

**Antrag zur Förderung kooperativer Promotionen im Rahmen eines thematisch
fokussierten Forschungsprogramms als**

„Forschungskolleg Rheinland-Pfalz“

Titel:

**Data2Health: Vertrauenswürdige Datenanalysen für das
Gesundheitswesen**

Antragstellende und federführende Hochschule:

Hochschule Koblenz

Konrad-Zuse-Str. 1, 56075 Koblenz

Gemeinschaftsantrag zwischen den Einrichtungen:

Hochschule Koblenz

Fachbereich Ingenieurwesen, RheinMoselCampus,
Konrad-Zuse-Str. 1, 56075 Koblenz

Fachbereich Mathematik und Technik, RheinAhrCampus,
Joseph-Rovan-Allee 2, 53424 Remagen

Wissenschaftliche Federführung: Prof. Dr. Maik Kschischo

und der

Universität Koblenz

Fachbereich 4: Informatik

Campus Koblenz, Universitätsstr.1, 56070 Koblenz

Wissenschaftliche Federführung: Prof. Dr. Maria A. Wimmer

Zusammenfassung: Die datengetriebene Unterstützung der klinischen Entscheidungsfindung und des Patientenmonitoring erfordert eine vertrauenswürdige Analyse von Daten im Gesundheitswesen. Im Forschungskolleg Data2Health werden in sechs Promotionsprojekten (PP1-PP6) neue Ansätze zur Übertragung, Bereitstellung und prädiktiven Analyse von Daten erforscht. Dies umfasst vertrauenswürdige Edge-Cloud-Methoden, Drahtlossysteme und vertrauenswürdige KI-Methoden sowie konkrete KI-Anwendungen in der Präzisionsmedizin (Vorhersage schwerer Schäden in Krankenhäusern und Früherkennung von Dekubitus) zur klinischen Entscheidungsunterstützung. Diese sich untereinander ergänzenden IT-Ansätze werden in einem ganzheitlichen Ansatz mit Fragen zu Datensozialität und Data Governance verknüpft, um auch Voraussetzungen für die Akzeptanz und Vertrauenswürdigkeit von datengetriebenen Diensten im Gesundheitswesen besser zu verstehen. Anbei eine Übersicht über die sechs geplanten Promotionsprojekte (PP1-PP6) in drei Themengebieten:

Themengebiet A: Datensozialität und Data Governance im Gesundheitswesen

PP1: Datensozialität und Data Governance im Gesundheitswesen

Betreuung: Prof. Dr. Lutz Thieme (Hochschule Koblenz) und Prof. Dr. Maria Wimmer (Universität Koblenz), Mentor: Prof. Dr. Bernhard Köppen (Universität Koblenz)

Themengebiet B: SafeKI für die klinische Entscheidungsfindung

PP2: Resilienz, Robustheit und Vertrauenswürdigkeit von KI-Systemen im Gesundheitswesen

Betreuung: Prof. Dr. Andreas Mauthe (Universität Koblenz) und Prof. Dr. Maik Kschischo (Hochschule Koblenz), Mentor: Prof. Dr. Jan Jürjens (Universität Koblenz)

PP3: Klinische Entscheidungsunterstützung mit KI-Systemen zur Erhöhung der Patientensicherheit

Betreuung: Prof. Dr. Maik Kschischo (Hochschule Koblenz) und Prof. Dr. Andreas Mauthe (Universität Koblenz), Mentor: Prof. Dr. Armin Fiedler (Hochschule Koblenz)

PP4: Sensorik und Lernverfahren in der Früherkennung von Dekubitus (Wundliegen)

Betreuung: Prof. Dr. Babette Dellen (Hochschule Koblenz), Prof. Dr. Uwe Jaekel (Hochschule Koblenz), Prof. Dr.-Ing. Dietrich Paulus (Universität Koblenz)

Themengebiet C: Drahtlose Netzwerke und Cloud-Infrastruktur im Gesundheitswesen

PP5: Vertrauenswürdige Edge Clouds im Gesundheitsbereich

Projektleitung: Prof. Dr. Jan Jürjens (Universität Koblenz) und Prof. Dr. Wolfgang Kiess (Hochschule Koblenz), Mentor: Prof. Dr. Timo Vogt (Hochschule Koblenz)

PP6: Drahtlose Vernetzung im medizinischen Kontext

Projektleitung: Prof. Dr. Wolfgang Kiess (Hochschule Koblenz) und Prof. Dr. Hannes Frey (Universität Koblenz), Mentor: Prof. Dr. Timo Vogt (Hochschule Koblenz)

