

Kurzbericht zum Verwendungsnachweis

ZE: ki elements GmbH	Förderkennzeichen: 13GW0568A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Ubiquitäre Digital Therapieassistenz (UBIDENZ) Teilvorhaben: Analyse und Erkennung von pathologischen Merkmalen von Patienten im Umgang mit dem UBIDENZ Avatar	
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2021 - 31.08.2024	

Projektziel

Im Rahmen des UBIDENZ-Verbundprojekts arbeitet ki elements GmbH an der Entwicklung einer KI-gestützten Sprachanalyse zur Identifikation depressiver Sprachmuster und suizidaler Tendenzen im Umgang mit einem empathischen Therapie-Avatar. Ziel ist es, durch die Analyse sprachlicher Merkmale pathologische Zustände zu erfassen und eine adaptive, therapieunterstützende Interaktion zu ermöglichen.

Ursprüngliche Aufgabenstellung und Stand der Technik

Traditionell werden depressive und suizidale Symptome über Interviews und Fragebögen erfasst. Das Teilprojekt von ki elements GmbH zielt darauf ab, diese Diagnosen durch KI-basierte Sprachanalyse zu unterstützen. Dabei analysiert der Avatar linguistische und paralinguistische Merkmale der Patientensprache und erkennt emotionale Zustände, die das Risiko für Depressionen oder Rückfälle anzeigen. Dieser Ansatz soll die Diagnostik durch kontinuierliche Erkennung pathologischer Merkmale in der Alltagsinteraktion vereinfachen und erweitern.

Projekttablauf:

- Koordination und Öffentlichkeitsarbeit:** Die Zusammenarbeit mit dem ELSI-Beirat wurde initiiert und die öffentliche Webseite für das Projekt veröffentlicht. Regelmäßige Projektmeetings und die Abstimmung der Arbeitspakete sorgten für den koordinierten Fortschritt.
- Technologie-Entwicklung und Integration:** Die benötigten Audio-Sensoren wurden ausgewählt und in das SSI-Framework integriert. Erste Tests bestätigten, dass integrierte Mikrofone in Tablets und Smartphones für die Anforderungen des Projekts ausreichend sind. Zur Algorithmenentwicklung wurden existierende Datensätze wie der Kassel-Korpus verwendet.
- Algorithmenentwicklung und Pilotierung:** Die Sprachanalyse-Algorithmen zur Erkennung depressiver und suizidaler Sprachmuster wurden unter Anwendung des SIGMA Frameworks entwickelt und getestet. Dabei kamen Techniken des tiefen maschinellen Lernens zum Einsatz, um subtile Emotionen und Rückfallrisiken präzise zu erfassen.

Wesentliche Ergebnisse und Publikationen:

- Die Spracherkennungsalgorithmen wurden erfolgreich in den Avatar-Demonstrator integriert. Der Demonstrator ist nun für Pilotstudien bereit und erste Ergebnisse zeigen eine hohe Sensitivität und Spezifität der Algorithmen.
- Wichtige Forschungsergebnisse wurden in namhaften Fachjournalen und auf Konferenzen veröffentlicht, um das methodische und klinische Potenzial des Ansatzes zu belegen:
 - **Publikation in BMC Psychiatry:** Eine detaillierte Studie zur Erkennung von Depression durch automatisierte Sprachanalyse wurde veröffentlicht (König, A., Tröger, J., Mallick, E. et al. *Detecting subtle signs of depression with automated speech analysis in a non-clinical sample*, BMC Psychiatry 22, 830, 2022)
 - **Publikation auf dem European Congress for Psychiatry (EPA):** Forschungsergebnisse zur Vorhersage der Schwere von Depressionen anhand spontaner Sprache im Gespräch mit einem virtuellen Agenten wurden vorgestellt (*Predicting Depression Severity from Spontaneous Speech as Prompted by a Virtual Agent*)
 - **Review Article in Journal of Medical Internet Research (JMIR) Mental Health:** Eine umfassende Rezension zur sprachlichen Erkennung depressiver und suizidaler Symptome wurde veröffentlicht (Ettore E, Müller P, et al., *Digital Phenotyping for Differential Diagnosis of Major Depressive Episode*, JMIR Ment Health 2023;10)

Durch diese Publikationen trägt das Projekt aktiv zum wissenschaftlichen Diskurs über die Nutzung von Sprachanalyse in der psychischen Gesundheitsforschung bei und zeigt das Potenzial des Avatars als unterstützendes Tool in der Depressionsdiagnostik.

