3

Künstliche Intelligenz in Anamnese und Diagnose – Ein Bericht am Beispiel von Ada

Martin Christian Hirsch

„Hallo, mein Name ist Alyssa und seit Jahren habe ich starke Unterleibsschmerzen. Ich war bei vielen Ärzten und es wurden sehr viele Tests und Operationen durchgeführt, um herauszufinden, welches Problem ich hatte – es begann, mein Leben zu übernehmen. Ich konnte nicht arbeiten, ich konnte nicht zur Schule gehen und es hat mein Privatleben stark belastet. Schließlich gab ich einfach auf und habe versucht, zu lernen, mit diesem ständigen Schmerz zu leben. Dann sah ich eines Tages, während ich auf Facebook war, eine Anzeige für Ada und beschloss, es auszuprobieren. Ich ging durch den ganzen Prozess und schließlich gab sie mir das Ergebnis ‚Funktionelle Bauchschmerzen oder CAPS[1]' und während ich die Symptome und Behandlungsmöglichkeiten las, fing ich an zu weinen, weil endlich jemand in der Lage war, mir zu sagen, was los ist! Ich weiß, dass sie keine echte Ärztin ist, aber ich bin mit dieser Info zu einem echten Arzt gegangen und jetzt bekomme ich die Hilfe, die ich seit Jahren brauche und ich möchte mich nur bei Dir bedanken!"

Als ich im Frühjahr 2018 diese Zuschrift von Alyssa las, dämmerte mir, dass wir nach sieben Jahren harter Arbeit endlich einen entscheidenden Meilenstein auf unserer Reise erreicht hatten: Ada hatte einem Menschen, der unter einer komplexen, schwer zu diagnostizierenden Krankheit leidet, einen Hinweis gegeben, der den Arzt zur richtigen Diagnose geführt hat.

Heute (Januar 2019) hat Ada über neun Millionen „Vor-Diagnosen" an Ratsuchende in aller Welt ausgeliefert, und alle paar Sekunden kommt eine neue hinzu. Menschen aus allen Teilen der Welt nehmen ihre Gesundheit selbst in die Hand, teilweise weil sie keinen vernünftigen Zugang zu Ärzten haben, teilweise weil sie Zweifel an ihrer Diagnose haben, meist jedoch, weil sie nicht genau wissen, wie sie ihre Symptome einschätzen sollen und was die richtigen nächsten Schritte sind. Innerhalb von zwei Jahren hat Ada „Vor-Diagnosen" an mehr als fünf Millionen Nutzer in über 100 Ländern ausgeliefert (s. Abb. 1). Aus welchen Gründen auch immer Menschen Rat bei Ada suchen: Die starke