Inhaltsverzeichnis

1.	Eigene Vorarbeiten und Kompetenzen	5
2.	Beschreibung des gemeinsamen Forschungsprogramms	6
2.1	Stand der Wissenschaft und Technik	6
2.2	Ziele und Inhalte des Forschungskollegs Data2Health	8
2.3	Neuheit des Lösungsansatzes	10
2.4	Darstellung des wissenschaftlich-technischen Mehrwerts	11
2.5	Darstellung der zu erwartenden Forschungsergebnisse	11
3.	Gemeinsames, strukturiertes Konzept für Rekrutierung, Betreuung und Qualifizierung der Hochschulen	12
3.1	Regelungen des Promotionsverfahrens zwischen der Universität und der Hochschule für angewandte Wissenschaften	13
3.2	Betreuungsstrukturen und Betreuungsvereinbarung	13
3.3	Individuelle Betreuung durch Betreuungsteams	13
3.4	Forschungswerkstatt	14
3.5	Darstellung des Kompetenzaufbauprogramms	14
3.6	Gleichbehandlung von Absolvent*innen der Universität und der Hochschule für angewandte Wissenschaften und Gleichberechtigte Stellung des professoralen Kollegiums in der fachlichen Gestaltung im Kolleg	16
4.	Forschungsprofile der beteiligten Hochschulen	16
4.1	Forschungsprofile und Forschungsschwerpunkte	16
4.2	Erwarteter Mehrwert des Forschungskollegs zur Stärkung der Forschungsprofile	17
5.	Nachhaltigkeit des Forschungskollegs Data2Health	18
6.	Kosten- und Finanzierungsplan	18
6.1	Kosten- und Finanzierungsplan	18
6.2	Erklärung zur Sicherstellung des Abschlusses der Promotionsvorhaben	19
7.	Unterschriften der Leitungen der beteiligten Hochschulen	21
Anlage 1.	Zitationsverzeichnis	23
Anlage 2.	Forschungsprofile der beteiligten Wissenschaftler*innen	25
Anlage 2.1	Prof. Dr. Babette Dellen	25
Anlage 2.2	Prof. Dr. Armin Fiedler	27
Anlage 2.3	Prof. Dr. Hannes Frey	29
Anlage 2.4	Prof. Dr. Uwe Jaekel	32
Anlage 2.5	Prof. Dr. Jan Jürjens	34
Anlage 2.6	Prof. Dr. Wolfgang Kiess	37
Anlage 2.7	Prof. Dr. Maik Kschischo	41

Anlage 2.8	Prof. Dr. Andreas Mauthe	44
Anlage 2.9	Prof. Dr.-Ing. Dietrich Paulus	47
Anlage 2.10	Dr. Kathrin Ruhl	50
Anlage 2.11	Prof. Dr. med. habil. Dipl. Phys. Lukas Scheef	52
Anlage 2.12	Prof. Dr. Lutz Thieme	54
Anlage 2.13	Prof. Dr. Maria A. Wimmer	56
Anlage 3.	Forschungsprofile der assoziierten Wissenschaftler*innen	59
Anlage 3.1	Dr. Serge Autexier, DFKI, Standort Bremen, DE	59
Anlage 3.2	Prof. Dr. Yannis Charalabidis, University of the Aegean, GR	61
Anlage 3.3	Dr. Benjamin Engelhardt, AbbVie Deutschland GmbH & Co. KG, Ludwigshafen	62
Anlage 3.4	Prof. Dr. Holger Fröhlich, Fraunhofer Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen	64
Anlage 3.5	Prof. Dr. Lars Michael Kristensen, University of Aarhus, DK	64
Anlage 3.6	Dr. Christoph Lange-Bever, Fraunhofer FIT & RWTH Aachen	66
Anlage 3.7	Dr. Angelos Marnierides, University of Glasgow, UK	68
Anlage 3.8	Prof. Dr. Björn Scheuermann, Humboldt-Universität zu Berlin	70
Anlage 3.9	Prof. Dr. Christof Schenkel-Häger, Marienhaus Gruppe	72
Anlage 3.10	Assist. Prof. Dr. Gabriela Viale Pereira, Donau-Univ. Krems	72
Anlage 4.	Vorhandene Grundlagen und Rahmen	75
Anlage 4.1	Verfahrensordnung zur Betreuung von Promovierenden an der Universität Koblenz-Landau (Betreuungsvereinbarung)	75
Anlage 4.2	Konformität bei der Durchführung der Promotionen laut aktueller Promotionsordnung	80
Anlage 4.3	Vorhandene Infrastruktur für Data2Health	81
Anlage 4.4	Evaluationsbogen für Promotionsveranstaltungen	82
Anlage 4.5	Promotionsordnung des Fachbereichs 4: Informatik der Universität Koblenz-Landau	84
Anlage 4.6	Kooperationsvereinbarung zur Zusammenarbeit der Uni Ko und der HS Ko im Promotionswesen	85
Anlage 5.	In den Einrichtungen betriebene oder beantragte und für Data2Health relevante Drittmittelprojekte	91
Anlage 6.	Ergänzende Beschreibung der sechs Promotionsvorhaben in Data2Health	96
Anlage 7.	Letters of intent	110

1. Eigene Vorarbeiten und Kompetenzen

Die Hochschule Koblenz (im Weiteren HS Ko) und die Universität Koblenz-Landau (im Weiteren Uni Ko) kooperieren seit vielen Jahren¹, wobei der Schwerpunkt Health Data Intelligence, insbesondere die datengetriebene IT-Unterstützung für das Gesundheitssystem, eine immer wichtigere Rolle einnimmt. Entsprechend eines gemeinsam unter dem Dach der Wirtschafts- und Wissenschaftsallianz Region Koblenz (WWA) im Jahre 2020 erarbeiteten Positionspapiers zum Thema „Health Data Intelligence“ werden derzeit an beiden Hochschulen einschlägige Professuren etabliert: am Fachbereich 4: Informatik (im Weiteren FB 4) der Uni Ko wurde eine Professur zum Thema „KI im Gesundheitswesen“ ausgeschrieben, am Fachbereich Mathematik und Technik (im Weiteren FB MuT) der Hochschule Koblenz wird derzeit zusammen mit der CompuGroup Medical (CGM) eine Tandemprofessur zum Thema „Biomedical Data Science“ besetzt.