Eingehende Darstellung zum Verwendungsnachweis

ZE: ki elements GmbH	Förderkennzeichen: 13GW0568A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Ubiquitäre Digital Therapieassistenz (UBIDENZ) Teilvorhaben: Analyse und Erkennung von pathologischen Merkmalen von Patienten im Umgang mit dem UBIDENZ Avatar	
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2021 - 31.08.2024	

1. Einleitung und Projektzielsetzung

Das Teilprojekt „Analyse und Erkennung von pathologischen Merkmalen von Patienten im Umgang mit dem UBIDENZ Avatar“ ist ein wesentlicher Bestandteil des UBIDENZ-Verbundprojekts, das darauf abzielt, digitale Assistenzlösungen für die Diagnostik und Therapie psychischer Erkrankungen zu entwickeln. Ki elements GmbH konzentriert sich in diesem Kontext auf die Entwicklung eines KI-gestützten Systems, das mittels Sprachanalyse depressive Symptome, emotionale Zustände und suizidale Tendenzen erkennen kann. Das Projekt ist Teil einer umfassenderen Forschung, die digitale Avatare als Therapie- und Diagnostiktools erforscht, um psychisch belastete Patienten empathisch zu begleiten und Therapeuten zu unterstützen.

Das Kernziel dieses Teilprojekts ist die Entwicklung und Implementierung eines empathischen Therapie-Avatars, der auf Sprachmerkmale des Patienten reagiert und eine kontinuierliche, ressourcensparende Erkennung emotionaler und pathologischer Zustände ermöglicht. Der Avatar analysiert in Echtzeit spezifische Sprachmuster und paralinguistische Merkmale (wie Tonhöhe, Sprachgeschwindigkeit und Sprechpausen), um diagnostisch relevante Hinweise auf das emotionale Befinden der Patienten zu liefern. Diese Informationen werden genutzt, um die Interaktion mit dem Patienten auf dessen emotionalen Zustand abzustimmen und so eine maßgeschneiderte, therapieunterstützende Kommunikation zu ermöglichen.

Hintergrund des Projekts ist die hohe Prävalenz von Depressionen und Suizidalität und die Notwendigkeit, präzise und zuverlässige Instrumente zur frühzeitigen Erkennung und Diagnose bereitzustellen. Traditionelle Diagnosemethoden wie Interviews und Fragebögen sind in der Regel zeit- und personalintensiv und bieten nur punktuelle Einblicke. Der UBIDENZ Avatar hingegen ermöglicht eine kontinuierliche und weniger aufwändige Überwachung des psychischen Zustands, die sich flexibel in unterschiedliche Versorgungsumgebungen – von der Klinik bis zur häuslichen Betreuung – integrieren lässt.

Das Projekt integriert umfassende wissenschaftliche und technische Ansätze. Dazu gehören die Auswahl und Aufbereitung geeigneter Trainingsdatensätze, die Entwicklung fortschrittlicher Machine-Learning-Algorithmen und die Implementierung einer empathischen Interaktionsstrategie des Avatars, die auf die individuellen Bedürfnisse und emotionalen Zustände des Patienten eingeht. Durch die Kombination dieser Komponenten wird eine niederschwellige, digitale Lösung entwickelt,

die die Versorgung psychisch erkrankter Patienten optimieren und den therapeutischen Fortschritt unterstützen soll.

Die angestrebte Lösung verspricht sowohl die Akzeptanz durch Patienten zu fördern als auch eine wertvolle Ergänzung für therapeutische Anwendungen und klinische Diagnostik darzustellen. Darüber hinaus plant ki elements GmbH eine langfristige Verwertung der entwickelten Technologien durch kommerzielle Implementierungen und Partnerschaften im Bereich der digitalen Gesundheitsversorgung.

2. Detaillierte Darstellung der Arbeitspakete

Im Folgenden werden die durchgeführten Arbeitspakete detailliert erläutert. Diese Beschreibung umfasst die wichtigsten Schritte, Ergebnisse sowie die Verwendung der Zuwendungsmittel gemäß dem zahlenmäßigen Nachweis.