1 Cryopyrin-Associated Autoinflammatory Syndrome

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

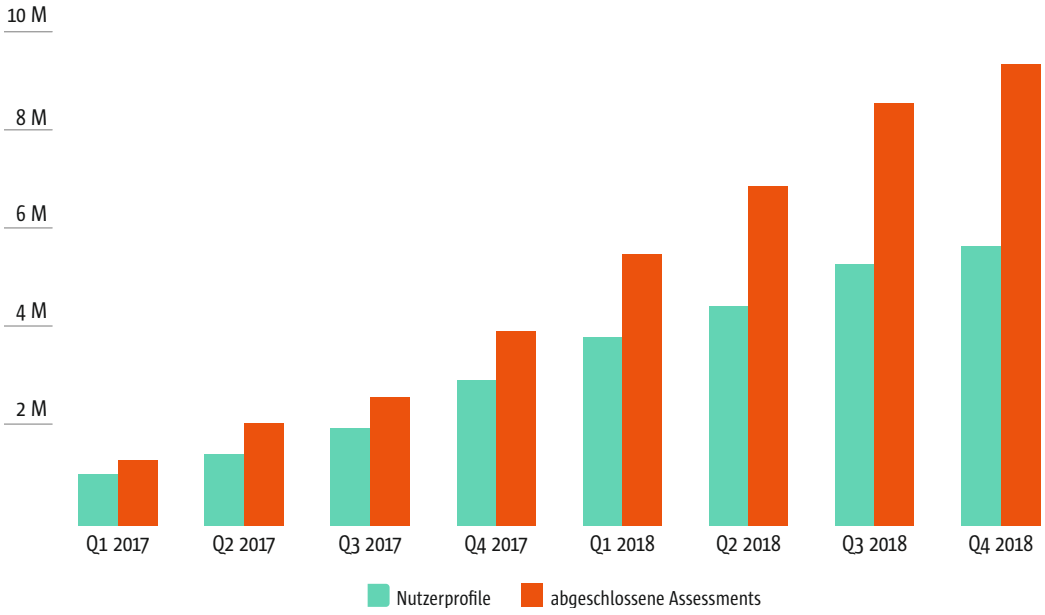

Abb. 1 Wachstum von Ada in Millionen – Nutzerprofile und abgeschlossene Assessments (= „Vor-Diagnosen")

und positive Resonanz lässt erahnen, dass immer mehr Menschen ihre Gesundheit selbst in die Hand nehmen wollen und könnte darauf hindeuten, wie Künstliche medizinische Intelligenz in Verbindung mit medizinischem Wissen und mobilen Endgeräten die Gesundheitssysteme der Welt und die Beziehung zwischen Patienten und Ärzten verändern wird. Von dieser Transformation handelt dieser Beitrag.

Die Idee zu Ada entstand aus der einfachen Erkenntnis, dass menschliche Gehirne nicht dafür gebaut sind

1. mehr als 10.000 Krankheitsbilder sowie über 12.000 Symptome zu speichern und mit einer konkreten Patientensituation abgleichen zu können,
2. das täglich neu hinzukommende Wissen in der Medizin aufzunehmen, zu verarbeiten und im ärztlichen Alltag anwenden zu können und
3. die zukünftig aufkommende Datenflut rund um den Einzelnen in angemessener Form zusammendenken und für eine personalisierte Prävention nutzen zu können.

Schon jeder einzelne dieser drei Teilaspekte ist eine Überforderung des menschlichen Gehirns. Bisher haben die Menschen versucht, dieser Überforderung zu begegnen, indem sie die Medizin in unterschiedliche Fachdisziplinen aufspalten, sodass die Komplexität der Aufgabe noch halbwegs zu den Möglichkeiten menschlichen Denkens passt. Doch gleichzeitig generiert diese mehr oder weniger willkürliche Aufteilung der Medizin neue Probleme. Der Ruf nach „interdisziplinärer Behandlung" komplexer Erkrankungen oder „multidisziplinärer Gesundheitszentren" sind nur zwei Folgen dieser unbefriedigenden Entwicklung. Genom-Sequenzierung, Präzisionsmedizin und personalisierte Prävention werden die Komplexität endgültig in eine Höhe treiben, die nur noch mit maschineller Unterstützung zu bewältigen ist. Ausgangspunkt von Ada war es also, dem Arzt zu helfen, die zukünftig anfallende Fülle von Informationen beim Patienten mit dem stetig steigenden Wissen der Medizin besser abgleichen und beides bei der Diagnose berücksichtigen zu können.

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

Wie sollte eine „maschinelle Unterstützung“ medizinischer Diagnostik aussehen?

Fünf Leitsätze standen beim Design der Ada-KI im Mittelpunkt:

Der Entscheidungsprozess wird unterstützt, nicht abgenommen. Das KI-System soll also nicht „die Diagnose machen“, sondern lediglich den diagnostischen Prozess aufseiten des Patienten und des Arztes sowie das Zusammenspiel der beiden, unterstützen. Es geht also nicht darum, Ärzte oder ärztliche Diagnostik zu ersetzen, sondern Ärzte bei der Zusammenschau der für eine Diagnose wichtigen Informationen durch aktive Zuarbeit zu unterstützen sowie gleichzeitig erkrankten Menschen eine aktive, qualitativ hochwertige, medizinische Informationsquelle anzubieten.

