

Ein lernendes, interoperables und smartes Expertensystem plus: Translation und Kommunikation (ELISEplus)

Förderkennzeichen: 2524DAT66A und 2524DAT66B

Sachbericht (Anlagen separat)

Berichtszeitraum: 01.10.2024 – 30.06.2025

Version: 1.0

Erstellungsdatum: 12.12.2025



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Gesundheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektleitung:

PD Dr. Thomas Jack

Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin der Medizinischen Hochschule Hannover

Prof. Dr. Antje Wulff

Big Data in der Medizin, Department für Versorgungsforschung, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Projektmitarbeitende Institutionen:

Prof. Dr. André Karch

Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin, Universität Münster

Prof. Dr. Dr. Michael Marschollek

Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover

Projektmitarbeitende Industriekooperationspartner:

Torsten Frank (GF)

medisite GmbH

Mathias Benzon

IMESO IT GmbH

INHALT

1	TITEL UND VERANTWORTLICHE	4
2	VORWEGGESTELLTE KURZE ZUSAMMENFASSUNG.....	5
3	EINLEITUNG	6
4	ERHEBUNGS- UND AUSWERTUNGSMETHODIK.....	8
5	DURCHFÜHRUNG, ARBEITS- UND ZEITPLAN	9
6	ERGEBNISSE	10
7	GENDER MAINSTREAMING ASPEKTE	18
8	DISKUSSION DER ERGEBNISSE, GESAMTBEURTEILUNG	19
9	VERWERTUNG DER PROJEKTERGEBNISSE	21
10	VERBREITUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT DER PROJEKTERGEBNISSE	22
11	ANLAGEN	24

1 Titel und Verantwortliche

Titel des Projekts: Ein Lernendes und Interoperables, Smartes Expertensystem für die pädiatrische Intensivmedizin (ELISE)

Förderkennzeichen: 2524DAT66A

Leitung: PD Dr. Thomas Jack

Laufzeit: 01.10.2024 – 12.02.2025, kostenneutral verlängert bis 30.06.2025

Fördersumme: 70.006,00 €

Bericht vom 30.06.2025

Projektmitarbeitende:

Pädiatrische Kardiologie und Intensivmedizin der Medizinischen Hochschule Hannover und Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Medizinischen Hochschule Hannover und TU Braunschweig

PD Dr. med. habil. Thomas Jack (Projektleitung)

Telefon 05115329041

Email jack.thomas@mh-hannover.de

Dr. Henning Rathert

Telefon -

Email rathert.henning@mh-hannover.de

Louisa Bode

Telefon 05115325291

Email louisa.bode@plri.de

Marcel Mast

Telefon 051153235080

Email marcel.mast@plri.de

Big Data in der Medizin, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Prof. Dr. Antje Wulff (Projektleitung)

Telefon 04417982203

Email antje.wulff@uol.de

Pascal Biermann

Telefon 04417982864

Email pascal.biermann@uol.de

2 Vorweggestellte kurze Zusammenfassung

Die während der Förderung zu erreichenden Ziele konnten weit überwiegend erreicht werden oder stehen kurz vor der Vollendung. Ermöglicht wurde dies trotz der extrem kurzen Förderperiode durch den Kontinuitätserhalt des Teams, welches ermöglichte, alle Mitarbeitende bereits zum Projektstart (wie vereinbart/zugesichert) sofort in den verschiedenen Arbeitspaketen einzusetzen.

Ein erstes Modell konnte mit dem neuen Industriekooperationspartner IMESO in die Real Time Umgebung des Herstellers implementiert werden. In ersten Schritten wurde die notwendige hochauflösende Datenmatrix aus anonymisierten Verlaufsdaten von Patientinnen und Patienten des ELISE Datensatzes in das notwendige Format transformiert und in das Patientendatenmanagementsystem (PDMS) importiert. Anschließend konnten gezeigt werden, dass die Daten in der PDMS Umgebung des neuen Herstellers sowohl visualisierbar und weiterverwertbar im Sinne der Nutzung für das besagte CDSS (zur Detektion des akuten Nierenversagens im Kindesalter nach KDIGO-Kriterien) sind.

Der Datensatz wurde für die angestrebte Publikation noch weiterentwickelt, u.a. mit ergänzenden Datenmodalitäten (unter anderen hochauflösende radiologische Bilddaten), und die daran geknüpften notwendigen neuen Anonymisierungsschritte konnten abgeschlossen werden. Daran gebunden war eine weitere Datenzugriffsvereinbarung und eine neu einzuholende generelle Erlaubnis den Datensatz in der angestrebten Weise zu publizieren (im Dezember 2025 abgeschlossen). Das zugehörige Manuskript ist aufbereitet und mit dem Erhalt des Konsensus aller Inhalte durch alle Beteiligten planen wir die Einreichung für Januar/Februar 2026.

Veränderungen haben sich ergeben im Einsatz der gewährten Mittel. Die in AP 3 (Optimierung der Datenqualität in der PDMS-Dokumentation) gewährten Sachmittel wurden nicht in Anspruch genommen. Dies hatte den Grund, dass der Industriekooperationspartner diese Aufgaben nicht im anberaumten Zeitrahmen hätte beginnen können. Stattdessen konnten die Ziele der Etablierung neuer Scores im Real Life Betrieb des PDMS unter Einbeziehung der MHH internen Systembetreuer auch ohne die Unterstützung durch die medisite GmbH erreicht werden.

Darüber hinaus wurden aufgrund der Verzögerung der Mittelbereitstellung nicht alle Personalmittel ausgeschöpft, da der erste Mittelabruf erst einige Wochen nach Beginn der vereinbarten Förderperiode möglich wurde.

In der Folge der Förderperiode wurde das bereits verstetigte Team für den Fördergeber kostenneutral weiter verstärkt und die Arbeiten an den verschiedenen Themenbereichen (insbesondere dem Data Explorer) kontinuierlich fortgesetzt.