An beiden Hochschulen arbeiten Forschende seit 2021 an Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) zur Überwindung der Covid-19-Pandemie (s. Anlage 5.). Zusätzlich haben wir umfangreiche Erfahrungen gesammelt bei der interdisziplinären Kooperation in der Medizin und Biomedizin, z.B. in Projekten zur datengetriebenen Vorhersage von Patientenrisiken, zur Datensicherheit im Gesundheitssektor und zur molekularen Krebsforschung (s. Anlage 5). Die HS Ko baut derzeit mit Unterstützung des Ministeriums für Wissenschaft und Gesundheit (MWG) einen KI-Rechencluster auf, der den besonderen Datensicherheitsanforderungen in Medizin und Biotechnologie gerecht wird. Auch bei der Betreuung kooperativer Promotionen arbeiten die am Antrag beteiligten Professuren beider Institutionen schon länger erfolgreich zusammen². Diese teilweise informelle und individuelle Zusammenarbeit soll durch dieses Kolleg intensiviert, erweitert und verstetigt werden

An der HS Ko existiert mit dem Interdisziplinären Institut für Digitalisierung (IIFD)³ ein Kompetenzzentrum auf dem Gebiet der Digitalisierung, das regionale und überregionale Unternehmen und Institutionen bei der digitalen Transformation unterstützt. Durch die im Sommer 2021 erfolgte Aufnahme von Prof. Jürjens, Prof. Wimmer und Prof. Mauthe von der Uni Ko ins IIFD wird die schon länger bestehende informelle Zusammenarbeit im Bereich der Digitalisierung weiter gestärkt. Das IIFD trägt somit zur akademischen Vernetzung in drei Dimensionen im nördlichen Rheinland-Pfalz bei: fachbereichsübergreifend (fünf Fachbereiche innerhalb der Hochschule), standortübergreifend (Standorte Remagen und Koblenz der Hochschule) sowie institutionsübergreifend (HS Ko und Uni Ko).

Beide Hochschulen arbeiten eng mit der regionalen IT-Wirtschaft zusammen. Prof. Wimmer und Prof. Kiess arbeiten im Digitalbeirat der Stadt Koblenz und im Vorstand der IT.Stadt Koblenz (Frau Wimmer als Vorsitzende) mit. Dazu gehören beispielsweise auch die Kooperationen mit der Debeka und Ifap/CGM als führenden Großunternehmen und den kleineren Unternehmen StrahlBright, damedic GmbH und Qurasoft GmbH. Das grosse Interesse der Firmen an dem Forschungskolleg wird durch die Unterstützungsschreiben („Letters of Intend“, s. Anlage 7) unterstrichen.

¹Beispiele: Koblenz Institute of Advanced Ceramic Material Properties Studies (CerMaProS, ein gemeinsames Forschungskolleg im Bereich Keramik); Gemeinsames Hochschulrechenzentrum Koblenz (GHRKO)

²Z.B.: Prof. Neeb & Prof. Paulus, Prof. Frey & Prof. Kiess, Prof. Jürjens & Prof. Kiess

³Dzt. sind 21 Professores aus den FBen Ingenieurwesen, Mathematik und Technik, Sozialwissenschaften, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, sowie Wirtschaftswissenschaften der HS Ko Mitglied im IIFD. Durch eine Änderung der Institutsordnung steht das IIFD auch Professores anderer Hochschulen der Region offen.

Das Forschungskolleg verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz (siehe Abschnitt 2) zur vertrauenswürdigen Übertragung, Bereitstellung und Analyse von Gesundheitsdaten. Dazu werden Kompetenzen aus den technischen Bereichen drahtlose Kommunikation und Cloud Computing (Frey, Jürjens, Kiess, Vogt), Biomedical Data Science und KI (Fiedler, Jaekel, Kschischo), IT-Sicherheit, Robustheit und Resilienz (Jürjens und Mauthe) und Computer Vision (Dellen und Paulus) mit sozialwissenschaftlichen Kompetenzen zur Datensozialität und Data Governance (Köppen, Thieme und Wimmer) verknüpft (siehe Anlage 2). Die Kompetenzen sind durch insgesamt über 1000 Publikationen und 40 Patente mit insgesamt ca. 30 000 Zitationen belegt (Quelle: Google Scholar).