Die gegebene Empfehlung ist transparent und nachvollziehbar. Heutige KI-Systeme gehen zumeist aus *Machine Learning-Prozessen* hervor, in denen künstliche neuronale Netze durch annotierte Datensätze trainiert werden. So gut diese Ansätze bei der Wiedererkennung von Bildern schon funktionieren, so haben sie in der Regel den Nachteil, dass nicht klar ist, wie genau die neuronalen Netze verschaltet sind (Black Box-Effekt). Der Arzt erhält also keine Begründung, warum das System jetzt dieses oder jenes erkannt zu haben meint. Bei einer Argument-basierten Gesamtdiagnose ist dies nicht hinnehmbar. Die KI muss dem Arzt „auf einen Blick“ darlegen können, warum sie eine Erkrankung vorschlägt und was aus ihrer Sicht für und gegen die jeweilige Krankheit spricht. Diese „Argument-Fähigkeit“ ist eine notwendige Voraussetzung dafür, dass sich Diagnoseunterstützungssysteme im ärztlichen Alltag durchsetzen können.

Adas Argumentation erfolgt durch sogenannte *Contribution-Lines*. Diese Linien zeigen dem Arzt zum Beispiel, welche Befunde wie stark für welche Krankheit sprechen (s. Abb. 2). Ada zeigt ihm dabei auf einen Blick, welche Symptome (links) für und gegen welches Krankheitsbild sprechen. Grüne Linien (anwesende Symptome) sprechen für, rote Linien (abwesende Symptome) gegen eine Erkrankung. Die Dicke der Linie ist jeweils „die Stärke des Arguments“ – aus Sicht von Ada. Der Arzt kann dies zur Kenntnis nehmen und dann zustimmen oder aber zu einer anderen Einschätzung kommen. Ada fungiert also als eine Art Kollege, dessen Argumente man nutzen kann, um seine eigene Entscheidung zu finden.

Medizinische Gewissenhaftigkeit und Offenheit stehen im Zentrum. Gesundheit ist ein hohes Gut. Die Analyse eines Gesundheitszustandes bzw. einer Erkrankung muss daher mit höchster Sorgfalt und ohne Kompromisse bezüglich der Qualität erfolgen. Aber neben dieser inhaltlichen Qualitätsverpflichtung gibt es noch ein zweites Gebot, das dem Ansatz von Ada zugrunde liegt: das Gebot der Offenheit und Verlässlichkeit. Kein Nutzer soll das Gefühl haben, dass wir ihm etwas vorenthalten – auch dann nicht, wenn eine kritische Erkrankung die wahrscheinlichste Erklärung ist. Es ist uns bewusst, dass es gute Argumente gibt, Kranke nicht ungeschützt mit einem unangenehmen Verdacht zu konfrontieren. Aber auf der anderen Seite scheint es uns auch keine Option zu sein, einen solchen zu verheimlichen, wenn er doch wahrscheinlich ist. Auffallend häufig bedanken sich Ada-Nutzer für entscheidende Diagnosehinweise – gerade auch bei schweren und unheilbaren Erkrankungen. Hier ein stellvertretendes Testimonial aus dem Dezember 2018:

> *„Du hast mir vor ein paar Monaten geholfen, meinen Brustkrebs zu diagnostizieren, niemand nahm mich ernst, da ich erst 17 war. Diese App hat entscheidend dazu beigetragen, mein Leben zu retten, da bei mir ein Sarkom-Brustkrebs diagnostiziert wurde. Danke.“*

Einen Sonderfall stellen akute Selbsttötungsabsichten dar. In diesem Fall brechen wir (intern) die Ada-Anamnese ab, geben einen empathischen Hinweis und raten zu einem Gespräch mit einem Verwandten, bzw. einem Arzt. Wenn dies nicht möglich ist, verweisen wir auf eine Telefonnummer zu einem darauf spezialisierten Seelsorgedienst im jeweiligen Land.