3 Einleitung

In dem vom Bundesministerium für Gesundheit geförderten und mit dem niedersächsischen Gesundheitspreis ausgezeichneten Forschungsprojekt ELISE – Ein Lernendes und Interoperables, Smartes Expertensystem für die pädiatrische Intensivmedizin haben wir uns verschiedenen Problemstellungen gewidmet und (i) digitale Verfahren entwickelt, um heterogene klinische Routinedaten aus den proprietären medizinischen Produktsystemen, wie z. B. dem Patientendatenmanagementsystem einer Kinderintensivstation, zu extrahieren und (ii) diese in internationale Repräsentationsstandards zu überführen, um sie interoperabel und wissenschaftlich nutzbar zu machen (Sekundärdatennutzung). Dass die aufwendige, automatisierte Transformation solcher komplexen, kontinuierlich erzeugten und verteilt vorliegenden Datenstrukturen ("Big Data") an einem Standort ohne Qualitätsverlust möglich ist, konnten wir bereits zeigen [PMID:36630987]. Auf Basis dieser Daten konnten wir weiterhin durch die (iii) Konzeption wissensbasierter Algorithmen der Künstlichen Intelligenz (KI), der Implementierung als Demonstrator eines Entscheidungsunterstützungssystems (Clinical Decision Support Systems) sowie aufwändiger Evaluierungen aufzeigen, dass medizinische Entscheidungsfindungsprozesse im komplexen, zeitkritischen und risikoreichen Umfeld der Intensivmedizin durch digitale und datengetriebene Ansätze unterstützt werden können und die gewonnenen Daten auch für die Entwicklung hochkomplexer Prädiktionsmodelle geeignet sind. Nach der initialen Entwicklung der Verfahren zur standardisierten Datenextraktion und -transformation können diese nun (iv) prospektiv und retrospektiv auf die im Versorgungsverlauf neu entstehenden großen Datenbestände angewendet werden, um eine kontinuierlich wachsende standardisierte Datenbasis zu schaffen. Diese ermöglicht es erstmals, auch datengetriebene Methoden des maschinellen Lernens auf Realdaten anzuwenden, um zukünftig neue Zusammenhänge zu erkennen und einen medizinischen Erkenntnisgewinn zu generieren. Derzeit arbeiten wir darüber hinaus an der Erstellung und Veröffentlichung eines öffentlichen, anonymisierten Datensatzes in Analogie zu existierenden Datensätzen der Erwachsenenintensivmedizin (MIMIC). Dies soll der Translation der aufgezeigten neuen Möglichkeiten der von uns prozessierten Datenrepräsentation in die wissenschaftliche Community den Weg bereiten und auch den möglichen Erkenntnisgewinn beschleunigen. Im Rahmen von ELISEplus waren nun weitere, darüber hinaus gehende konsequente Schritte notwendig, um einen konstanten Nutzen der Resultate zu generieren und die Translation auf verschiedenen Ebenen zu garantieren. Dazu gehörte unter anderem die Fortsetzung der engen Zusammenarbeit mit dem Industriekooperationspartner medisite und auch, um die Translation möglichst breit gefächert aufzustellen, das Hinzuziehen neuer Industriekooperationspartner. Im Rahmen der Arbeiten hin zu einer MPG zertifizierten Umsetzung der entwickelten Prädiktions- und Labelingmodelle sollte im nächsten Schritt das Sepsis-Prädiktionsmodell in eine simulierte Real-Time Umgebung überführt werden, um die Ergebnisse der Anwendung mit denen der ELISE-AP4 Studie zu vergleichen. Dies würde wegbereitend die Möglichkeit der Umsetzung in verschiedene PDMS erleichtern, da durch diese Arbeiten der relevante problembelastete Umsetzungsprozess von einem retrospektiven Datensatzmodell hin zu einer Real-Time Anwendung bereits teilentzerrt wäre und die spätere Umsetzung in ein MPG-zertifiziertes Produkt für die PDMS-Herstellerfirmen sich als weniger risikobelastet darstellen würde. Damit tragen wir zur Steigerung der möglichen Nachhaltigkeit unsere in ELISE geleisteten Arbeiten bei. Ebenfalls umfasste ELISEplus, wie oben bereits erwähnt, die Vorbereitung der Translation auch an weitere Hersteller und Standorte, um die universelle Anwendbarkeit der entwickelten Verfahren zu untersuchen.

Ganz konkret sollte die Übertragbarkeit der ELISE-Datenextraktionsmodelle und datengetriebenen Anwendungen an den Standort Universitätsmedizin Oldenburg mit einem Patientendatenmanagementsystems eines anderen Herstellers (Philips) eruiert werden. Im Weiteren sollten in ELISEplus die im Verlauf von ELISE identifizierten Defizite in der Erhebungsqualität wichtiger Daten des Intensivverlaufes im Vorfeld der Translation behoben werden. Zu nennen sind hierbei vor allem die Defizite in der standardisierten Dokumentation des Aufnahmestatus des Patienten und der Patientinnen und die neurologische Beurteilung über die Zeit des Intensivaufenthaltes. Diese angestrebte Intervention durch die beantragte Projektförderung trägt zusätzlich zum wissenschaftlichen Nutzen auch direkt zur Verbesserung der klinischen Versorgung bei. Damit ergaben sich vier Projektpfade im Hinblick auf die Translation und Kommunikation (siehe Kapitel 2). Aufgrund der eingehenden Vorarbeiten und der hohen Expertise des fortbestehenden Konsortiums waren diese auch vor dem Hintergrund der kurzen avisierten Projektförderphase von sieben Monaten gut realisierbar. Diese Arbeit tragen damit nach unserer Einschätzung nicht nur zur Nachhaltigkeit der Vorarbeiten bei, sondern sind gleichzeitig wegbereitend für weitere große Aufgaben im Rahmen potenzieller, sich anschließender Forschungsprojekte.

4 Erhebungs- und Auswertungsmethodik

Die im Projektplan und im Zuwendungsbescheid benannten Hauptziele des Projekts sind wie folgt formuliert:

- **Ziel 1:** Das Entscheidungsunterstützungssystem von ELISE derart anzupassen, dass es kompatibel mit PDMS anderer Hersteller und so leichter skalierbar wird.
- **Ziel 2:** Das Vorhersagemodell soll in einer simulierten Echtzeit-Umgebung mit ca. 500 Patientinnen und Patienten überprüft werden.
- **Ziel 3:** Erhobenen Daten – wie bereits im Vor-Projekt – sollen in anonymisierter Form der wissenschaftlichen Community frei zugänglich gemacht werden.

Ergänzende Hinweise zur Änderung der Methodik im Projektverlauf

Die Datenerhebung basierte auf dem bestehenden ELISE Datensatz (aus dem Vorprojekt). Die für ELISEplus geplanten Datenerhebungen der additiven Datenmodalitäten konnten wie geplant und ohne relevante Probleme durchgeführt werden. Einige wenige Schritte im Preprocessing der neu hinzugefügten Daten konnten noch nicht vollständig abgeschlossen werden, die dafür notwendigen "Rohdaten" liegen aber vor. Die noch notwendigen Arbeitsschritte betreffen überwiegend die Harmonisierung des intraoperativen Datensatzes der anästhesiologischen Daten. Auswertungen auf den neuen Daten sind noch nicht erfolgt, da diese nicht direkt die bereits laufenden Projekte eingebunden werden konnten und die Anwendungen der bereits existierenden Modelle auf die neue Datenmatrix eine nochmalige Evaluation notwendig machte.