AP 1.1: Projekt- und Partnerkoordination

- **Ziel und Ansatz:**
Die Projekt- und Partnerkoordination zielt darauf ab, die reibungslose Zusammenarbeit zwischen allen Beteiligten sicherzustellen und die effiziente Umsetzung der Arbeitspakete zu ermöglichen. Durch regelmäßige Treffen und Abstimmungen wird eine enge Kooperation sichergestellt, um gemeinsame Ziele zu erreichen und Herausforderungen frühzeitig zu adressieren.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Es wurden regelmäßige monatliche Projektmeetings abgehalten, um Fortschritte und aktuelle Themen zu besprechen. Der ELSI-Beirat (Ethik, Recht und Soziale Implikationen) wurde eingebunden, um die Umsetzung ethischer Standards zu begleiten und datenschutzrechtliche Fragestellungen frühzeitig zu klären.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die enge Koordination und die klare Kommunikation zwischen den Projektpartnern waren entscheidend für den erfolgreichen Projektverlauf. Durch die Einbindung des ELSI-Beirats wurde sichergestellt, dass ethische und rechtliche Standards im gesamten Projektverlauf berücksichtigt wurden, was zur Glaubwürdigkeit und Akzeptanz des Projekts beiträgt.

AP 1.2: Entwicklung der Datenschutzstrategie

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel war die Entwicklung einer umfassenden Datenschutzstrategie, die die Anforderungen der DSGVO erfüllt und sicherstellt, dass personenbezogene Daten sicher verarbeitet und gespeichert werden. Dieser Ansatz gewährleistet den Schutz sensibler Patientendaten.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Eine Datenschutzstrategie wurde in enger Abstimmung mit dem ELSI-Beirat erstellt und

laufend überprüft. Schulungen der Projektpartner stellten die Einhaltung aller Vorgaben sicher, und es wurden datenschutzrechtliche Maßnahmen in alle Projektphasen integriert.

- **Relevanz und Beitrag:**
Die Datenschutzstrategie sicherte die konforme Verarbeitung personenbezogener Daten und stärkte das Vertrauen der beteiligten Institutionen. Dies ist besonders relevant für den Einsatz sensibler Daten in der Gesundheitsdiagnostik und unterstützt die zukünftige Anwendbarkeit des Avatars in klinischen Umgebungen.

AP 1.3: Koordination des ELSI-Beirats

- **Ziel und Ansatz:**
Dieses Arbeitspaket zielte darauf ab, ethische und rechtliche Fragestellungen systematisch in das Projekt einzubringen. Der ELSI-Beirat bot Unterstützung bei der Bewertung und Implementierung ethischer Richtlinien im gesamten Projektverlauf.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Regelmäßige Sitzungen des ELSI-Beirats ermöglichten eine kontinuierliche Abstimmung zu ethischen und rechtlichen Aspekten. Der Beirat half bei der Entwicklung des Datenschutzkonzepts und bei der Überprüfung der Fragebögen zur Patientenbefragung.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Zusammenarbeit mit dem ELSI-Beirat trug wesentlich zur Einhaltung ethischer Standards bei und stellte sicher, dass das Projekt gesellschaftlich akzeptiert wird. Dies ist besonders wichtig für die Einbettung des Avatars in sensible medizinische Anwendungsfelder.

AP 1.4: Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung der Ergebnisse

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel dieses Pakets war es, das Projekt UBIDENZ der Öffentlichkeit und Fachkreisen zugänglich zu machen. Die Öffentlichkeitsarbeit unterstützt die Akzeptanz und Verbreitung des Avatars.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Eine Projektwebseite wurde erstellt und regelmäßig aktualisiert. Forschungsbeiträge wurden veröffentlicht, unter anderem in **BMC Psychiatry**, dem **European Congress for Psychiatry** und **JMIR Mental Health**.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Öffentlichkeitsarbeit trug dazu bei, die Projektziele und Fortschritte bekannt zu machen. Die Publikationen positionieren die Ergebnisse von ki elements in der wissenschaftlichen Diskussion und fördern die Akzeptanz und Weiterentwicklung des Avatars.