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

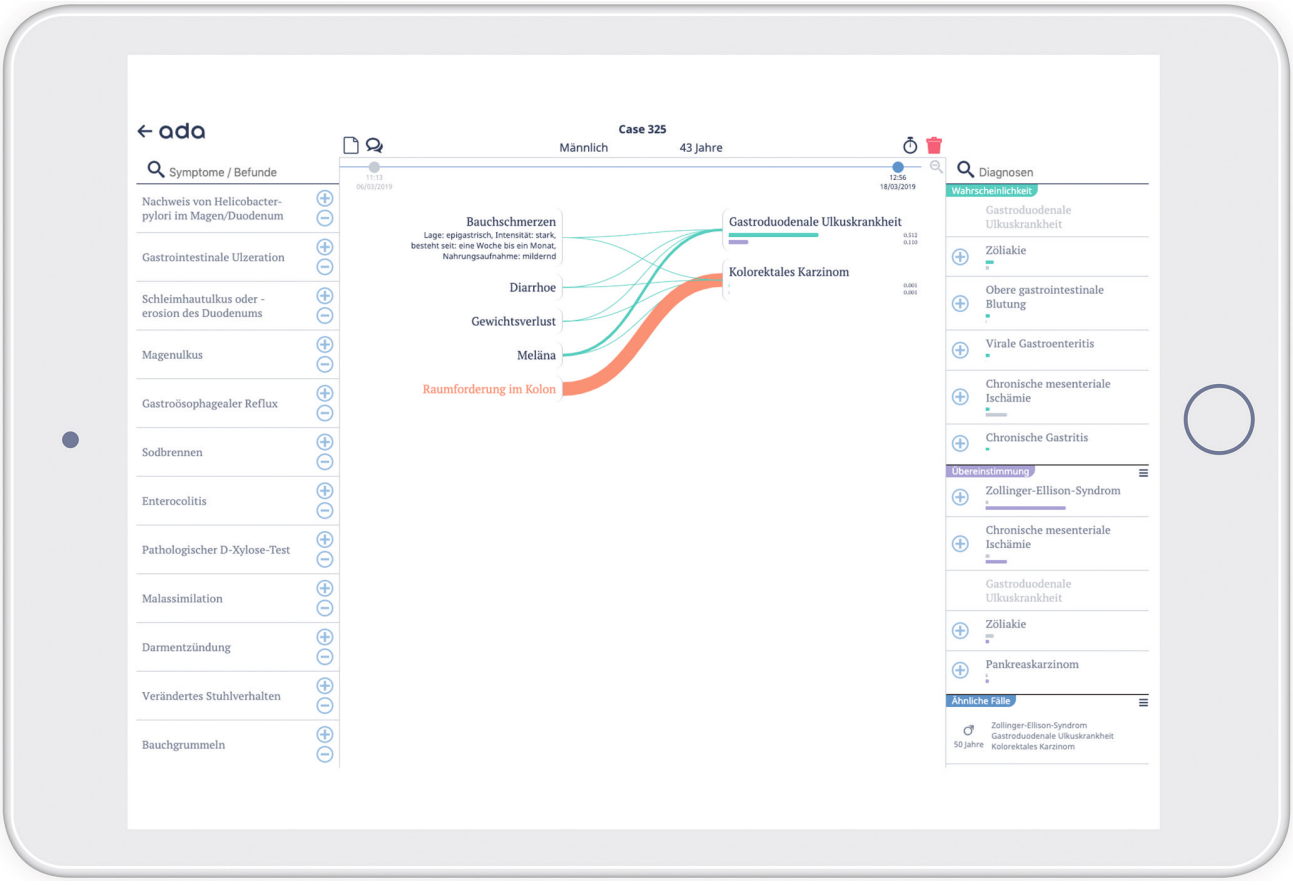

Abb. 2 Contribution-Lines in Ada: grüne Linien = anwesende Symptome, orange Linien = abwesende Symptome, Dicke der Linie = „Stärke des Arguments“