5 Durchführung, Arbeits- und Zeitplan

Arbeitspakete und Umsetzung:

AP 1 Projektleitung und -management (Plan Monat 1-9; Umsetzung Monat 1-9)

- Die Zeit-/Kosten-/Qualitätsaspekte des Projektes ELISE wurden kontinuierlich durch die Projektleitungen kontrolliert und regelmäßig sowie frühzeitig in das Projekt und darüber hinaus kommuniziert. Die gewählte Arbeitsplattform Microsoft Teams wurde konsequent aktiv als Kommunikations-, Workflow- und Aufgabenmanagementkanal genutzt. Es fanden regelmäßige standortübergreifende Meetings statt.
- Keine Abweichungen zur Planung und Probleme.
- Der Projektverbund hat sich sehr schnell zusammengefunden und sehr wirksam zusammengearbeitet

AP 2 Erprobung in Real Time Umgebung (Plan M1-9; Umsetzung M1-9)

- Die entwickelten Modelle wurden mit einem weiteren Industriepartner geteilt. Die Datenformate wurden entsprechend angepasst und Ausschnitt des Datensatzes in einer neuen PDMS-Umgebung integriert und visualisiert. Exemplarisch konnte ein CDSS-Zielmodell ebenfalls in die neue PDMS-Umgebung implementiert und getestet werden.
- Das Vorhersagemodell wurde basierend auf dem neuen umfangreichen Datensatz weiterentwickelt und optimiert.
- Keine Abweichungen zur Planung und Probleme.

AP 3 Optimierung der Datenqualität in der PDMS-Dokumentation (Plan M1-9; Umsetzung M1-9)

- Das aktuelle Monitoring durch das etablierte PDMS in Hannover wurde in Bezug auf die Datenerhebungsqualität geprüft; mit dem Ergebnis, dass bestimmte Outcome-relevante Daten unterrepräsentiert sind. Es wurden daraufhin neue Scores in das laufende PDMS integriert (Wat.1 CAPD für Entzug und Delir).
- Keine Abweichungen zur Planung und Probleme.

AP 4 Kommunikation und Übertragbarkeit (Plan M1-9, Umsetzung M1-9)

- Es konnte eine Ist-Analyse, und abschl. ein Ist-Soll-Vergleich, der Dokumentationsroutine, Systeme und Datenspeicherung der Kinderklinik Oldenburg durchgeführt werden. Daraufhin wurde der Abgleich der Datenbasis zwischen ELISE CDSS und dem dort führenden PDMS des Hersteller Philips konzeptionell vorgenommen.
- Die für die Datenbereitstellung an das ELISE CDSS erforderliche Infrastruktur (Data Warehouse) wurde erfolgreich beschafft und in die Klinikinfrastruktur eingebunden.
- Keine Abweichungen zur Planung und Probleme.

AP 5 Ergebnis- und Wissenschaftskommunikation (Plan M1-9; Umsetzung M1-9)

- Der Datensatz wurde erheblich erweitert (auf jetzt ca. 6200 Fälle), weitere Datenmodalitäten wurden hinzugenommen und Datenpunkte aus weiteren klinischen Bereichen wurden ergänzt.
- Der Datensatz wurde ebenso bereinigt und in enger Abstimmung mit den Datenschutzverantwortlichen sichere Grundlagen für die anonymisierte Bereitstellung der Daten als Open Access Datensatz geschaffen.
- Die Beschreibung des Datensatzes ist als Data Descriptor Artikel kurz vor der Einreichung.
- Der offene Demonstrator (oD) wurde weiterentwickelt und Anteile werden in im Rahmen einer Publikation der Allgemeinheit zugänglich gemacht. Das zugehörige Paper, an den der oD angedockt wurde, wurde einmal abgelehnt und steht nach Revision kurz vor erneuter Einreichung.
- Keine Abweichungen zur Planung und Probleme
 - M1: Erweiterter Open Access Datensatz steht zur Verfügung
 - M2: Ergebnisse der Real Time Erprobung zur Publikation eingereicht
 - M3: Bericht über die Machbarkeitsprüfung der Übertragbarkeit der Lösungen

6 Ergebnisse

Im Folgenden sind die zentralen Ergebnisse des Projekts ELISE zusammengefasst.

Ergebnis 1 (s. Ziel 3) – Erweiterter Datensatz: Erweiterung des Datensatzes um neue Modalitäten und klinischen Bereiche sowie anonymisierte Bereitstellung und wissenschaftliche Veröffentlichung

➤ **Erweiterung des Datensatzes:**

Der Datensatz wurde erheblich erweitert (auf jetzt ca. 6200 Fälle), weitere Datenmodalitäten (intraoperative Daten, Radiologie, Reports) wurden hinzugenommen und Datenpunkte aus weiteren klinischen Bereichen (darunter Pneumologie, Anästhesie, Kardiotechnik, Radiologie) wurden ergänzt. Zudem wurden die Daten bereinigt (z.B. Redundanzen entfernt). Der Veröffentlichung stand und damit der Erfüllung des M1 stand keine methodischen Aspekte entgegen, lediglich die erneut eingeforderte Klärung der Datenschutzrechtlichen Belange führte zu den erwähnten Verzögerungen. Diese erneute Prüfung kam durch den Entschluss zustande, additiv neue Datenmodalitäten dem Datensatz hinzuzufügen, die einer erneuten internen Datenzugriffs- und Nutzungsvereinbarung bedürften. In diesem Sinne kam es dazu, dass der gesamte Prozess der Public Access Datenbereitstellung nochmal dargelegt werden sollte.

➤ **Anonymisierte Bereitstellung:**

In enger Abstimmung mit den Datenschutzverantwortlichen und auf Basis aktuell geltender Rechtsgrundlagen wurden sichere Grundlagen für die anonymisierte Bereitstellung der Daten als Open Access Datensatz geschaffen. Anonymisierungsprozesse, sowohl technisch als auch wissenschaftsbasiert, wurden weiter ausgearbeitet und umgesetzt. Ein Use and Access Committee wurde gebildet und Datennutzungsrichtlinien, inkl. Beantragungsformulare, erarbeitet. Der Datensatz ist auf einem öffentlich zugänglichen Repository verfügbar.

➤ **Wissenschaftliche Veröffentlichung:**

Die Beschreibung des Datensatzes ist als „Data Descriptor Artikel“ und Bereitstellung über eine neue Plattform kurz vor Einreichung. Die Manuskripterstellung ist weitestgehend abgeschlossen. Die wesentlichen noch notwendigen Arbeitsschritte, die sich in dem Prozess ergeben haben, werden derzeit final bearbeitet. Erweitert wurde das Arbeitspaket um die zusätzliche Bereitstellung eines sogenannten Data Explorers, der eine adaptive Visualisierung der Zeitreihendaten und einfache Datenanalysen erlaubt. Die Ressourcen für diese Arbeitspakete wurden durch andere Fundingsources gedeckt und liefen im Rahmen einer informatischen Masterarbeit von Beginn der Projektphase parallel.