Durch die Einbindung der Mediziner Christof Schenkel-Häger (auch als Fellow) und Lukas Scheef wird das notwendige medizinische Expertenwissen eingebracht. Das medizinische und medizininformatische Domänenwissen wird auch durch die Kooperation mit der Marienhaus-Gruppe, der Firma StrahBright und der Ifap/CGM gestärkt.

Um das in Abschnitt 3 dargestellte Betreuungskonzept für die Promovierenden in hoher Qualität umzusetzen, werden diese Kompetenzen durch die Einbindung eines Teams von Fellows gestärkt. Die Fellows erweitern das Kompetenzprofil im Forschungskolleg und bieten neben den beteiligten Professuren für die jungen Wissenschaftler*innen einen Einstiegspunkt in die internationalen wissenschaftlichen Netzwerke. Dieses Team setzt sich aus Expertinnen und Experten aus der Wirtschaft und Wissenschaft zusammen:

1. Dr. Serge Autexier, Leiter des Bremen Ambient Assisted Living Lab, DFKI, Standort Bremen: KI, interaktives Beweisen, Software Engineering, AAL, KI in eHealth
2. Prof. Yannis Charalabidis, PhD, University of the Aegean, GR: Digital Transformation and Interoperability, Innovation and Entrepreneurship, Digital Governance
3. Prof. Lars Michael Kristensen, PhD, Western Norway University of Applied Sciences, Bergen, NO: Internetprotokolle, mobile & ad-hoc Netzwerke, Sensornetzwerke
4. Dr. Christoph Lange-Bever, Fraunhofer FIT und RWTH Aachen: Knowledge Engineering mit Semantic Web, Datenarchitekturen, Informationssysteme
5. Dr. Angelos Marnierides, Senior Lecturer, University of Glasgow, UK: Resilience Methods, AI Resilience
6. Prof. Dr. Björn Scheuermann, TU Darmstadt: Internet und Gesellschaft, IT-Sicherheit, Mobile und dezentrale Netzwerke, Contact-Tracing zur Bekämpfung von COVID-19
7. Assist. Prof. Dr. Gabriela Viale Pereira, Donau-Universität Krems, Österreich: Digitale Transformation und IKT-bezogene digitale Governance.
8. Prof. Dr. Christof Schenkel-Häger, Leiter Medizin- und Risikomanagement, Marienhaus Kliniken GmbH / Region Nord
9. Prof. Dr. Holger Fröhlich, Gruppenleiter AI & Data Science, Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI.
10. Dr. Benjamin Engelhardt, Associate Director (Pharmacometrics), AbbVie Deutschland GmbH & Co. KG.

Die Fellows werden beispielsweise als externe Gutachter*innen in Promotionsvorhaben, als Sprecher*innen bei Summer Schools, Gastwissenschaftler*innen, Mentor*innen für Promovierende (auch digital) und bei Doktorandenkolloquien & fachlichen Workshops (auch digital) eingebunden.

2. Beschreibung des gemeinsamen Forschungsprogramms

2.1 Stand der Wissenschaft und Technik

Themengebiet A: Datensozialität und Data Governance im Gesundheitswesen

Innovatives Gesundheitswesen basiert auf datenintensiven, intelligenten Systemen – d.h. IT-Infrastrukturen, intelligente Algorithmen und Daten –, welche innovative Technologien wie KI, Big Data Analytics, Augmented und Virtual Reality, KI-basierte Bildverarbeitung udgl. einsetzen, um für die Patient*innen einen Mehrwert und höhere Qualität in der Gesundheitsversorgung zu schaffen. Gleichzeitig unterliegen Gesundheitsdaten strengen datenschutzrechtlichen Regelungen der DSGVO. Die Nutzung und Weiterverwendung von Gesundheitsdaten in vernetzten Gesundheitsstrukturen – als gemeinsames Gut gemäß dem Verständnis von Daten als Boundary Objects [11.] – erfordern daher geeignete Data Governance Strukturen (vgl. etwa [15.]), um Rechtskonformität sicherzustellen und eine entsprechende Nutzung nach sozialen Aneignungsprozessen sicher zu stellen. Als organisationale und soziale Grundlage und als Querschnittsthema gilt es daher, vertrauensbildende Governance Strukturen in interagierenden Gesundheitsökosystemen zu untersuchen, ein Konzept für Data Governance zu erarbeiten, welches eine breite Akzeptanz datengetriebener und KI-basierter innovativer Gesundheitssysteme gewährleistet sowie soziale Aneignungsprozesse zu initiieren, die eine sachgerechte Verwendung der neuen Infrastruktur unterstützen.