AP 2.1: Erhebung und Aufbereitung relevanter Trainingsdatensätze

- **Ziel und Ansatz:**
Dieses Paket befasste sich mit der Identifikation und Aufbereitung geeigneter Datensätze, die für das Training der Sprachanalyse-Algorithmen genutzt werden können. Diese Daten sollten reale Sprachmuster depressiver Patienten enthalten.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Die Datensätze Kassel-Korpus und Sprachaufnahmen der Universität Koblenz/Landau wurden ausgewählt, analysiert und für das Training der Algorithmen aufbereitet. Die Daten wurden für eine zuverlässige maschinelle Verarbeitung optimiert und in das SIGMA Framework integriert.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Auswahl hochwertiger Datensätze ermöglichte eine effektive Entwicklung und Validierung der Sprachanalyse-Algorithmen, die zur robusten Erkennung pathologischer Sprachmerkmale beitragen.

AP 3.1: Auswahl und Integration der benötigten Sensorik

- **Ziel und Ansatz:**
Dieses Arbeitspaket zielte darauf ab, geeignete Mikrofone für die Sprachanalyse auszuwählen und in das Framework zu integrieren. Die Sensorik sollte sicherstellen, dass die erfassten Daten für die algorithmische Verarbeitung geeignet sind.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Verschiedene Mikrofontypen wurden evaluiert und in das Social Signal Interpretation (SSI) Framework integriert. Tests bestätigten die Eignung mobiler Mikrofone für die Anforderungen des Projekts.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Wahl geeigneter Sensoren war entscheidend, um qualitativ hochwertige Audiodaten zu erhalten und so die diagnostische Leistung des Avatars zu gewährleisten.

AP 3.3: Erstellung der Algorithmen zur Detektion von intrapersonellen Hinweisreizen

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel dieses Pakets war die Entwicklung von Algorithmen zur Erkennung von Sprachmerkmalen, die auf depressive Symptome und emotionale Zustände hinweisen.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Es wurden Machine-Learning-Algorithmen entwickelt, die anhand von Sprachmerkmalen wie Tonhöhe und Lautstärke pathologische Merkmale erkennen können. Diese Algorithmen wurden in das SIGMA Framework integriert und zeigten in Tests eine hohe Sensitivität und Spezifität.

- **Relevanz und Beitrag:**
Die Algorithmen bilden das Herzstück des diagnostischen Ansatzes und ermöglichen die zuverlässige Erkennung emotionaler Zustände und psychischer Belastungen.

AP 4.2: Implementierung des emotionalen Interaktionsmodells im Avatar

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel dieses Arbeitspakets war es, dem Avatar eine empathische Reaktion auf emotionale Zustände zu ermöglichen und ein Regelwerk für die emotionale Anpassung zu entwickeln.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Basierend auf einer Anforderungsanalyse wurde ein Regelwerk erstellt, das festlegt, wie der Avatar auf emotionale Zustände reagieren soll. Die Interaktionen wurden getestet und für eine situationsgerechte Anpassung optimiert.
- **Relevanz und Beitrag:**
Das Interaktionsmodell sorgt für eine authentische und empathische Kommunikation, die Akzeptanz und Effektivität des Avatars erhöht.

AP 5.1: Anforderungsanalyse für das sozio-emotionale Benutzer- und Avatarverhaltensmodell

- **Ziel und Ansatz:**
Die Anforderungsanalyse diente dazu, die Erwartungen von Patienten und Klinikpersonal an den Avatar zu verstehen und zu dokumentieren.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Durch Interviews und Workshops wurden Anforderungen an den Avatar erarbeitet, die in die Entwicklung der Interaktionen eingeflossen sind.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Analyse stellt sicher, dass der Avatar den tatsächlichen Bedürfnissen der Nutzer entspricht und somit effektiv in therapeutischen Kontexten eingesetzt werden kann.

AP 6.1: Evaluation und Validierung der Algorithmen in klinischen Tests

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel war die Evaluation der Algorithmen in einem klinischen Umfeld, um deren diagnostische Genauigkeit zu prüfen.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Die Algorithmen wurden mit echten Sprachproben von Patienten getestet und ihre Ergebnisse mit dem Beck-Depressions-Inventar (BDI) verglichen. Anpassungen wurden vorgenommen, um die Leistung weiter zu verbessern.

- **Relevanz und Beitrag:**
Die klinische Validierung zeigt die Praxistauglichkeit und Zuverlässigkeit der Algorithmen, was essenziell für die Anwendung im medizinischen Bereich ist.

AP 6.5: Testing und Optimierung des Demonstrators

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel dieses Pakets war die Qualitätssicherung durch umfangreiche Tests und Optimierungen am Avatar-Demonstrator.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Es wurden umfangreiche Unit- und Integrationstests durchgeführt, die eine zuverlässige Erkennung und Anpassung des Avatars an emotionale Zustände sicherstellen.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Tests garantieren die hohe Funktionsqualität des Avatars und stärken das Vertrauen in seine diagnostischen Fähigkeiten.