Dass dieser Ansatz zu funktionieren scheint, belegen zahlreichen Testimonials. Wie zum Beispiel das von Jessica W. im Dezember 2018:

> *„Die Entwickler haben einen großartigen Job gemacht! Die App stoppte höflich die Evaluierung, nachdem sie nach Selbstmord gefragt hatte, gab einen kurzen Überblick über Möglichkeiten wie mir geholfen werden kann, vermittelte mir Hoffnung und erlaubte es mir dann fortzufahren, wenn ich mich dazu entschied. Das ist der beste Weg, den ich je gesehen habe, jemandem sanft mitzuteilen, dass du dich um ihn sorgst. Ich brach tatsächlich in Tränen aus. Die App selbst ist beeindruckend und gut gemacht, sehr klar und übersichtlich. Aber diesen einen Teil … werde ich nie vergessen.“*

Das System ist für jeden jederzeit und ohne Bezahlbarriere verfügbar. Kein Mensch, der an einer Erkrankung leidet, soll durch eine Bezahlschranke von den Möglichkeiten KI-basierter Diagnoseunterstützung ausgeschlossen sein – diese einfache Idee stand am Anfang von Ada. Damit soll vor allem sichergestellt sein, dass auch Menschen in Low and Middle Income Countries (LMIC), wo der Ärztemangel eklatant ist, Zugriff auf die KI haben.

Das Smartphone ist zum Schweizer Taschenmesser der digitalen Welt geworden und erfährt gerade auch in LMIC sowie natürlich bei jungen Menschen eine enorme Verbreitung. Es liegt also nahe, diesen universalen und stets griffbereiten digitalen Helfer auch für den Zugriff

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

auf eine Gesundheits-KI zu nutzen. Ada tut dies in Form eines interaktiven Chatbots, der sowohl über ein klassisches Text-Interface wie auch zukünftig über Sprach-Interaktion funktioniert. Der Ada-Chatbot fragt dabei nicht nur Symptome ab, sondern versucht auch, diese im Detail näher zu charakterisieren. Interaktive Grafiken erlauben eine intuitive Interaktion (s. Abb. 3). Am Ende helfen Infografiken dem Nutzer, das Ergebnis zu verstehen.

Das System ist interdisziplinär und international. Ein KI-System im Bereich der Anamnese global verfügbar zu machen, ist weniger eine technische Herausforderung als vielmehr eine semantisch-kulturelle. Wie Nutzer bestimmte Symptome und eigene Befunde sprachlich ausdrücken ist hochgradig kulturabhängig. Wortwörtliche Übersetzungen sind nur in den seltensten Fällen richtig. Da die Verlässlichkeit der Antwort aber wichtig für die Qualität der Anamnese ist, muss die Übersetzung mit viel Sorgfalt von medizin-kundigen Muttersprachlern durchgeführt und dann sorgsam vor Ort validiert werden.

Medizin ist komplex und braucht daher Fachtermini, um präzise zu sein. Dies gilt auch für die KI von Ada, die mehr als 7.000 Fachtermini kennt. Häufig sind diese aber eine Barriere für Laien. Daher bedarf es einer umsichtigen und sorgfältigen „Übersetzung" der Fachtermini in die Sprache des Nutzers.

Die KI von Ada funktioniert unabhängig von der jeweiligen Sprache. Sie arbeitet auf der Basis semantischer Konzepte. Für jedes dieser Konzepte gibt es nun mindestens zwei sprachliche Ausdrucksformen:

1. in Richtung Arzt (Fachtermini) und
2. in Richtung Patient („patient friendly term").

Eine solche Lösung hat zudem den Vorteil, dass der Patient die Anamnese in seiner Landes- und Laiensprache durchführen kann. Der Arzt bekommt das Ergebnis jedoch in seiner landessprachlichen Fachsprache präsentiert. In Gegenden mit breiter sprachlicher Vielfalt oder bei Reisen im Ausland kann dies die Kommunikation zwischen Patienten und Arzt entscheidend verbessern.