Themengebiet B: SafeKI für die klinische Entscheidungsfindung

Die KI-basierte klinische Entscheidungsunterstützung beruht auf der Auswertung von Patientendaten (Patientenakten, Laborwerte, Medikationen, aber auch Kamera- und Sensordaten), um datengetrieben optimale therapeutische Interventionen vorzuschlagen [14., 17.]. Ein wichtiges Anwendungsgebiet ist die frühe Erkennung und Vorhersage an sich vermeidbarer schwerer Patientenschäden (z.B. Sepsis, Dekubitus, Nierenversagen, etc.), die aber im ambulanten, klinischen oder pflegerischen Bereich unter Bedingungen des Personalmangels und hoher Arbeitsintensität oftmals übersehen werden [12.]. Hemmnisse für den Einsatz von KI- und Machine-Learning-Modellen sind u.a. das Fehlen einer hinreichend informativen und umfangreichen Datenbasis und einer mangelnden Vertrauenswürdigkeit der Vorhersagesysteme. KI-Systeme für die Regelung oder zur Entscheidungsfindung können durch Manipulationen und Angriffe, z.B. Adversarial Attacks, geschädigt werden. Dadurch kann es zu tendenziösen, nicht mit Vorgaben übereinstimmenden, oder inkorrekten Resultaten, sogar mit an sich resilienten Verfahren [5.], kommen [10.]. In Medizinsystemen wird KI seltener eingesetzt [9.], auch wegen ungenügender Interpretierbarkeit, Transferierbarkeit, Invarianz und Robustheit. Erste Ansätze für deren Verbesserung wurden allerdings schon von [7.] demonstriert.

Themengebiet C: Drahtlose Netzwerke und Cloud-Infrastruktur für das Gesundheitswesen

Integrierte Datenarchitekturen und Cloud/Edge Kontinuum für intelligente Medizin: Die Klinik von morgen wird aus Sicherheits-, Effizienz- und Latenzgründen auf eine Edge-Computing-Infrastruktur angewiesen sein, um datengesteuerte Technologien optimal nutzen zu können [8., 7.]. Durch das Sammeln der Daten von Sensoren und Gateways entstehen lokale Daten-Hubs, wodurch die Qualität der gesammelten Daten verbessert wird, indem die Analysen an dem Ort der gesammelten Daten durchgeführt werden. Dabei unterstützen Ansätze für die sichere und vertrauenswürdige Übertragung sensibler Daten zwischen den beteiligten Unternehmen und Institutionen für die benötigte verteilte Datenanalyse, wie beispielsweise der Ansatz „International Data Spaces“ [1., 6.] (mit Instanziierung „Medical Data Space“) und Gaia-X.

Drahtlose Vernetzung im medizinischen Kontext: Bei der drahtlosen Vernetzung von Kliniken dominiert heute Wifi, erste 5G Netze werden aber etabliert[13.]. Wir erwarten das solche drahtlosen Netze in Zukunft als (6G) „Multinetz“ ausgelegt werden. Die Drahtlostechnologien werden dabei nicht separat, sondern koordiniert und gemeinsam betrieben. Ein solches Zusammenspiel von Drahtlostechnologien kann 1) durch Kombination auf Ebene der Radioprotokolle, 2) oberhalb von IP durch Multipath-Protokolle wie MPTCP oder 3) für Zellfunk durch spezielle Gateways zwischen Radio und 3GPP Core erfolgen. Ansätze 1) und 2) scheiden aufgrund zu hohen Standardisierungsaufwands bzw. zu geringer Kontrolle über die Pfade aus. Ansatz 3) existiert bisher nur für WiFi und viele relevante Dienste wie mobility management sind nicht übergreifend vorhanden. Dieser Ansatz soll deswegen für weitere Drahtlostechnologien sowie die speziellen Anforderungen aus der Klinik erweitert werden. Ein Fokus ist dabei die Positionierung von Geräten, Sensoren und Datenquellen in Kliniken, um die Vertrauenswürdigkeit der gewonnenen Daten zu erhöhen. Bestehende Ansätze zur Positionierung erlauben es die Signalstärke zu nutzen, um die Topologie zu ermitteln [4.], oder via 5G Gerätepositionen mit Genauigkeiten von wenigen 10cm zu ermitteln [3.] und auch für Wifi existiert eine Vielzahl von Positionierungslösungen [16.]. Was fehlt ist eine integrierte, kombinierte Lösung für Multinetze mit einem Fokus auf die Erhöhung der Vertrauenswürdigkeit.

2.2 Ziele und Inhalte des Forschungskollegs Data2Health

Das Forschungskolleg Data2Health zielt auf die Erforschung datengetriebener Systeme, um bessere und frühzeitigere medizinische Entscheidungen für optimale Therapien und eine erhöhte Patientensicherheit zu ermöglichen. Die dabei notwendige Sammlung, Speicherung, Übertragung und Analyse patientenbezogener Daten erfordert *vertrauenswürdige* IT-Systeme. Deren Konzeption, Design und Implementierung möchten wir in diesem Kolleg durch einen ganzheitlichen Ansatz mit sechs kooperativen Promotionsarbeiten (PP1-6) in drei Themengebieten untersuchen (s. Anlage 6 für weitere Details).

Themengebiet A: Datensozialität und Data Governance im Gesundheitswesen

PP1: Datensozialität und Data Governance

In diesem Themengebiet werden die organisationale und soziale Komponente eines vertrauenswürdigen datengetriebenen Gesundheitsökosystems sowie die darin stattfindenden Aneignungsprozesse untersucht. Innovative Technologien wie KI und Big Data, intelligente Algorithmen und Daten werden dabei als Infrastrukturen mit „sozialer Wechselwirkung“ verstanden. Datensozialität und Data Governance Strukturen sollen zur Stärkung von Akzeptanz und Vertrauen sowie zur Sicherstellung von Rechtskonformität von digitalen Gesundheitsdiensten beitragen:

Ziel 1: Welche Charakteristika weisen Daten, die in digitalen Gesundheitslösungen erhoben, gespeichert und ausgewertet werden, auf und welche Handlungstheorien bieten Erklärmodelle für zugrundeliegende Datensozialität?

