



1

AI: Science
over Fiction

Epileptische Anfälle mit KI erkennen

Faktenpapier

Aus der Serie: AI: Science over Fiction

www.bitkom.org

bitkom

Herausgeber

Bitkom
Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e. V.
Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin
T 030 27576-0
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Verantwortliches Bitkom-Gremium

AK Artificial Intelligence

Autoren

Pinar Bisgin | Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST
Dr. Nabil Alsabah | Bitkom e. V.

Lektorat

Linda van Rennings | Bitkom e. V.

Satz & Layout

Katrin Krause | Bitkom e. V.

Titelbild

© Valiphotos | pixabay.com

Copyright

Bitkom 2019

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und/oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

AI: Science over Fiction

Die öffentliche Debatte um Künstliche Intelligenz ist nicht selten von Horrorszenarien aus der Science-Fiction geprägt. Dabei wird KI ein sich schleichend entwickelndes Bedrohungspotenzial attestiert. In dieser Publikationsreihe wollen wir KI entmystifizieren. In der praktischen Anwendung erschließt KI lediglich neue Möglichkeiten für die Automatisierung von klar definierten Aufgaben. In vielen Bereichen steckt KI noch in den Kinderschuhen. Klar ist jedoch: Die Dystopie einer omnipotenten KI ist der Literaturgattung Fantasy zuzuordnen.

1 Epilepsie ist eine der weltweit häufigsten neurologischen Erkrankungen

Weltweit sind etwa 0,4-1% der Menschen davon betroffen [1][2]. Das Erscheinungsbild der Anfälle ist vielfältig und reicht von äußerlich nicht oder kaum wahrnehmbaren, subjektiven Sinnesempfindungen oder geringfügigen Muskelzuckungen über kurze Bewusstseinspausen bis zu Stürzen mit Bewusstseinsverlust und Zuckungen am ganzen Körper oder auffälligen automatischen Handlungen.

Anfälle können zu Verletzungen oder Unfällen, teilweise aber auch lebensbedrohlichen Situationen führen. Die Lebensqualität der Betroffenen sowie der Angehörigen ist je nach Schweregrad und Häufigkeit der epileptischen Anfälle stark beeinträchtigt. Gerade auch die Unvorhersagbarkeit der Anfälle kann Unsicherheiten und Ängste auslösen [2].

Die Patientengruppe wird medikamentös behandelt mit dem Ziel, die epileptischen Anfälle zu unterdrücken oder, wenn das nicht möglich ist, die Symptome zu mildern. 60-70% der Patienten können mithilfe von passenden Medikamenten anfallsfrei werden. Um das passende Medikament zu identifizieren, betrachtet der Arzt die Auswirkungen eines Medikamentes auf die Anfälle des Patienten: Die Dosis wird angepasst oder ein anderes Medikament wird ausgewählt. Dazu benötigt der Arzt jedoch genaue Angaben über die Art und Häufigkeit der Anfälle, unter denen der Patient leidet [2][3].

Studien belegen, dass Patientinnen und Patienten ihre epileptischen Anfälle unzureichend dokumentieren [4-7]: Tagsüber zwischen 50-70% und nachts 14,2% ihrer Anfälle [3]. Erinnerungen an das Dokumentieren sind dabei nicht von Hilfe, da Patienten die Anfälle teilweise nicht bewusst miterleben oder sie wieder vergessen [4-6]. Die Dokumentation durch Bezugspersonen ist nicht ausreichend, da nicht jeder Anfall von außen beobachtbar ist [2][3].

Eine automatisierte Erkennung und Dokumentation von Anfällen kann MedizinerInnen helfen, die passenden Medikamente und Dosierungen zu verschreiben. Damit kann der Arzt, die Therapie an die individuellen Bedürfnisse des Patienten anpassen. Gleichzeitig kann die frühe Erkennung eines epileptischen Anfalls für die pflegende Person wertvoll sein, um rechtzeitig Sicherheitsmaßnahmen für den Patienten zu treffen. So ließen sich möglicherweise Unfälle und unerwartete Todesfälle verhindern, die im Rahmen einer Epilepsie-Erkrankung auftreten können [2][3][8].