AP 7.1: Vorbereitung und Durchführung einer Machbarkeitsstudie

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel war es, die Machbarkeit und Akzeptanz des Avatars in realen Nutzungsszenarien zu prüfen.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Eine Machbarkeitsstudie wurde mit Patienten durchgeführt, die Rückmeldungen zur Benutzerfreundlichkeit und Effektivität des Avatars gaben. Die Ergebnisse waren positiv und lieferten wertvolle Hinweise zur weiteren Optimierung.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Machbarkeitsstudie bestätigt die Einsatzfähigkeit des Avatars in der Praxis und ermöglicht Anpassungen basierend auf direktem Feedback der Nutzer.

AP 8.1: Fortgeschrittene Verwertungsplanung

- **Ziel und Ansatz:**
Ziel dieses Arbeitspakets war die Entwicklung eines Verwertungsplans für die kommerzielle Anwendung des Avatars.
- **Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse:**
Eine Marktanalyse und Kooperationsgespräche mit potenziellen Partnern wurden durchgeführt, und ein Geschäftsmodell für die Lizenzierung des Avatars wurde entwickelt.
- **Relevanz und Beitrag:**
Die Verwertungsplanung legt die Grundlage für die zukünftige kommerzielle Nutzung und den Einsatz des Avatars in verschiedenen Versorgungsbereichen der Gesundheitsbranche.

3. Ergänzende Angaben zu den angeforderten Punkte

3.1 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die im Zahlenmäßigen Nachweis festgehaltenen Kostenpositionen spiegeln die wesentlichen Ausgabenbereiche des Projekts wider und gliedern sich in:

- **Personalkosten:** Dies ist die größte Kostenposition im Projekt und umfasst die Beschäftigung hochqualifizierter Fachkräfte im Bereich maschinelles Lernen, Softwareentwicklung und Datenschutz. Die Entwicklung der Algorithmen und die Implementierung der Datenschutzstrategie erforderten spezialisierte Expertise. Diese Kostenposition war entscheidend für die erfolgreiche Entwicklung und Umsetzung des Sprachanalyse-Avatars und macht den Großteil der projektbezogenen Ausgaben aus.
- **Technologie und Sensorik:** Kosten für die Auswahl und Integration der Mikrofonlösungen, die in das SSI-Framework integriert wurden. Diese Ausgaben deckten Test- und Evaluationsaufwendungen, um sicherzustellen, dass die Sprachaufnahmequalität den Anforderungen entspricht. Diese Sensorik war essentiell, um die erforderlichen Daten für die Sprachanalyse zu erfassen.
- **Softwareentwicklung und Lizenzen:** Ein erheblicher Kostenanteil floss in die Entwicklung und Lizenzierung von Software für maschinelles Lernen und Sprachverarbeitung sowie in die Anpassung des SIGMA-Frameworks zur Erkennung emotionaler und pathologischer Merkmale. Diese Investitionen ermöglichten die kontinuierliche Weiterentwicklung und Verfeinerung der Algorithmen.
- **Öffentlichkeitsarbeit und Veröffentlichung:** Die Kommunikation der Projektergebnisse war ebenfalls ein wesentlicher Kostenfaktor. Dies umfasst die Pflege der Projektwebseite und die Kosten für wissenschaftliche Publikationen und Konferenzbeiträge, um das Projekt in der Fachwelt und Öffentlichkeit sichtbar zu machen.

3.2 Veröffentlichungen des Ergebnisses gemäß Nr. 5 der NKBF/NABF

Während des Projektverlaufs wurden mehrere bedeutende wissenschaftliche Beiträge erstellt, die die Forschungsergebnisse zur sprachbasierten Depressions- und Suizidalerkennung dokumentieren:

1. BMC Psychiatry:

- Titel: „Detecting subtle signs of depression with automated speech analysis in a non-clinical sample“
- Inhalt: Diese Publikation beleuchtet die Ergebnisse zur Erkennung subtiler Anzeichen von Depression durch automatisierte Sprachanalyse. Das Forschungsteam untersuchte, wie bestimmte sprachliche Merkmale im Zusammenhang mit depressiven Zuständen stehen und wie diese durch KI erkannt werden können.
- Wirkung und Relevanz: Diese Studie zeigt auf, wie präzise und zuverlässig Depression durch Sprachanalyse in einer nicht-klinischen Stichprobe erfasst werden kann, und stellt eine Basis für klinische Anwendungen bereit.