Ziel 2: Welche Data Governance Strukturen sind erforderlich, um im smarten Gesundheitswesen effektiv zusammenarbeiten zu können, und dabei vertrauenswürdige KI-basierte innovative Technologien einzusetzen, welche den hohen Ansprüchen des Datenschutzes genügen?

Themengebiet B: SafeKI für die klinische Entscheidungsfindung

In diesem Themengebiet wird die Entwicklung robuster, resilienter, sicherer und vertrauenswürdiger KI (SafeKI) grundlegend (PP2) und in Kombination mit zwei konkreten Anwendungssystemen (PP3,4) untersucht.

PP2: Resilienz, Robustheit und Vertrauenswürdigkeit von KI-Systemen im Gesundheitswesen

KI-Verfahren und -Systeme müssen für ihren Einsatz im Gesundheitswesen sicher und resilient sein. In unterschiedlichen Bereichen ist es zu Angriffen (s.g. Adversarial Attacks) gekommen. Durch diese Angriffe kann es zu tendenziösen, nicht mit Vorgaben übereinstimmenden, oder inkorrekten Resultaten kommen. Daher soll grundlegend erforscht werden, wie KI-Systeme im Gesundheitswesen sicher gestaltet werden können:

Ziel 1: Wie können KI-Verfahren im medizinischen Einsatz vor Angriffen und Manipulationsversuchen geschützt werden?

Ziel 2: Wie können KI-basierte medizinische Vorhersagesysteme geschützt werden?

Ziel 3: Wie können Nutzer und deren Domänenwissen eingesetzt werden, um die Resilienz eines solchen Vorhersagesystems zu verbessern?

PP3: Klinische Entscheidungsunterstützung zur Erhöhung der Patientensicherheit mit KI-Systemen

In Krankenhäusern treten immer wieder unerwartete Komplikationen auf, die mit schweren gesundheitlichen Schäden bis hin zum Tod verbunden sind. Zwei Beispiele unter vielen sind Nierenversagen oder Sepsis. Frühe Anzeichen werden im Klinikalltag unter hohem Arbeits- und Kostendruck manchmal übersehen, was zu vermeidbaren Patientenschäden führen kann [2., 12.]. Zur Erreichung der Ziele arbeiten wir sowohl mit öffentlich verfügbaren Daten als auch mit den Marienhaus-Kliniken (www.marienhaus.de) an der Beantwortung ff. Forschungsfragen:

Ziel 1: Können Schwerstschadenereignisse aus Patientendaten im Krankenhaus mit KI-Methoden vorhergesagt werden?

Ziel 2: Wie können medizinisches Vorwissen und vortrainierte Modelle integriert werden?

Ziel 3: Wie kann ein solches Vorhersagesystem interpretierbar, sicher, resilient und robust gestaltet werden?

PP4: Sensorik und Lernverfahren in der Früherkennung von Dekubitus (Wundliegen)

Ein Dekubitus tritt bei pflegebedürftigen Personen durch diverse intrinsische und extrinsische Faktoren auf. Eine frühe Erkennung von Risiken durch die Verarbeitung von Kamera- und Sensordaten und eine KI-basierte Warnung für das Pflegepersonal kann potentiell zur Vermeidung solcher schweren Schäden beitragen.

Ziel 1: Kann ein Kamerasystem in Kombination mit einem neuen KI-Vorhersagemodell Aufliegeereignisse frühzeitig vorhersagen?

Ziel 2: Wie können geeignete Daten für das Training des KI-Vorhersagemodells generiert werden?

Ziel 3: Kann das Vorhersagesystem in einem verlässlichen Edge-Computing-Ansatz realisiert werden?

Themengebiet C: Drahtlose Netzwerke und Cloud-Infrastruktur im Gesundheitswesen

In diesem Themengebiet geht es um die vertrauenswürdige Übertragung, Speicherung und Verfügbarmachung von Gesundheitsdaten im Kontext des Themengebiets B.

PP5: Vertrauenswürdige Edge Clouds im Gesundheitsbereich

Ziel dieses PPs ist es, die Klinik von morgen zu unterstützen, die aus Sicherheits-, Effizienz- und Latenzgründen auf eine Edge-Computing-Infrastruktur angewiesen sein wird, um datengesteuerte Technologien optimal nutzen zu können. Daraus ergeben sich die folgenden konkreten technischen Ziele:

Ziel 1: Um die entstehenden Daten-Hubs mittels Edge-Computing zu nutzen, werden die Daten auf lokale Sensoren und Gateways für das IoT übertragen. Damit kann die Qualität der gesammelten Daten verbessert werden, indem die Analysen an dem Ort durchgeführt werden, an dem die Daten gesammelt werden.