»Um das richtige Medikament verschreiben zu können, benötigt der Arzt genaue Angaben über die Art und Häufigkeit der epileptischen Anfälle eines Patienten.«



2 KI macht eine zuverlässige Erkennung von epileptischen Anfällen erst möglich

Der Gold-Standard für die Erkennung von epileptischen Anfällen wird stationär in der Klinik ermittelt. Das technische Setting besteht aus einer Kombination von Videoaufnahmen und Elektroenzephalografie (EEG). Die Elektrodenpositionierung muss dabei von geschultem Personal angebracht werden, da die Elektroden nach dem 10-20-Prinzip positioniert werden müssen [9]. Das stationäre Setting kann daher nicht in den Alltag überführt werden. Aus diesem Grund wird ein System benötigt, das der Patient mobil mit sich tragen kann. So ein System soll anhand von Vitalparametern wie Blutdruck und Herzrate epileptische Anfälle detektieren. Tritt ein Anfall also auf, so soll das System ihn erkennen und registrieren [10].

Das Fraunhofer ISST hat gemeinsam mit der Universitätsklinik für Epileptologie Bonn, der *cosinuss*° GmbH, der Klinik für Neuropädiatrie der Universität Kiel und dem Norddeutschen Epilepsiezentrum in Schwentinental-Raisdorf im Rahmen eines vom BMBF geförderten Projekt eine In-Ohr-Sensorik entwickelt, die mit Hilfe von KI-Algorithmen Anfälle detektiert. Der Gehörgang ist aufgrund seiner von Natur aus geschützten Lage ein prädestinierter Messort, um Vitalparameter in Langzeit zu erfassen [11]. Zentral für die Funktionsweise dieses Systems ist die Analyse des Blutdrucks. Und dieser lässt sich durch die Pulswellenzeit (engl. Pulse Transit Time, PTT) bestimmen [12] [13].

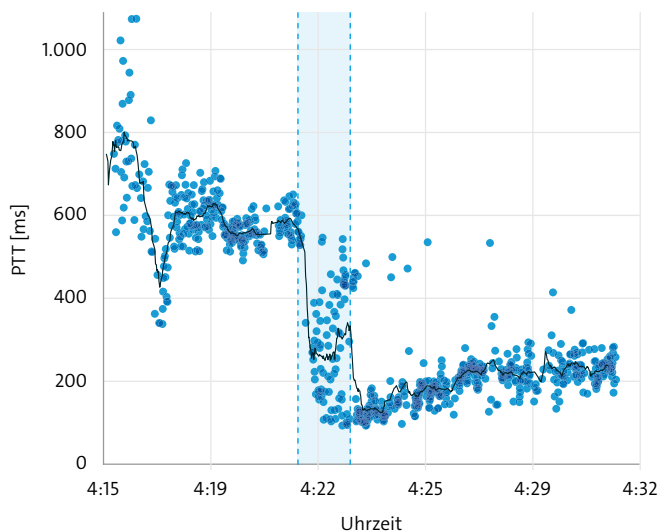


Abbildung 1: PTT in ms über der Uhrzeit. Der Bereich des Anfalls ist mit blau gekennzeichnet.

Der Blutdruck verändert sich während eines epileptischen Anfalls über die verschiedenen Phasen des epileptischen Anfalls. In der Abbildung 1 ist die PTT in ms über der Uhrzeit dargestellt. Der Zeitraum des Anfalls ist durch den gestrichelten Bereich gekennzeichnet. Das System betrachtet die PTT und alle neun Minuten trifft es die Entscheidung, ob es sich um einen Anfall handelt oder nicht. Es gibt nicht nur ein PPT-Muster für epileptische Anfälle, um diese mit Schwellwertanalysen zu definieren. Vielmehr gibt es verschiedene Anfallsmuster. Deshalb muss

der In-Ohr-Sensor die Fülle an PTT-Mustern erst lernen, um anschließend im Alltagseinsatz entscheiden zu können, ob ein PTT-Muster auf einen epileptischen Anfall hindeutet. Die Fähigkeit eines informationsverarbeitenden Systems, sich Wissen anzueignen, bezeichnen Informatiker als Künstliche Intelligenz.

Das Wissen kommt vom Facharzt. Der Facharzt kann sich ein PTT-Muster anschauen und entscheiden, ob hier ein epileptischer Anfall vorliegt. Er kann die Gründe nicht verbalisieren, die seinem Fachurteil zugrunde liegen. Deshalb brauchen wir einen Algorithmus, der das Black-box-Wissen des Arztes replizieren kann – einen Algorithmus, der ohne klare Regeln oder vordefinierte Schwellenwerte auskommen kann.