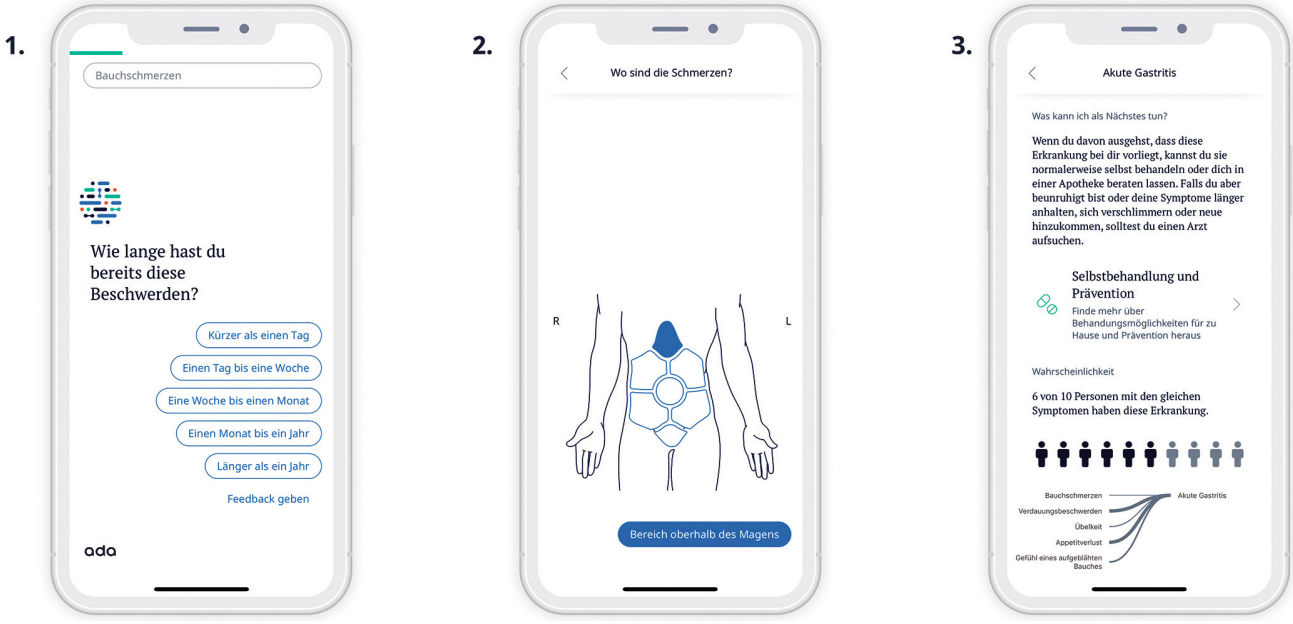

Abb. 3 Der Ada-Chatbot: Text-Interface (links), interaktive Grafiken (Mitte), Infografiken zum Ergebnis (rechts) (Ada 2019)

