

Digitale Assistenzsysteme zur Entscheidungsunterstützung in der klinischen Notfallmedizin mittels erklärbarer KI-Verfahren

- ENSURE -

Schultze F¹; Z. Ritter²; S. Rühlicke²; Schmucker M³; K. Esslinger¹; K. Pischek-Koch²; S. Wache²; Dietrich M⁴; F. Rashid⁴; T. Kesztyues²; M. Haag³; Schirrmeister W⁵; Krefting D²; Blaschke S¹

¹Zentrale Notaufnahme, Universitätsmedizin Göttingen; ²Institut für Medizinische Informatik, Universitätsmedizin Göttingen; ³GECKO-Institut, Hochschule Heilbronn; ⁴EdTec Laboratory, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, Berlin; ⁵GECKO-Institut, Hochschule Heilbronn; ⁶AKTIN Register, Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

Hintergrund

In Deutschland hat sich die präklinische und klinische Notfallversorgung in den letzten Jahren zu einem sehr anspruchsvollen beruflichen Handlungsfeld entwickelt. Die komplexe medizinische Herausforderung besteht primär in der zeitkritischen Behandlung von Patienten jeden Alters sowie verschiedenster Erkrankungen und Verletzungen mit einem Spektrum von der ambulanten Behandlung bis hin zur Schockraumversorgung von Schwerverletzten und intensivpflichtigen Patienten. Für das ärztliche Personal resultieren unter den aktuellen Rahmenbedingungen mit hohem Zeit- und Kostendruck, multiplen Schnittstellenbereichen und rasant steigenden Fallzahlen höchste Anforderungen an fachliche Qualifikation und Handlungskompetenzen. Jedoch werden in diesem komplexen Hochrisiko-Setting vorwiegend Weiterbildungsassistent*innen und auch Berufsanfänger der verschiedenen Fachdisziplinen in Rotation eingesetzt. Bei oftmals fehlender Supervision müssen diese im konkreten Notfall auf webbasierte, i.d.R. nicht evidenzbasierte Wissensplattformen zurückgreifen.

Ziele

Ziel des Verbundprojektes ENSURE (Entwicklung smarter Notfall-Algorithmen durch erklärbare KI-Verfahren, BMG FKZ ZMV11-2520DAT803, **Abb. 1** und **Abb.2**) ist es, den Prototyp einer bedarfsgerechten, klinischen Entscheidungsunterstützung (Clinical Decision Support System, CDSS) im Sinne smarter Notfall-Algorithmen zu entwickeln, der sowohl evidenzbasiertes explizites Expertenwissen (regelbasiertes System) als auch KI-Verfahren (Machine Learning System, ML) integriert (**Abb. 3**). Auf diese Weise sollen Notfallmediziner*innen in der Diagnosestellung unterstützt werden (**Abb. 4**).

Methodik

Im Projekt ENSURE wurde einerseits ein Expertensystem auf Basis des SOP Handbuchs Interdisziplinäre Notaufnahme als evidenzbasierte Wissensquelle (regelbasiertes System) entwickelt. Für das ML-Modell des CDSS ENSURE wurden zwei unterschiedliche Datenquellen einbezogen: Zum einen werden Falldaten von 2017 bis 2020 aus dem AKTIN-Notaufnahmeregister verwendet, welche von 13 angeschlossenen Notaufnahmen in Deutschland bereitgestellt wurden. Als zweite Datenquelle wurden Notfallbehandlungsdatensätze aus dem ZNA-Informationssystem der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) in Verknüpfung mit den sog. §21-Daten verwendet, die im medizinischen Datenintegrationszentrum (MeDIC) der UMG zusammengeführt wurden.

Ergebnisse

Für das Expertensystem von ENSURE wurden aus dem SOP-Handbuch Interdisziplinäre Notaufnahme die standardisierten Vorgehensweisen in Notfalldiagnostik und -therapie für die 20 häufigsten notfallmedizinischen Leitsymptome bzw. -diagnosen extrahiert und in eine Regelrepräsentation übersetzt. Für das maschinelle Lernmodell von ENSURE wurden die Falldaten des AKTIN-Notaufnahmeregister verwendet und insgesamt 51 Merkmale inklusive der abschließenden Fachabteilungsdiagnose von 137.152 Fällen als Zielvariablen genutzt (**Abb.5**). Als zweite Datenquelle werden Notfallbehandlungsdatensätze aus dem ZNA-Informationssystem der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) in Verknüpfung mit den sog. §21-Daten verwendet. Zur Entwicklung der ML Modelle wurden etwa Modelle der logistischen Regression, Random Forest Modelle, neuronale Netze sowie Support Vektor Maschinen auf Basis der Datenquellen trainiert (**Abb.6**). Zur Sicherstellung der Erklärbarkeit der KI-Ansätze wurden die ML-Modelle schließlich bei der Diagnoseklassifikation auf Basis unterschiedlicher Merkmalsparameter mit dem Shap (Shapley Additive exPlanations) Verfahren kombiniert (**Abb. 7**). Nach Erprobung mehrerer ML-Modelle mittels Testdaten wurde das Modell mit der besten Performance identifiziert und steht nunmehr als Grundlage des Frontends von ENSURE zur Verfügung (**Abb. 8**)

Ausblick

Im Rahmen des Projekts ENSURE wurde ein CDSS zur Unterstützung der Diagnosestellung in der klinischen Notfallmedizin entwickelt. Nach einer Testung des CDSS im Laborsetting mittels Testdaten wird ENSURE in einer Pilotstudie im Rahmen einer sog. sonstigen klinischen Prüfung gemäss aktuell gültiger MDR in zwei Modellkliniken, den Zentralen Notaufnahmen der Universitätsmedizin Göttingen und Berlin, evaluiert in Bezug auf Robustheit, Generalisierbarkeit und Handhabbarkeit der Systeme..