Ziel 2: Dabei unterstützen Ansätze für die sichere und vertrauenswürdige Übertragung sensibler Daten zwischen den beteiligten Unternehmen und Institutionen die benötigte verteilte Datenanalyse, wie beispielsweise der Ansatz „International Data Spaces“ [1., 6.] (mit Instanziierung „Medical Data Space“) und Gaia-X.

PP6: Drahtlose Vernetzung im medizinischen Kontext

PP6 strebt die Entwicklung des Multinetz-Paradigmas für Kliniken an und soll Vorteile des Paradigmas für medizinische Zwecke nutzbar machen.

Ziel 1: Wie werden die Datenströme wichtiger Geräte oder Sensoren (z.B. solcher aus PP4) im Multinetz gesteuert und parallel sowie koordiniert über verschiedene Drahtlostechnologien angebunden, um deren Verfügbarkeit zu erhöhen?

Ziel 2: Wie lassen sich medizinisch relevante Zusatzinformationen zur Erhöhung des Vertrauens in die Daten aus der Orchestrierung der drahtlosen Technologien ableiten, etwa durch eine Zuordnung von Vitalparametern von mobilen Sensoren zu Patienten?

Interaktion der Promotionsprojekte:

Das Promotionsprojekt **PP2** untersucht grundsätzliche methodische Aspekte vertrauenswürdiger KI-Systeme für die klinische Entscheidungsunterstützung. Diese Methodiken werden in den konkreten Anwendungen der Teilprojekte **PP3** und **PP4** erprobt und die Erfahrungen werden dann in das **PP3** zurückgekoppelt. Ebenso kommen die in **PP5** entwickelten Edge-Clouds sowie die Ansätze zur Vernetzung in **PP6** den Mehrwertdiensten von **PP3** und **PP4** zugute, wobei die Erfahrungen in den konkreten Anwendungen wieder zurückfließen. Das **PP1** adressiert grundlegende Fragen, wie Daten erhoben, geteilt und im sozialen Kontext verarbeitet werden. Diese Erkenntnisse fließen in alle anderen Teilprojekte ein.

2.3 Neuheit des Lösungsansatzes

Data2Health integriert in einzigartiger Weise drei komplementäre Themenbereiche, welche alle für eine datengetriebene Unterstützung medizinischer und gesundheitlicher Tätigkeiten notwendig sind. Einzigartig ist, dass die *Vertrauenswürdigkeit* von vornherein mitgedacht wird, sowohl bei der Erfassung, Übertragung und Verfügbarkeit von Daten (Themenbereich C) als auch der KI-gestützten Analyse von Daten (Themenbereich B). Diese beiden technischen Themenbereiche profitieren von der sozialwissenschaftlichen und verwaltungsinformatischen Forschung zur Einbindung von Regeln in vernetzten Datenarchitekturen (Data Governance) und sozialen Praktiken (Datensozialität) bei der Arbeit mit Gesundheitsdaten (Themenbereich A).

2.4 Darstellung des wissenschaftlich-technischen Mehrwerts

Die Analyse von Gesundheitsdaten ist technisch und gesellschaftlich eine enorme Herausforderung. Den vor allem in der Bundesrepublik existierenden starke Bedenken bzgl. Sammlung und Auswertung von Daten steht der enorme erwartete Nutzen für bessere Patientenversorgung und effiziente Nutzung der knappen Ressourcen im Gesundheitssystem gegenüber. Die Forschungsergebnisse werden in grundlegender und konkreter Weise ein Verständnis erzeugen, wie eine verlässliche Nutzung von Gesundheitsdaten realisiert werden kann, wie neue technische Lösungen für moderne KI-Systeme und smarte Netzwerke sicher, robust und resilient gestaltet werden können, und wie diese Lösungen in das regulatorische, organisatorische und soziale Umfeld eingebettet werden können.

2.5 Darstellung der zu erwartenden Forschungsergebnisse

PP1: Datensozialität und Data Governance

Ergebnis 1: Systematische Aufbereitung von Charakteristika von Daten in digitalen Gesundheitssystemen

Ergebnis 2: Erklärmodelle zur Datensozialität basierend auf Handlungstheorien

Ergebnis 3: Konzept für eine vertrauenswürdige Data Governance Struktur in einem digitalisierten Gesundheitsökosystem

PP2: Resilienz, Robustheit und Vertrauenswürdigkeit von KI-Systemen im Gesundheitswesen

Ergebnis 1: Neues methodisches Wissen, wie KI-Verfahren im medizinischen Einsatz vor Angriffen und Manipulationen geschützt werden können

Ergebnis 2: Neue Methoden und Konzepte zum Schutz KI-basierter Vorhersagesysteme

Ergebnis 3: Neue Methoden und Konzepte zum Einsatz von Nutzer- und Domänenwissen für eine erhöhte Resilienz von Vorhersagesystemen

PP3: Klinische Entscheidungsunterstützung zur Erhöhung der Patientensicherheit mit KI-Systemen

Ergebnis 1: Ein Machine Learning Modell zur Vorhersage von Schwerstschadenereignissen aus Patientenakten inkl. erster Validierung und Tests.