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

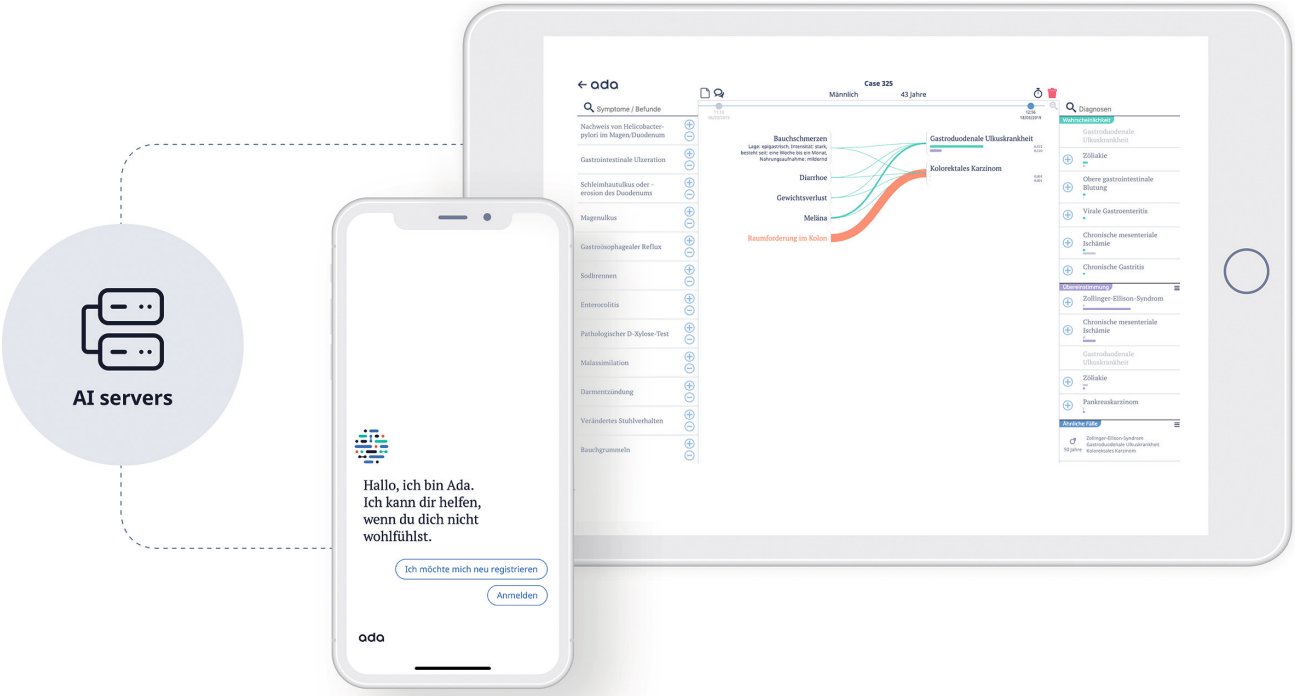

Abb. 4 Die künstliche medizinische Intelligenz Ada für Patienten (Smartphone-basierter Chatbot) und für Ärzte (Tablet-basiertes DX)

Basierend auf diesen Design-Richtlinien wurde Ada aufgesetzt. In den ersten Jahren stand die Tablet-basierte Arzt-Version (Ada/DX) im Mittelpunkt, 2017 kam dann der nutzerorientierte Chatbot (Ada) dazu. Beide Systeme nutzen serverseitig dieselbe KI. Dadurch lassen sich Daten zwischen den beiden Systemen gut austauschen (s. Abb. 4).

In den letzten beiden Jahren hat Ada in den Gesundheitsmärkten dieser Welt sehr viel positive Resonanz erfahren. Besonders bei Nutzern, in Spezialambulanzen, in Entwicklungsländern und in der universitären Ausbildung.

Ada beim Nutzer

Ferdinand Gerlach ist Direktor des Instituts für Allgemeinmedizin an der Universität Frankfurt am Main und seit 2012 Vorsitzender des Sachverständigenrats zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen. Er ist Gründungs- und Vorstandsmitglied des Deutschen Netzwerks Evidenzbasierte Medizin und des Aktionsbündnisses Patientensicherheit. Von 2010 bis 2016 war er Präsident der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM). In einem Interview mit dem Internetforum MedWatch beschreibt Gerlach eine mögliche Zukunft der Primärversorgung so:

> *„Ich erzähle mal eine Geschichte, um zu zeigen, wie es laufen könnte: Menschen nutzen zukünftig immer häufiger Sprachassistenten wie Alexa oder Siri. Dann sagen sie: Ich habe heute Kopfschmerzen, was soll ich machen? Dann wird Alexa auf ein entsprechendes Chat-Bot-Programm wie Ada Health schalten, das gezielt nachfragt: Sind die Kopfschmerzen einseitig oder beidseitig, nimmst Du Medikamente, musst Du erbrechen, hast Du auch Sehstörungen. Je nach Antwort kommen die nächsten Fragen gewichtet – am*