2. European Congress for Psychiatry (EPA):

- Titel: „Predicting Depression Severity from Spontaneous Speech as Prompted by a Virtual Agent“
- Inhalt: Dieser Konferenzbeitrag beschreibt, wie der UBIDENZ-Avatar dazu genutzt wird, die Schwere von Depressionen zu bestimmen, indem spontane Sprache des Patienten analysiert wird. Dabei wird erläutert, wie maschinelles Lernen in Echtzeit eine adaptive Reaktion auf emotionale Zustände ermöglichen kann.
- Wirkung und Relevanz: Die vorgestellten Ergebnisse sind wegweisend für die Integration KI-basierter Sprachanalyse in klinische Settings und zeigen den Nutzen des Avatars für ein individualisiertes therapeutisches Feedback.

3. JMIR Mental Health:

- Titel: „Digital Phenotyping for Differential Diagnosis of Major Depressive Episode: Narrative Review“
- Inhalt: Diese umfassende Rezension analysiert die bestehenden Methoden und Algorithmen zur Erkennung depressiver und suizidaler Symptome in Sprache. Der Review gibt einen Überblick über die Fortschritte in der digitalen Phänotypisierung und deren Potenzial für diagnostische Anwendungen in der Psychiatrie.
- Wirkung und Relevanz: Der Artikel positioniert die Sprachanalyse als entscheidendes Werkzeug in der psychischen Gesundheitsdiagnostik und betont die wissenschaftliche und klinische Relevanz solcher Technologien.

Geplante Veröffentlichungen:

Zusätzlich zu diesen Veröffentlichungen ist eine detaillierte Dokumentation der Endergebnisse für ein medizinisches Fachjournal geplant. Ziel ist es, die finale Evaluation und die Ergebnisse der Pilotstudie zu publizieren, um die klinische Validität und den Mehrwert des Avatars für die Depressionsdiagnostik weiter zu demonstrieren.

3.3 Fortschritte anderer Stellen während des Projektzeitraums

Während der Projektlaufzeit wurde ki elements GmbH auf verschiedene Fortschritte und neue Veröffentlichungen auf dem Gebiet der sprachbasierten Depressionsdiagnostik aufmerksam. Zu den wichtigsten Entwicklungen zählen:

- **Verbesserte Audio-Datensätze zur Sprachanalyse:** Während des Projekts wurde bekannt, dass neue Datensätze zur Sprachanalyse, speziell für psychische Gesundheitsanwendungen, veröffentlicht wurden. Diese Datensätze enthalten umfangreiche Sprachproben und wurden in ähnlichen Projekten eingesetzt, was wertvolle Erkenntnisse für die Algorithmenentwicklung lieferte.
- **Fortschritte im Bereich Deep Learning für emotionale Erkennung:** Verschiedene Studien haben in den letzten Jahren gezeigt, dass Transformer-Modelle und andere tief lernende Architekturen in der Lage sind, emotionale und pathologische Zustände noch präziser zu erkennen. Diese Erkenntnisse fließen in die Weiterentwicklung der Algorithmen im UBIDENZ-Projekt ein.
- **Neue Ansätze im Bereich der Digitalen Phänotypisierung:** Die Entwicklung im Bereich der digitalen Phänotypisierung hat während der Projektlaufzeit erheblich zugenommen. Die

Ansätze zur Nutzung von Sprache als biometrisches Diagnosewerkzeug in der Psychiatrie fanden verstärkt Aufmerksamkeit und bestätigten die Bedeutung der Arbeiten im UBIDENZ-Projekt. Die Erkenntnisse aus diesen externen Entwicklungen wurden regelmäßig überprüft und, wenn möglich, in die eigene Forschung integriert.

4. Zusammenfassung

Das Teilprojekt „Analyse und Erkennung von pathologischen Merkmalen von Patienten im Umgang mit dem UBIDENZ Avatar“ der ki elements GmbH innerhalb des UBIDENZ-Verbundprojekts hat das Ziel verfolgt, eine innovative, KI-gestützte Sprachanalyse zur Erkennung depressiver Symptome und suizidaler Tendenzen zu entwickeln und in einen digitalen Therapie-Avatar zu integrieren. Die Arbeit im Projekt hat gezeigt, dass eine solche Lösung das Potenzial hat, psychisch belastete Patienten empathisch zu begleiten und Therapeuten eine zusätzliche, objektive Einschätzung des psychischen Zustands ihrer Patienten zu ermöglichen.

Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Technologieentwicklern, klinischen Partnern und Ethikexperten konnte der Avatar zu einem fortschrittlichen Instrument für die Depressionsdiagnostik und -therapieunterstützung weiterentwickelt werden. Zu den wesentlichen Leistungen des Projekts gehören die Entwicklung und Validierung von Algorithmen, die subtile emotionale Hinweise und pathologische Sprachmerkmale erkennen können, sowie die Gestaltung eines Interaktionsmodells, das den Avatar befähigt, auf die individuellen emotionalen Zustände der Patienten einfühlsam zu reagieren.

Die Projektarbeit gliederte sich in verschiedene Arbeitspakete, die von der Anforderungsanalyse und Datenerhebung bis zur klinischen Evaluation und Verwertungsplanung reichten. Die sorgfältige Erhebung und Aufbereitung von Sprachdatensätzen, die Auswahl geeigneter Mikrofonttechnologie sowie die Integration in das SSI Framework bildeten die technischen Grundlagen. Aufbauend auf diesen Daten wurde ein Algorithmensystem entwickelt, das in der Lage ist, emotionale und pathologische Sprachmerkmale zuverlässig zu erfassen. Die klinische Validierung bestätigte, dass die Algorithmen eine hohe Sensitivität und Spezifität aufweisen und somit den diagnostischen Anforderungen gerecht werden.

Besonderes Augenmerk wurde auf ethische und datenschutzrechtliche Aspekte gelegt, die durch die enge Zusammenarbeit mit dem ELSI-Beirat in jeder Projektphase integriert wurden. Der Datenschutzstrategie wurde höchste Priorität eingeräumt, um den Schutz sensibler Patientendaten sicherzustellen und die Akzeptanz des Avatars in der Praxis zu fördern.

Wichtige Erkenntnisse und Forschungsergebnisse wurden durch Publikationen in führenden Fachjournalen und auf internationalen Konferenzen verbreitet. So wurden Beiträge im **BMC Psychiatry**, auf dem **European Congress for Psychiatry** und im **JMIR Mental Health** veröffentlicht, die den wissenschaftlichen Fortschritt im Bereich der digitalen Sprachanalyse für die Depressionsdiagnostik dokumentieren und das Potenzial solcher Technologien für die psychische Gesundheitsversorgung betonen.

Im Rahmen der Verwertungsplanung wurden erste Kooperationsgespräche mit potenziellen Partnern in der Gesundheits- und Medizintechnikbranche aufgenommen, und ein Geschäftsmodell für die Lizenzierung und Integration des Avatars in bestehende Gesundheitssysteme wurde entwickelt. Das Projekt hat gezeigt, dass eine kommerzielle Nutzung des Avatars nicht nur realistisch, sondern auch dringend notwendig ist, um die Versorgungsqualität und Diagnosemöglichkeiten im Bereich der psychischen Gesundheit zu verbessern.

Insgesamt bestätigt die erfolgreiche Umsetzung des Teilprojekts die Innovationskraft und das große Potenzial der digitalen Sprachanalyse zur Unterstützung der psychischen Gesundheitsversorgung.

Der UBIDENZ Avatar bietet eine kosteneffiziente und skalierbare Lösung, die die Lücke zwischen klinischer Diagnostik und patientennaher Versorgung schließt. Die Erkenntnisse aus diesem Projekt bilden eine wertvolle Grundlage für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten und eröffnen langfristige Perspektiven für die Integration des Avatars in unterschiedliche Versorgungsumgebungen – von Kliniken und Praxen bis hin zur häuslichen Betreuung.

Das Teilprojekt der ki elements GmbH hat gezeigt, dass die Sprachanalyse als diagnostisches Werkzeug für psychische Erkrankungen nicht nur technisch machbar, sondern auch klinisch relevant und praktisch umsetzbar ist. Das Projekt legt damit den Grundstein für eine neue Ära digitaler, empathischer Therapieassistenten und setzt einen wichtigen Impuls für die Weiterentwicklung digitaler Gesundheitsanwendungen.