KI-Algorithmen des Maschinellen Lernens funktionieren so, dass sie mathematische Gesetzmäßigkeiten aus den Entscheidungen von Experten extrahieren können. Sie beobachten also das Entscheidungsverhalten von Experten und machen jene Merkmale aus, die diese Entscheidungen begründen. Was bedeutet das konkret in unserem Fall?

Bei dem genannten Projekt haben Fachärzte einen KI-Algorithmus mit den PTT-Mustern epileptischer Anfälle von 194 Patienten trainiert. Der eingesetzte Random-Forest-Algorithmus hat alle eingespeisten PTT-Muster analysiert und die Merkmale extrahiert, die die PTT eines epileptischen Anfalls auszeichnen. Auf diese Art und Weise bekommt die KI das Expertenwissen des Arztes überreicht, sodass sie genau die gleichen Entscheidungen treffen kann.

Jedoch hat diese Methodik Grenzen. Denn bei einem epileptischen Anfall wird zwischen zwei Anfallsformen unterschieden: Generalisierte und fokale Anfälle. Bei generalisierten Anfällen kommt es häufig zu Bewusstlosigkeit und der ganze Körper krampft. Dagegen entstehen die fokalen Anfälle in einem bestimmten Bereich des Gehirns. Für welche Funktion der Bereich zuständig ist, bestimmt, zu welchen Symptomen es kommt: Etwa zu einem Zucken des Arms, einer Gefühlsstörung oder einer Veränderung des Sehens.

Der im Rahmen des hier beschriebenen Projekts entwickelte Algorithmus, kann mit Hilfe des Blutdrucks die generalisierten Anfälle detektieren, da diese eben zu Veränderungen im Blutdruck führen. Bei den fokalen Anfällen verändert sich der Blutdruck aber kaum. Ferner, in der Trainingsphase des Algorithmus kamen generalisierte Anfälle häufiger vor. Der hier eingesetzte Algorithmus wurde also mit fokalen Anfällen nicht oft genug konfrontiert, um sie zuverlässig detektieren zu können.

»Der eingesetzte KI-Algorithmus bildet das Entscheidungsverhalten des Arztes ab. Dazu muss man ihn mit PTT-Mustern epileptischer Anfälle trainieren.«

3 Die Zukunft von KI in der Epilepsie

Mit Hilfe der KI können wir epileptische Anfälle automatisch detektieren. Erkannte Muster können als Entscheidungsunterstützung in therapeutischen Prozessen dienen. Gerade die langfristige Erfassung ermöglicht im Vergleich zu den klassischen Methoden ein höheres Maß an Personalisierung von Therapien. Wird die Medikation richtig ermittelt, so wird die Auftretswahrscheinlichkeit von Anfällen unterdrückt. In Zukunft sollen epileptische Anfälle nicht nur erkannt werden, sondern auch vorausgesagt werden. Gelingt es uns, das Zeitfenster für den Auftritt eines Anfalls vorauszusagen, so kann sich der Patient in Sicherheit bringen, um nicht durch externe Umstände Schaden zu nehmen (Anfall während des Treppensteigens).

Um zuverlässige Vorhersagen zu bekommen, muss der Algorithmus patientenspezifisch funktionieren können. Denn die einzelnen Anfälle unterscheiden sich von Mensch zu Mensch. Deshalb sind große Datensätze notwendig, um den Algorithmus entsprechend trainieren zu können. Die Datenbank muss erweitert werden, um spezifische Anfälle detektieren zu können. Eine große Datenmenge erfordert jedoch einen großen Speicherplatz. Aus diesem Grund sind selbstlernende Systeme attraktiv. Diese können anhand von wenigen Daten lernen und sich so auf jeden Patienten spezialisieren. Mit einer kleinen Menge an Datensätzen können erste Anfälle detektiert werden. Mit jedem Anfall wird der Algorithmus angepasst und erhält einen neuen Trainingsatz mit dem er zukünftige Anfälle patientenspezifisch erkennen kann.