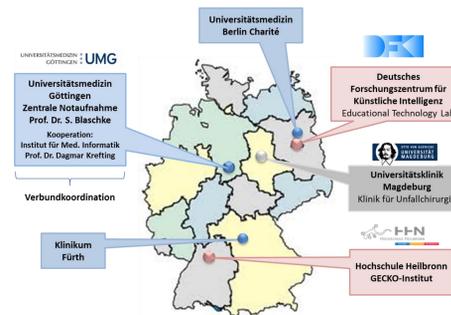


Abb. 1 Konsortium der Projekts ENSURE



Abb. 2 Projektplan ENSURE

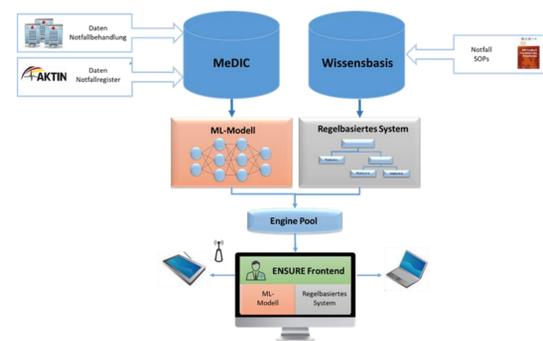


Abb. 3 Ziele des Projekts ENSURE

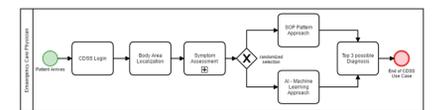


Abb. 4 Prozessablauf ENSURE

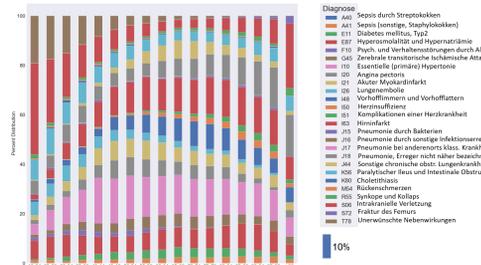


Abb. 5 Analyse der häufigsten Notfall-Diagnosen in Prozent in Abhängigkeit vom Alter im AKTIN-Notaufnahmeregisterdatensatz im Zeitraum 2017-2020 in n=13 teilnehmenden Kliniken

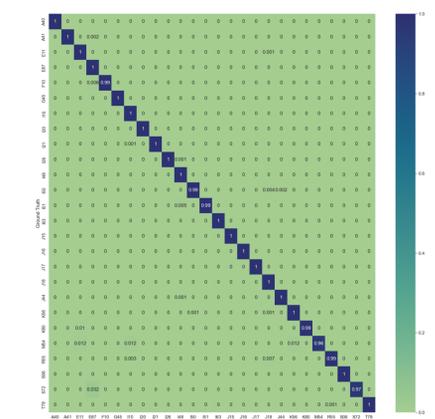


Abb. 6. Normalisierte Mehrklassen-Konfusionsmatrix eines trainierten Random Forest Modells zur Diagnoseklassifikation. (ICD Codes in alphabetischer Reihenfolge sortiert)

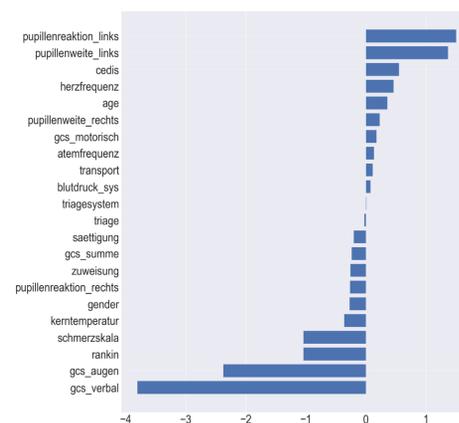


Abb. 7 Diagnose-Klassifikationsergebnis eines Random Forrest Modells erklärt mit Shap durch Darstellung der Merkmals-gewichtung

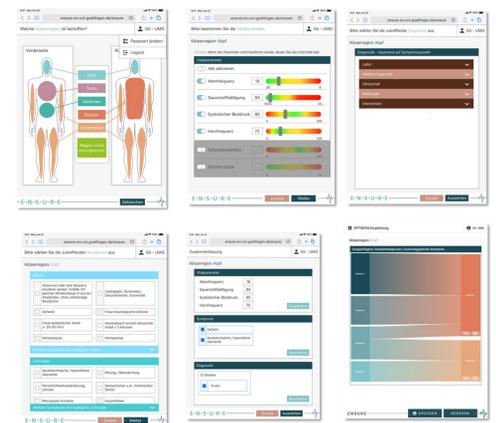


Abb. 8 Front End des CDSS ENSURE