Ergebnis 2 (s. Ziel 1) – Übertragbarkeit: Machbarkeitsüberprüfung der Übertragbarkeit der CDSS-Lösung an andere Hersteller und Standorte

➤ **Einbindung des ELISE-Datensatzes in einem PDMS eines anderen Herstellers:**

Ein erstes, klinisch hochrelevantes Modell zur klinischen Entscheidungsunterstützung konnte mit dem neuen Industriekooperationspartner IMESO in die Real Time PDMS Umgebung des Herstellers implementiert werden. Hierfür wurde die notwendige Datenmatrix aus Intensivverlaufsdaten des ELISE Datensatzes in das System von IMESO migriert. Anschließend konnten wir zeigen, dass die Daten sowohl visualisierbar und weiterverwertbar im Sinne der Nutzung für das besagte CDSS (zur Detektion des akuten Nierenversagens im Kindesalter nach KDIGO-Kriterien) sind. Einer möglichen Weiterentwicklung des CDSS hinzu einer vollen Implementation in den Reallife Betrieb und die Anwendung in anderen Krankenhäusern erscheinen nun zeitnah erreichbar.

➤ **Prüfung der Machbarkeit der Überführung der Tools und Modelle an die Universitätsmedizin Oldenburg:**

Es konnte eine Ist-Analyse der Dokumentationsroutine und Datenspeicherung in der Neonatologie (Stationen 151 (Neo Intensiv), 161 (Kikra Frühchen) und 162 (Kikra Intensiv)) des Klinikums Oldenburg durchgeführt werden. Hierfür wurde ein Fokus auf die im Klinikalltag erhobenen und dokumentierten Daten gelegt, mit dem anwesenden medizinischen Personal gesprochen und die Prozesse zur Datenerhebung und -dokumentation identifiziert. Die Ergebnisse wurden dahingehend analysiert, ob und wann die benötigten Daten erhoben und wie sie gespeichert werden. Im Vordergrund dabei stand das auf den Stationen aktuell eingesetzte PDMS *IntelliSpace Critical Care and Anesthesia (ICCA)* von Philips und das *KAS Medico*, eine Software von CGM zur allgemeinen Unterstützung der Prozesse in einem Krankenhaus. In ICCA findet man Stammdaten der Neugeborenen, die ärztlichen, pflegerischen und neonatologischen Aufnahmebögen und einen Verordnungsplan, der Aufschluss auf Verordnungen wie Medikamente, Nahrung und andere Therapiemaßnahmen gibt. Darüber hinaus werden ärztliche und pflegerische Berichte in ICCA gespeichert und dokumentiert. Je nach Station wird eine neonatologische Kurve (Kurve neo) oder eine pädiatrische Kurve (Kurve päd) eingerichtet, welche neben weiteren Angaben die Vitalparameter grafisch und numerisch dokumentiert. Die Software Medico ist im Klinikum Oldenburg auf jeder Station vertreten und verwaltet vor allem abrechnungsrelevante Daten, wie Diagnosen, Therapien, aber auch Daten zur Aufnahme. Zudem existiert in Medico eine Übersicht über die Befunde eines Patienten/einer Patientin wie Berichte und Bilder zu CT- und MRT-Scans, Sonografien und Röntgenuntersuchungen oder Laborergebnisse.

Für die Durchführung der Machbarkeitsprüfung der Übertragung existierender Lösungen, haben wir durch Erstellen simpler Datenmodelle ein Datenmapping zwischen den Softwaresystemen ICCA und Medico und den ELISE-Datenextraktionsmodelle ermöglicht, sodass ein Ist-Soll-Vergleich der Routinedaten durchgeführt werden konnte. Außerdem wurde der Datenfluss auf den Stationen analysiert, um die Datenqualität beurteilen zu können. Ergebnisse sind Datenmodelle von den Softwaresystemen, die die Daten abbilden, die auch für die entwickelten Sepsis-Prädiktionsmodelle im Rahmen von ELISEplus benötigt werden. Die Modelle enthalten nur die Daten, die verlässlich dokumentiert sind. Insgesamt konnte die Ist-Analyse im Klinikum Oldenburg die **Übertragbarkeit der ELISE-Datenextraktionsmodelle und datengetriebenen Anwendungen an den Standort Universitätsmedizin Oldenburg mit dem PDMS ICCA bestätigen und unterstreichen**. Zudem sind Analyse und das Datenmapping allgemein profitable Vorgehen für die Evaluierung der Nutzbarkeit existierender Algorithmen, von denen auch weitere Standorte profitieren und die eine Implementierung in verschiedene PDMS erleichtern können. Auf Basis dieser Arbeiten wurde die Arbeit an den Schnittstellen für die Anbindung der CDSS-Modelle an das PDMS Philips aufgenommen. **Dazu konnte erfolgreich das Data Warehouse von Philips beschafft und in die klinische Infrastruktur implementiert werden**, die alle erforderlichen und vorab analysierten Datenpunkte hochaufgelöst bereitstellt und langfristig speichert. Aus diesem Data Warehouse heraus könnten nun im Folgenden **die Daten in die CDSS-ELISE-Modelle eingespeist werden** (datenschutzrechtliche Betrachtung zur Einbindung der CDSS-ELISE-Modelle ausstehend; dieser Teil geht aber bereits über die im ELISEplus geplant zu erreichenden Ziel der Machbarkeitsüberprüfung und Grundlagenbereitstellung hinaus).

Ergebnis 3 (s. Ziel 2) – ELISE Detektions- und Prädiktionsmodelle: Optimierung des Prädiktionsmodells und Integration in eine simulierte Real-Time-Umgebung

➤ **Weiterentwicklung des Prädiktionsmodells:**

Im Rahmen der Projektlaufzeit wurde das bestehende Sepsis-Prädiktionsmodell systematisch weiterentwickelt, mit dem Ziel, Sepsis-Ereignisse auf der pädiatrischen Intensivstation möglichst frühzeitig und zuverlässig zu erkennen. Dazu wurden mehrere Modellklassen evaluiert und entlang eines standardisierten Trainings- und Evaluationsprotokolls miteinander verglichen. Der Fokus lag auf (a) einer robusten prädiktiven Performance bei niedriger Prävalenz (~8%), (b) einer klinisch sinnvollen Schwellenwertwahl für Alarmierung sowie (c) einer verbesserten Kalibrierung der ausgegebenen Wahrscheinlichkeiten zur Interpretation im klinischen Kontext.