Ergebnis 2: Ein methodischer Ansatz, wie medizinisches Vorwissen in so ein Vorhersagemodell integriert werden kann und erste Tests

Ergebnis 3: Tests und algorithmische Maßnahmen, um das KI-Modell robust, resilient und sicher gegen verschiedene Verzerrungen und auch Angriffe zu machen

PP4: Sensorik und Lernverfahren in der Früherkennung von Dekubitus (Wundliegen)

Ergebnis 1: Ein Prototyp eines Kamerasystems mit integrierter KI-Vorhersage von Dekubitus und dessen erste Evaluierung

Ergebnis 2: Erstellung eines Datensatzes zum Training des KI-Vorhersagemodells mittels Transfer-Learning und Generative Adversarial Networks (GANs) auf Basis klinischer Daten.

Ergebnis 3: Implementierung des Vorhersagesystems mittels Edge-Computing

PP5: Vertrauenswürdige Edge Clouds im Gesundheitsbereich

Ergebnis 1: Architektur, um die Übertragung der Daten auf lokale Sensoren und Gateways für das IoT zu unterstützen, damit die Analysen an dem Ort durchgeführt werden, an dem die Daten gesammelt werden.

Ergebnis 2: Architektur für sichere und vertrauenswürdige Übertragung sensibler Daten zwischen Unternehmen und Institutionen für verteilte Datenanalyse.

PP6: Drahtlose Vernetzung im medizinischen Kontext

Ergebnis 1: Entwicklung der Methoden um die Übertragungsanforderungen der PP3-5 in einem in einer Klinik eingesetzten Multinetz effizient zu unterstützen

Ergebnis 2: Neue Methoden zur Ableitung relevanter Aussagen über die Position von Sensoren etc. im Multinetz, um z.B. gewonnenen Daten den die Sensoren tragenden Personen zuordnen zu können

Ergebnis 3: Ausbau des 5G Campus Netz der HS Ko zum Multinetz-Testbett für den klinischen Kontext und proof-of-concept-Umsetzung von Ergebnis 1+2

3. Gemeinsames, strukturiertes Konzept für Rekrutierung, Betreuung und Qualifizierung der Hochschulen

Das kooperative, interdisziplinäre und international ausgerichtete Promotionskolleg Data2Health hat eine Laufzeit von drei Jahren. Den Kern des Kollegs bilden sechs über Mitarbeiterstellen (jeweils 1,0 TV-L E13) finanzierte Doktorand*innen, deren Promotionsthemen in den Promotionsprojekten PP1-PP6 (s. Abschnitt 2. und Anlage 6.) beschrieben sind. Jeweils 50 % der sechs Stellen werden durch das Promotionskolleg finanziert. Die andere Hälfte wird aus vorhandenen Landes- und Projektmitteln beider Hochschulen je zur Hälfte beigesteuert. Sie sind zu gleichen Teilen an der Uni Ko und der HS Ko angesiedelt. Zusätzlich werden mindestens fünf weitere Doktorand*innen aus anderen Finanzierungskontexten als assoziierte Promovierende aufgenommen, die bereits im Themenbereich Data2Health arbeiten. Diese können dadurch am Kompetenzaufbauprogramm des Kollegs partizipieren und sich fachlich mit den Kollegiat*innen austauschen. Aufgrund der internationalen Ausrichtung des Kollegs variiert die Sprache der Kommunikation zwischen Englisch und Deutsch.

Die Koordination der nachfolgend beschriebenen Unterstützungsmaßnahmen wird zentral über den FB 4 der Uni Ko gesteuert und erfolgt in Kooperation mit dem Interdisziplinären Promotions- und Postdoczentrum (IPZ) der Uni Ko und dem Graduiertenzentrum der HS Ko. Die beiden Nachwuchsfördereinrichtungen kooperieren seit Jahren miteinander. Ein Leitungsgremium berät regelmäßig über anstehende Aufgaben und versucht unerwartete Probleme und Konflikte zu lösen. Dieses besteht aus der Leiterin des IPZ der Uni Ko, Frau Dr. Ruhl, der Leiterin des Graduiertenzentrums der HS Ko, Dr. Beate Feuchte sowie Prof. Dr. Maik Kschischo und Prof. Dr. Maria A. Wimmer als federführende Professori*nnen.

Für erste Stellen im Promotionskolleg Data2Health sind bereits die Kandidat*innen der geplanten Promotionsstellen ausgewählt und die Themen zwischen den betreuenden Professuren an Universität und Hochschule abgestimmt (s. Anlage 6.). Für die weiteren Stellen wird eine gemeinsame strukturierte Rekrutierung gewährleistet, indem u.a. die Ausschreibung der Doktorandenstellen durch ein Team der am Promotionskolleg beteiligten Professores erfolgt. Zur Bewerbung werden die Stellenportale der beiden Hochschulen und der Partneruniversitäten im Ausland genutzt. Ebenso werden die E-Mail-Verteiler der jeweiligen wissenschaftlichen Communities der Professuren bedient. Die Studierenden der Masterstudiengänge "Informatik", "Computervisualisitik", "Wirtschaftsinformatik", "Web and