Große Potentiale der Digitalisierung könnten sich für den Bereich der medizinischen Forschung aus einer größeren Verfügbarkeit von Daten ergeben. Grundsätzlich werden heutzutage deutlich mehr Daten allein durch die alltägliche Nutzung von z.B. Fitness-Trackern, Ernährungstagebüchern etc. erhoben. Auch steigt die Präzision von Bilderkennung und Diagnoseinstrumenten, die Datenqualität steigt. Je besser der Zugang von Forschungseinrichtungen zu Daten ist, umso mehr Innovationen werden aus den Daten entwickelt werden können. Der momentane Rechtsrahmen hemmt diese Entwicklung aber, insbesondere durch den Flickenteppich aus verschiedenen Datenschutzgesetzen auf Bundes- und Länderebene, Spezialgesetzen zu Forschung und Gesundheit sowie unterschiedlichen Landeskrankenhausgesetzen etc. Dieser Status quo konnte auch durch das Mehr an europäischer Harmonisierung durch die DS-GVO nicht verbessert werden. Der Rechtsrahmen bleibt damit unübersichtlich und praxisfern und bedarf dringender Überarbeitung und Vereinheitlichung.

4 Literaturverzeichnis

1. M. C. Picot, M. Baldy-Moulinier, J. P. Daurès, P. Dujols, and A. Crespel, »The prevalence of epilepsy and pharmaco-resistant epilepsy in adults: A population-based study in a Western European country«, *Epilepsia*, vol. 49, no. 7, pp. 1230–1238, 2008.
2. S. Ramgopal et al., »Seizure detection, seizure prediction, and closed-loop warning systems in epilepsy«, *Epilepsy Behav.*, vol. 37, pp. 291–307, 2014.
3. J. Bidwell, T. Khuwatsamrit, B. Askew, J. A. Ehrenberg, and S. Helmers, »Seizure reporting technologies for epilepsy treatment: A review of clinical information needs and supporting technologies«, *Seizure*, vol. 32, pp. 109–117, 2015.
4. O. Contribution and S. Design, »Accuracy of Patient Seizure Counts«, vol. 64, no. 11, pp. 1595–1599, 2014.
5. D. E. Blum, J. Eskola, J. J. Bortz, and R. S. Fisher, »Patient awareness of seizures«, *Neurology*, vol. 47, no. 1, pp. 260–264, 1996.
6. F. Kerling, S. Mueller, E. Pauli, and H. Stefan, »When do patients forget their seizures? An electroclinical study«, *Epilepsy Behav.*, vol. 9, no. 2, pp. 281–285, 2006.
7. B. Vanrumste et al., »Non-EEG seizure detection systems and potential SUDEP prevention: State of the art«, *Seizure*, vol. 41, pp. 141–153, 2016.
8. EPITECT-Konsortium, »EPitect – Sensorische Anfalldetektion«, 2016. [Online]. Available: <https://www.epitect.de/>.
9. Klem, George H., et al. »The ten-twenty electrode system of the International Federation«, *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 52.3 (1999): 3-6.
10. Houta S, Bisgin P, Dulich P (2019) Machine Learning Methods for Detection of Epileptic Seizures with Long-Term Wearable Devices eTELEMED 2019, In The Eleventh International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, IARIA (Athens, Greece, 2019), 108–113.
11. Kreuzer J (2009) Alltagstaugliche Sensorik: Kontinuierliches Monitoring von Körperkerntemperatur und Sauerstoffsättigung. Dissertation, Technische Universität München.
12. Hennig, A. und A. Patzak: Continuous blood pressure measurement using pulse transit time. *Somnologie – Schlafforschung und Schlafmedizin*, 17(2):104–110, jun 2013.
13. Peter, L., N. Noury und M. Cerny: A review of methods for non-invasive and continuous blood pressure monitoring: Pulse transit time method is promising? *Irbm*, 35(5):271–282, 2014.

Autoren



Pinar Bisgin

Pinar Bisgin ist Ingenieurin und ist als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik in der Abteilung HealthCare tätig.



Dr. Nabil Alsabah

Dr. Nabil Alsabah ist Bereichsleiter Künstliche Intelligenz und Big-Data.AI Summit im Bitkom.



Bitkom vertritt mehr als 2.700 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon gut 1.900 Direktmitglieder. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

**Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

Albrechtstraße 10

10117 Berlin

T 030 27576-0

F 030 27576-400

bitkom@bitkom.org

www.bitkom.org

bitkom