Das Prädiktionsmodell ist als 3-Stunden-Risikomodell definiert und schätzt zu jedem aktuellen Zeitpunkt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Patient innerhalb der nächsten drei Stunden die Outcome-Definition einer Sepsis erfüllt. Es wurden sowohl klassische Machine-Learning-Verfahren (Extreme Gradient Boosting (XGB), Random Forest (RF), Logistic Regression und Decision Trees) als auch Deep-Learning-Architekturen (LSTM, TCN, CNN, CNN-LSTM) untersucht. XGB erzielte die beste Gesamtperformance. Die Deep-Learning-Architekturen zeigten in der vorliegenden Datenlage eine schlechtere Performance als die ML-Modelle. Deep Learning profitiert von sehr großen Datenmengen und kann bei begrenzten Fallzahlen/Events und heterogenen klinischen Zeitreihen instabil werden. Dies ist kongruent mit der Literatur, in der simplere ML-Modelle die relevanten Sepsis Signale besser zu extrahieren scheinen.

Nach Anwendung der Einschluss-/Ausschlusskriterien verblieben 2191 Patienten und Patientinnen mit insgesamt 2637 Aufenthalten im Datensatz. Die Daten wurden in Training (60%), Test (20%) und Kalibrierungsdatsatz (20%) aufgeteilt. Die Sepsis-Prävalenz lag in allen Splits bei ca. 8% und es wurde zufällig, aber strikt fallbasiert gesplittet, um Informationsleckage zu vermeiden. Für die zeitlich hochauflösenden klinischen Daten wurde ein zweistufiges Imputationskonzept umgesetzt. Fehlende Werte wurden fortgeschrieben, bis ein neuer Messwert vorlag. Wenn noch kein Messwert existierte, erfolgte eine Imputation mittels altersbezogenem Median. Die Daten wurden im Anschluss, ebenfalls altersabhängig, mittels Percentile Scaling normalisiert, um entwicklungsphysiologische Unterschiede (z.B. Herz- und Atemfrequenz-Normbereiche) konsistent abzubilden. Zur Robustheitssteigerung wurde Cross-Validation im Trainingsprozess eingesetzt.

Das aktuelle Zielmodell ist ein XGBClassifier, dessen Hyperparameter darauf abzielen, Overfitting zu reduzieren und maximal 145 Features inkludiert. Das Featureset umfasst Rohdaten-nahe klinische Variablen (v.a. Vitalparameter und Laborwerte), Trajektorien über bestimmte, zurückliegende Zeiträume (z.B. Trend, Schiefe, Kurtosis), Interaktionsterme zur Abbildung altersabhängiger Physiologie (d.h. Vitalwert $\times$ Alter), Prozeduren und Interventionen (z.B. ECMO, vergangene Operationen, Beatmung), Therapieintensität (z.B. die Menge an kreislaufunterstützenden Medikamenten) sowie Basis- und Aufenthaltsparameter (Alter, Geschlecht, Gewicht, Größe, Aufenthaltsdauer im Krankenhaus/auf der PICU). Diese Kombination zielt darauf ab, sowohl akute physiologische Veränderungen als auch Kontext (Krankheitsschwere, Therapiedichte, Aufenthaltsverlauf) abzubilden. Die Top-10 Features, die maßgeblich zu den Modellentscheidungen beigetragen haben, waren Leukozytenzahl, die mit dem Alter multiplizierte Herz- und Atemfrequenz, der mit dem Alter multiplizierte diastolische

und systolische Blutdruck, das Alter, die Körperkerntemperatur, die Körpergröße, der gerinnungsbezogene Marker D-Dimer sowie die Liegedauer seit Aufnahme auf die Intensivstation. Leukozytose, Temperaturveränderungen, hämodynamische Instabilität sowie gerinnungsbezogene Marker sind klinisch plausible Signale. Die prominente Rolle von Interaktionen mit dem Alter bestätigt die Relevanz altersabhängiger Physiologie in der Pädiatrie und zeigt, dass solche Informationen ein wichtiger Input für datengetriebene Algorithmen sind. In Vorbereitung auf eine spätere, nachgelagerte Erklärungskomponente wurden auch detaillierte SHAP-Analysen durchgeführt, um auf Patientenebene ein noch besseres Verständnis dafür zu bekommen, auf welcher Grundlage das Modell die jeweilige Entscheidung getroffen hat. Zur Verbesserung der Interpretierbarkeit der Modellwahrscheinlichkeiten wurde eine Platt-Kalibrierung (Platt scaling) durchgeführt. In diesem Zuge ergaben sich tendenziell kleinere prädizierte Wahrscheinlichkeiten, weshalb klinisch sinnvolle Alarm-Schwellen in den niedrigen Bereich fallen können. Gemessen am Brier Score und dem Expected Calibration Error (ECE) verbessert die Kalibrierung die Wahrscheinlichkeitsqualität substantiell, was besonders wichtig ist, wenn Modelloutputs als Risiko-Score kommuniziert oder in klinische Entscheidungsunterstützung integriert werden. Je nach Optimierungsziel (z.B. F1-Maximum vs. hohe Sensitivität) können unterschiedliche Schwellenwerte sinnvoll sein. Wir glauben, dass dieser Use Case von einem patientenspezifischen, dynamischen Schwellwert besonders profitieren könnte, was sich zur Zeit noch in der Entwicklung befindet. Das Prädiktionsmodell für die kindliche, im Krankenhaus erworbene Sepsis im Intensivverlauf erreicht derzeit eine gute Unterscheidung zwischen den beiden Klassen (AUROC 0.90) und eine für die niedrige Prävalenz solide Precision/Recall-Balance (AUPRC 0.50). Die Sensitivität liegt bei 83% und die Spezifität bei 82%. Der F1 Score beträgt 46%. Die Precision der Positivklasse liegt bei 32%, was in einem Früherkennungssetting häufig akzeptiert wird, sofern Alarmierungslogik und Workflows die zu erwartenden False Positives auffangen. Es sind jedoch tiefergehende Evaluationen, z.B. in Bezug auf die Rechtzeitigkeit der Vorhersage vor Krankheitsbeginn, die Falschpositivrate und die Adjustierung für den imperfekten Goldstandard noch ausstehend, um ein Potential zur Übertragung an Hersteller oder weitere Standorte zu bieten. Sobald die noch offenen Fragen geklärt sind, werden die Ergebnisse zur Publikation aufbereitet.

