebote sollen durch kognitive Übungen in Form von Spielen ergänzt werden, die mit den physischen Aktionen verknüpft werden. Auf diese Weise entsteht ein Dual-Task-Training, das Körper und Geist gleichermaßen anspricht, fordert und fördert.

Vor diesem Hintergrund hat die KI innerhalb des im Rahmen des Praxispiloten betrachteten Anwendungsfalles folgende Aufgaben:

- Erstellung eines individuell angepassten Vorschlags für Übungen passend zur Fitness und Tagesform des Übenden, um eine angenehme, motivierende Erfahrung bei optimaler Trainingswirkung zu erreichen.

In der Bearbeitungszeit des Praxispiloten befand sich die Dual-Task-Erweiterung des Plaudertisches noch im frühen Stadium der Entwicklung und es lag nur das Obstspiel mit einer Abstraktionsstufe vor. Daher standen noch keine ausreichenden Daten für die Entwicklung einer KI zur Verfügung. Aus diesem Grund lag der Fokus des Projekts darauf, anhand dieses abgegrenzten Anwendungsfalles Grundlagen und Konzepte zu erarbeiten, auf deren Basis später eine geeignete KI-basierte Lösung aufgebaut werden kann.

### 4.2 Lessons Learned

KI-Projekte sind stark datenbasierte Projekte. Daher sind eine sorgfältige Vorbereitung und Konzeption von großer Bedeutung. Damit eine KI erfolgreich trainiert werden kann, müssen sowohl aussagekräftige Eingangsdaten als auch eine Möglichkeit zur Bestimmung der Qualität eines einzelnen KI-Vorschlags vorhanden sein. Wie im letzten Abschnitt beschrieben ist dies besonders schwierig, wenn die Entscheidungen der KI nur über ihre Auswirkungen auf Menschen bewertet werden können. Oft ist es im Vorfeld nicht klar, welche Einflussgrößen wichtig sind.

- Eingrenzung der infrage kommenden Einflussgrößen durch (Literatur-)Recherche, Nutzung von Expertenwissen und wenn möglich durch kleine Versuchsreihen
- Ein Messkonzept basierend auf den identifizierten Einflussgrößen sorgt zusammen mit einer klaren Architektur dafür, dass die Entwicklung der Sensorik, aber auch die Planung und Umsetzung der Interaktionen mit der Software von Anfang an zielgerichtet erfolgen.
- Wenn die KI bei Eingangsdaten und Qualitätsbewertung stark von der Interaktion mit Menschen abhängt, ist eine sorgfältige Evaluation des erreichten Nutzens nötig. Das beschriebene Evaluationskonzept trägt diesem Umstand Rechnung.

Im Rahmen des Praxispiloten konnten die beschriebenen Konzepte und Planung auf Grund des großen Zeit- und Arbeitsaufwands noch nicht umgesetzt werden. Die gute Planung eines KI-Vorhabens hilft jedoch, die immer noch vorhandenen Risiken zu minimieren.

### 4.3 Ausblick

Der vorliegende Praxispilot nimmt im übergreifenden Vorhaben die Rolle eines Vorprojekts ein und fokussierte sich spezifisch auf eine Dual-Task-Übung (Obstspiel) und ein Eingabegerät (Kurbel). Auf Basis der Projektergebnisse wird ein Projektantrag im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) erstellt, um den Plaudertisch zu um ausgefeilte Dual-Task-Übungen und eine KI-Komponente zu erweitern. Dies schließt weitere Übungsgeräte und Spiele mit verschiedenen Schwierigkeitsstufen ein.

Projektziele des Folgeprojekts sind:

- Umsetzung des Dual-Task-Trainings mit dem Plaudertisch
- Nachweis der Wirksamkeit des Ansatzes

Die im Praxispiloten erarbeiteten Konzepte leisten einen wichtigen Beitrag zur Erstellung des Folgeantrags und zu zur (hoffentlich) erfolgreichen Bearbeitung des Folgeprojekts.

## 5 BIEC-Projektdarstellung: Die Innovations- und Transformationsfähigkeit des Mittelstands in Baden-Württemberg nachhaltig steigern

Digitalisierung und neue Technologien, Veränderungen in den Märkten, zusätzliche Bedürfnisse der Kundschaft: Insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) sind diese Entwicklungen mit großen Herausforderungen verbunden, beinhalten jedoch auch vielfältige Chancen und Potenziale. Um diese nutzen zu können, sollten sich Unternehmen mit folgenden Fragen beschäftigen:

- Welche Auswirkung haben digitale Transformation und die damit verbundenen Entwicklungen auf das Leistungsangebot und die Leistungserstellung des Unternehmens?
- Was muss getan werden, um die Potenziale in Erfolge umwandeln und den Risiken frühzeitig und aktiv begegnen zu können?

Nicht nur die Entwicklung innovativer, digitaler Produkte und Dienstleistungen oder die Etablierung neuer Geschäftsmodelle sind gefordert. Auch die Gestaltung der Wertschöpfungskette, der Prozesse und Abläufe innerhalb des Unternehmens sowie die Interaktionen mit Partnern und Kunden werden dadurch berührt. Um diesen Herausforderungen systematisch zu begegnen, wurde das Business Innovation Engineering Center BIEC initiiert. Gefördert durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg soll das BIEC kleine und mittlere Unternehmen bei ihrem digitalen Transformationsprozess unterstützen, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, smarterer Produkte und Dienstleistungen vorantreiben, innovative Technologien für Unternehmen greifbar machen sowie die dazu notwendigen Wertschöpfungssysteme identifizieren

## 6 Kontakt

Sie haben eine Frage zum Praxispiloten? Gerne können die Vertreter der Praxispilotpartner bei Fragen und Anmerkungen direkt angesprochen werden:

### **Unternehmen**

Tobias Gredel, Astro Sport GmbH

[tobias.gredel@astroport.de](mailto:tobias.gredel@astroport.de)

### **BIEC-Experte**

Oliver Strauß, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

[oliver.strauss@iao.fraunhofer.de](mailto:oliver.strauss@iao.fraunhofer.de)

Weitere Information zum BIEC, zu den Praxispiloten und den weiteren vielfältigen Transfermaßnahmen finden Sie unter der Projektwebsite:

<https://www.biec.iao.fraunhofer.de>