- **Retrospektive Simulation anhand des ELISE-Datensatzes:**
Es wurde ein bestehendes XGBoost-Klassifikationsmodell in eine zeitbasierte Replay-Simulation eingebettet, um Modellvorhersagen entlang realer Ereignisabfolgen nachvollziehbar darzustellen. Die Simulation wurde auf den Daten von ca. 500

rekrutierten Patienten und Patientinnen ausgeführt. Als Grundlage diene eine vereinfachte Feature-Matrix, die zwar nicht das vollständige Spektrum aller potenziellen Prädiktoren abbildet, jedoch die zentralen Vital- und Laborparameter enthält und damit die wesentlichen klinischen Signalquellen für die Modellentscheidung repräsentiert.

Die Eingabedaten wurden vorab vorverarbeitet (u.a. Imputation fehlender Werte, altersbezogene Normalisierung, etc.). Dabei wurde streng darauf geachtet, dass die Vorverarbeitung kausal konsistent bleibt, d.h. dass für jeden Simulationszeitpunkt ausschließlich Informationen verwendet wurden, die bis zu diesem Zeitpunkt tatsächlich verfügbar waren. Dadurch wird das Risiko von “Data Leakage” reduziert und die Replay-Auswertung bildet die zeitliche Informationslage realistischer ab als eine globale, nachträgliche Aufbereitung über den gesamten Datensatz. Diese vorverarbeitete Testmenge wurde aus einer npz-Datei geladen, die neben den 132 Modell-Features zusätzlich Metadaten (PMID, SMID) sowie einen Zeitstempel enthält. Für die Analyse wurden die Datensätze nach Patient ID und/oder Stay ID gefiltert und anschließend chronologisch anhand des Zeitstempels sortiert. Das trainierte Modell wurde aus einer gespeicherten JSON-Datei geladen und für jeden Datensatz einzeln inferiert. Die Simulation erfolgte mit einer Real-Time-Umgebung (SimPy), wodurch die Abstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ereignissen über die Zeitstempeldifferenzen abgebildet werden. Über einen Beschleunigungsfaktor kann die Wiedergabe in Echtzeit oder in skalierten Zeitverläufen (z.B. schneller als Echtzeit) durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden fortlaufend ausgegeben und visuell (farblich) unterschieden, um positive und negative Klassifikationen während des Replays unmittelbar erkennbar zu machen. Da bei einer Replay-Simulation bereits fertige Feature-Vektoren in zeitlicher Reihenfolge eingespielt und zur Inferenz genutzt werden, sind der Aufwand und die Komplexität der Online-Datenintegration (Rohdatenaufnahme, kontinuierliche Feature-Berechnung, Zustandsverwaltung pro Patient_Patientin/Entity, Umgang mit unregelmäßigen Messintervallen) nicht Bestandteil des getesteten Systems. In einer produktiven Echtzeitumgebung müssten die gleichen Transformationsschritte inkrementell „on the fly“ durchgeführt werden, einschließlich eines robusten Mechanismus für Initialzustände und für Features, die Historie benötigen (z.B. Trends, Deltas, gleitende Mittelwerte). Eine weitere wesentliche Herausforderung im Echtzeitbetrieb sind nachträgliche Korrekturen und Datenrevisionen. Insbesondere in klinischen Informationssystemen können Laborwerte später validiert, Messwerte korrigiert oder Befunde rückwirkend ergänzt werden. Ein Replay auf einem final konsolidierten Datensatz bildet diese

Dynamik nur eingeschränkt ab. Im Betrieb kann eine Vorhersage auf vorläufigen Werten basieren, die später geändert werden, was sowohl die Nachvollziehbarkeit als auch das Monitoring (z.B. Alarm- und Eskalationslogik) beeinflusst. Insgesamt eignet sich der Replay-Ansatz sehr gut, um Vorhersageverhalten und zeitliche Plausibilität der Modellentscheidungen auf Patientenebene zu analysieren; Aussagen zur Performanz einer vollständigen Echtzeitpipeline (inkl. Latenz und Datenrevisionen) erfordern jedoch eine zusätzliche Online-Implementierung und Messung unter produktionsnahen Bedingungen.

➤ **Exemplarische Integration eines Zielmodells in ein neues PDMS:**

Siehe dazu auch die Ausführungen zu Ergebnis 2. Im Rahmen der Implementation in das PDMS der Firma IMESO konnte gezeigt werden, dass die verankerten Algorithmen in der simulierten Real Time Anwendung eine hohe Funktionalität aufweisen und aus eingehenden neue Wertekonstellationen (Urinausfuhr, Laborwerte) nach wenigen Sekunden zu neue CDSS Ergebnissen führen. Hier sind in Zukunft aber noch weitere Evaluationsschritte notwendig, um verschiedene Szenarien zu betrachten und die Ergebnisse zu überprüfen. Diese Arbeiten zur Ergebnisqualität erfolgen derzeit an einem anonymisierten Datensatz in enger Abstimmung mit den Mathematikern/Mathematikerinnen und Informatikern/Informatikerinnen der Firma Imeso und werden in regelmäßigen Meetings abgeglichen.

Ergebnis 4 – Datenqualität im Routine-PDMS: Optimierung der Erhebungsqualität und des Dokumentationsumfangs Outcome-relevanter Parameter im laufenden PDMS

- **Überprüfung der Daten- und Erhebungsqualität:** Implementierung neuer Parameter: Die Implementierung neuer Scores in das laufende PDMS konnte erfolgreich und zeitgerecht durchgeführt werden. Implementiert wurden wie geplant und in enger Abstimmung mit den lokalen Experten im Haus die gut evaluierten Scores Wat-1 und CAPD für Entzug und Delir. Diese Implementierung konnte ohne den Einsatz der hierfür der im Antrag bewilligten Mittel (für die Aufträge an die Firma medisite GmbH) durch Nutzung der MHH internen Ressourcen (aus dem an der MHH angestellten mLife Betreuungsteam) etabliert werden und sind seit 9 Monaten im klinischen Routinebetrieb nutzbar. Für mögliche zukünftige Analysen vor allem psychosomatischer-, psychopathologischer- und psychomotorischer Folgen schwerer Erkrankungen im Kindesalter laufen seitdem Daten auf, die den Einfluss von Delir und Entzugssymptomen auf diese Entitäten besser abbildbar machen können.
- **Ergebnis 5 – Offener Demonstrator:** Im Rahmen des Projektes konnte eine signifikante Optimierung der Funktionalität des offenen Demonstrators erzielt werden. In diesem Zusammenhang wurde neben der Visualisierung insbesondere der Fokus

auf die Erklärbarkeit der implementierten wissensbasierten Ansätze für die Zielkriterien SIRS und Sepsis gelegt. Eine Anpassung der Architektur des offenen Demonstrators ermöglicht einen einfachen Zugriff für interessierte Forschende. Die Veröffentlichung des Demonstrators findet im Rahmen einer Publikation statt, die kurz vor der Einreichung steht.

7 Gender Mainstreaming Aspekte

Im Rahmen der durchgeführten Studien können insbesondere aufgrund der Tatsache, dass es sich bei dem untersuchten Kollektiv um pädiatrische Intensivpatienten und -patientinnen handelt, Einflüsse durch Geschlechterverteilung und auch Altersverteilung auftreten. Auch die große Altersspanne von Neugeborenen bis zum Adoleszenten, mit allen erheblichen physiognomischen und physiologischen Veränderungen über die Zeit, kann zu Fehlinterpretationen und der Entstehung von falschen Ergebnisse beitragen. In verschiedenen Untersuchungen (unter anderem Analyse der Fairness der Methode zur SIRS- und Sepsis-Detektion der unterschiedlichen Alterskategorien oder Subgruppenanalysen zur Schätzung der diagnostischen Testgenauigkeit der entwickelten Modelle), wurde weiterhin in jeder der durchgeführten Analysen versucht mögliche, unerwartete Effekte nachzuweisen und diesen nachzugehen. Das Sepsis Prädiktionsmodell integriert Geschlecht und Alter und ein möglicher Einfluss auf die Ergebnisqualität zwischen den verschiedenen Gruppen soll hier noch abschließend evaluiert werden-. Dies wird im Anschluss an die terminale Festlegung und Ausgestaltung des Modelles und der eingehenden Featurematrix erfolgen. Hinsichtlich der Rekrutierung der Studie wurde bereits im ELISE Primärprojekt ausgewertet, ob es einen relevanten Rekrutierungsbias gab; dieser wurde beispielsweise hinsichtlich der Altersgruppen und möglicher Effekte durch das Vorhandensein eines Migrationshintergrundes bereits im Vorfeld versucht, durch die Erstellung von mehrsprachig (Türkisch, Russisch, Arabisch, Englisch, u.a.) und altersadaptiert (für verschiedenen Alterskategorien verständlich formuliert) erhältlichen Aufklärungsbögen wirkungsvoll zu antizipieren (bereits in ELISE eingehend erläutert).

8 Diskussion der Ergebnisse, Gesamtbeurteilung

Bezugnehmend auf die dargestellten Arbeitsabläufe in Kapitel 5 sowie beschriebenen Ergebnisse in Kapitel 6 werden nachfolgend Ergebnisse, Grenzen und Rahmenbedingungen der ELISEplus-Ergebnisse diskutiert.

Es lassen sich vier wichtige Projektergebnisse hervorheben: Erstens die Erweiterung und offene Bereitstellung eines hochwertigen, multiparametrischen klinischen Datensatzes. Hier ergaben sich wie zuvor vor allem datenschutzrechtliche Fragestellungen, die in multiplen Instanzen geklärt werden mussten. Ein formal bestehender Prozess für eine solche Bereitstellung und daran auch geknüpfte einfache Umsetzbarkeit ist weiterhin nicht genau ausgestaltet oder festgelegt, und stellt, trotz dem Projekt hier vor Ort in der MHH sehr zugewandter Instanzen in der Rechtsabteilung und Datenschutzbeauftragten, einen extrem zeitaufwendigen Prozess dar. Der Datensatz in seiner jetzigen, deutlich zur Ausgangsform erweiterten Entwicklungsvariante, nimmt für die deutsche und europäische Kinderintensivmedizin einen einmaligen Stellenwert ein und wir erwarten, dass die Bereitstellung und erneute Publikation in einem hochangesehenen Fachjournal, eine umfangreiche Nutzung des Datensatzes einleitet.

Darüber hinaus ist als wichtiges Projektergebnis die erfolgreiche Machbarkeitsstudie zur Übertragbarkeit der ELISE-CDSS-Modelle auf andere Systeme und Standorte zu nennen, die von großer Relevanz für zukünftige Weiterentwicklungen in Richtung eines weiteren Roll-outs der Datenakquise und der hier entwickelten Modelle ist. Dieser Translationsbeitrag befasst sich auch ganz wesentlich, mit der dritten Herausforderung, nämlich der Weiterentwicklung und beispielhaften Integration eines Vorhersagemodells in eine alternative PDMS-Umgebung. Viertens erwarten wir, dass durch die Projektarbeit an der Datenqualität, namentlich der Implementierung neuer klinischer Scores, die Datenqualität im Routinebetrieb in ganz fokussierten, oft unterrepräsentierten Bereichen so verbessert werden konnte, dass in Zukunft bei Auswertungen diese Bereiche zuverlässig und einfach in die Betrachtung mit einbezogen werden können. Die Zusammenfassung und darin enthaltene Bewertung des ELISEplus-Projekts zeigt, dass trotz der sehr kurzen Förderdauer die Ziele in vielerlei Hinsicht vollständig erreicht wurden. Die im Rahmen des Projekts geschaffenen technischen, organisatorischen und wissenschaftlichen Grundlagen bilden eine solide Basis für die zukünftige Weiterentwicklung und klinische Implementierung datengestützter Entscheidungsunterstützungssysteme in der pädiatrischen Intensivmedizin.

Der entstandene Datensatz ist als Open Access Datensatz, bis zur neuen Publikation, verfügbar unter: leopard.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00070468.

Die anstehende Publikation des um multiple Datenmodalitäten erweiterte Datensatzes wird mit einer Veränderung des Hostings verbunden sein. In Zukunft wird der Datensatz auf dem dafür geschaffenen Repository Server der Medizinischen Hochschule gehostet. Die Infrastruktur der Medizinischen Hochschule basiert auf vergleichbaren Infrastrukturen und Sicherheitsstandards wie die zuvor genutzte Infrastruktur.

9 Verwertung der Projektergebnisse

Geplant ist die Fortsetzung der engen Zusammenarbeit mit dem Industriekooperationspartner, um die ELISEplus-Arbeiten auch in weitere Produkte einzubinden und so nachhaltig in der Routine zu etablieren. Ebenso ist durch die enge Zusammenarbeit mit dem Partner Oldenburg nun eine Datenakquise aus einem zweiten universitärem Kinderzentrum vorhanden. Seit wenigen Wochen erfolgt die Datenverarbeitung über die in Betrieb befindliche Plattform der Firma Philipps.

Durch die Bereitstellung als Public Access Datensatz steht erstmal ein auf europäischen Daten basierender pädiatrischer Intensivdatensatz zur Verfügung, der von allen forschenden pädiatrischen Intensivmedizinerinnen und -medizinerinnen, aber nicht ausschließlich, für die Beantwortung vielfältiger Forschungsfragestellungen genutzt werden kann. Damit können die Arbeiten in diesem Forschungsprojekt langfristig dazu beitragen, die gesamte Fachgemeinde der pädiatrischen Intensivmedizin (national und international) durch den Zugriffs- und Analysemöglichkeiten des umfangreichen Datensatzes in der Beantwortung unterschiedlicher Fragestellungen zu unterstützen. Durch die Vorstellung der Ergebnisse und der Bestrebungen auf verschiedenen Kongressen, konnten erste Kooperationsbestrebungen mit Arbeitsgruppen weltweit angebahnt werden, die zukünftig die Nachhaltigkeit der gewährten Projektförderung garantieren wird.

Die Optimierung der Datenerhebungsqualität und die Implementierung neuer Scores im laufenden PDMS tragen schon jetzt aber auch unmittelbar zur Verbesserung der klinischen Versorgung bei. Die konstante Durchführung des Scorings und die gewählte hohe Sichtbarkeit der Scoreergebnisse, angegliedert an die Darstellung anderer wichtiger klinischer Parameter durch die gewählte Konfiguration, garantiert eine hohe klinische Verwertbarkeit der innerhalb des Projektes neu etablierten Scoring-Systeme.

Die im ELISE- und ELISEplus-Projekt verfolgten Methoden sind aus unserer Sicht auch als eine Art „proof of principle“ aufzufassen und die Weiterentwicklung dieser Ideen soll in Zukunft konsequent auf unterschiedliche Fragestellungen in der Pädiatrie und andere Bereiche übertragen und zu diesem Zweck das Datenrepositorium stetig erweitert werden. Der evolutionäre Ansatz unserer Datenbasis erlaubt es, die bereits existente Grundlage mit immer mehr Daten aus verschiedenen Quellen anzureichern.

10 Verbreitung und Öffentlichkeitsarbeit der Projektergebnisse

Internet-Veröffentlichungen im Rahmen des ELISEplus-Projekts

18.02.2025: Interview – Vortragsreihe Medizin | "Medizininformatik und KI zur Behandlung kritisch kranker Kinder"

19.09.2024: Aufgezeichneter Vortrag aus dem Phaeno Wolfsburg – Vortragsreihe Medizin | "Medizininformatik und KI zur Behandlung kritisch kranker Kinder"

Publikationen und Konferenzbeiträge im Rahmen des ELISEplus-Projekts

Journal Artikel (peer-reviewed)

A rule-based clinical decision support system for detection of acute kidney injury after pediatric cardiac surgery. Janice Wachenbrunner, Marcel Mast, Julia Böhnke, Nicole Rübsamen, Louisa Bode, André Karch, Henning Rathert, Alexander Horke, Philipp Beerbaum, Michael Marschollek, Thomas Jack, Martin Böhne. Computers in Biology and Medicine, Volume 193, 2025, 110382, ISSN 0010-4825, doi.org/10.1016/j.compbimed.2025.110382

An Open Demonstrator for an Interoperable Clinical Decision Support System for the Detection and Classification of Inflammation and Sepsis in Pediatric Intensive Care. Marcel Mast; Henning Rathert; Julia Böhnke; Nicole Rübsamen; Louisa Bode; André Karch; Mohammad Khair Almekkawi; Michael Marschollek; Philipp Beerbaum; Antje Wulff; Thomas Jack. BMC Informatics and Decision Making. Under Review. 2026

Comparative Analysis of Machine Learning Approaches for Pediatric Sepsis Risk Factor Evaluation. Anna Thalea Hoogestraat, Thomas Jack, Antje Wulff. Submitted for Publication. Scientific Reports, Under Review. 2026.

A Visual Explorer for Retrospective Trajectories in Children Following Heart Surgery. Neu L, Bode L, Marcel Schack M, Henning Rathert H, Marschollek M and Jack T. Stud Health Technol Inform

ELISEdata: An open and evolutionary paediatric intensive care dataset with outcome labels. In preparation. Marcel Mast, Henning Rathert, Louisa Bode, Julia Böhnke, Nicole Rübsamen, André Karch, Michael Marschollek, Diane Renz, Philipp Beerbaum, Michael Sasse, Antje Wulff, Thomas Jack. In preparation.

Weitere Artikel in Zeitschriften oder Büchern (non-peer-reviewed)

Medizininformatik und Künstliche Intelligenz in der Behandlung kritisch kranker Kinder. Thomas Jack & Michael Marschollek. 2025; Jahrbuch der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft und Niedersächsischen Akademie der Wissenschaften

Vorträge auf wissenschaftlichen Kongressen (Auswahl)

Die Behandlung kritisch kranker Kinder: Wie die Medizin-informatik und KI das ärztliche Handeln revolutionieren. Thomas Jack & Michael Marschollek. Vortragsreihe Medizin; Vortrag im Phaeno Wissenschaftstheater, Wolfsburg; 2025.

Clinical Decision-Support Systems for Detection of Systemic Inflammatory Response Syndrome, Sepsis, and Septic Shock in Critically Ill Patients Thomas Jack. Einladungsvortrag: AEPC; 58. Jahreskongress der Europäischen Gesellschaft für Kinderkardiologie; Hamburg 31.05.2025

Künstliche Intelligenz in der Herzmedizin - heute und morgen. AI & Machine Learning - Realität in der Herzmedizin?" 54. Internationale Jahrestagung der DGPTM und 17. Fokustagung Herz der DGTHG & DGPTM

Liste der projektassoziierten Qualifikationsarbeiten

Jana Weber (Bachelor): Potenziale und Grenzen des Einsatzes datengetriebener Algorithmik zur personalisierten Behandlung von Frühgeborenen, 2024, beendet

Jana Weber (Master): Entwicklung einer unsupervised learning basierten App zur Risikobewertung Neugeborener, 2025, laufend

Laila Neu (Master): Entwicklung eines interaktiven Data Explorers zur Visualisierung der intensivmedizinischen Verläufe kritisch kranker Kinder am Beispiel herzoperierter Patienten und Patientinnen, 2025, beendet

Katharina Scheibe (Dr. med.): Extubationserfolg bei pädiatrischen PatientInnen: Analyse von Risikofaktoren und Algorithmus-basierten Ansätzen im ELISE-Datensatz, 2025, laufend

Anna Thalea Hoogestraat (Dr. rer. nat.): u.a. unter Nutzung der ELISE Daten: User-centered Implementation and Evaluation of Explainable AI for Predicting Hospital-onset Bacteremia, 2024, laufend

11 Anlagen

Dem Sachbericht separat beigelegt sind die folgenden Anlagen:

Anlage 1 – Erläuterungen zu Abweichungen vom Finanzierungsplan

Anlage 2 – Zahlenmäßiger Verwendungsnachweis

Anlage 3 – Erläuterungen zum zahlenmäßigen Verwendungsnachweis

Anlage 4 – Tabellarische Belegübersicht

Anlage 5 – Kurzbericht