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

Ende kommt eine Aussage wie: Neun von zehn Patienten mit diesen Symptomen haben einen Spannungskopfschmerz. Dann macht Ada einen Vorschlag, zum Beispiel: ‚Leg Dich ins Bett und trink viel – und wenn es dann nicht weggeht ist, melde Dich nochmal. Wir können Dir auch sofort Kopfschmerztabletten schicken – mit unserem Premiumdienst ist es innerhalb von zwei Stunden bei Dir.' Dann macht Amazon Prime eine Direktlieferung einer Packung Kopfschmerztabletten bis an die Haustür. Oder es heißt: ‚Das ist noch etwas unklar, wir sollten einen Arzt hinzuziehen: sollen wir innerhalb der nächsten halben Stunde eine Videoverbindung zu einem unserer Ärzte herstellen?' (...)" (MedWatch 2018)

Diese Schilderung enthält zweifelsohne eine Reihe von Aspekten, die in Zukunft mit Sicherheit Teil der Primärversorgung sein werden. Das Gesundheitssystem beginnt nicht länger in den Warteräumen von Arztpraxen oder Kliniken, sondern Zuhause auf dem Smartphone (s. Abb. 5). Je nach Symptomlage rät Ada dazu, im Bett zu bleiben, ein OTC-Medikament zu besorgen, einen Tele-Arzt zu konsultieren oder einen Hausarzt bzw. eine Klinik aufzusuchen. Im Idealfall verfügen die drei letzten über Ada/DX, sodass der Arzt gut auf die Konsultation vorbereitet ist.

Das wird die Gesundheitssysteme entlasten und Kosten reduzieren. Und gleichzeitig wird die Qualität der Versorgung steigen, denn Ada wird schon während der e-Anamnese auf dem Sofa ein Auge darauf haben, ob sich hinter den Symptomen eine komplexe oder seltene Erkrankung verbergen könnte oder nicht. Dabei wird sie in ihrer Anamnese nicht nur die 10.000 möglichen Krankheiten berücksichtigen, sondern auch die vergangenen Ada-Berichte, die Sensordaten aus den Wearables, das genetische Risikoprofil und die Familiengeschichte. Sollte sich der Verdacht auf eine ernsthafte Erkrankung erhärten, wird Ada alle zur Einschätzung der aktuellen Situation notwendigen Informationen übersichtlich in einem Situationsbericht zusammenstellen und, wenn der Nutzer dies wünscht, an den Arzt schicken. Der Arzt kann sich auf einen Blick ein Bild über die Krankheit machen und basierend darauf mit dem Erkrankten nach einer Lösung suchen.

Ada beim Arzt

KI-basierte Diagnoseunterstützungssysteme werden in den kommenden Jahren zu einem integralen Bestandteil der alltäglichen ärztlichen Arbeit werden. Es wird der Normalfall sein, dass KI-Systeme wie Ada den Diagnoseprozess begleiten. An zwei zentralen Punkten kann Ada schon heute den Arzt unterstützen:

Ada führt im Wartebereich eine Vor-Diagnose durch. Sowohl in der Arztpraxis wie auch in der Klinik müssen Patienten, die keine hoch-akute Erkrankung haben, in der Regel mit Wartezeit rechnen. Diese Zeit kann genutzt werden, indem Ada eine e-Anamnese durchführt und eine Vor-Diagnose ausarbeitet, die dann dem Briefing des Arztes dient. Eine solche Zuarbeit wird den Arzt auf dreierlei Weise entlasten:

1. **Anamnese-Erhebung**: Ada nimmt sich die Zeit, die nötig ist, um Symptome, deren Attribute und Risikofaktoren abzufragen und fasst das Ergebnis in einem übersichtlichen Bericht „auf einen Blick" für den Arzt zusammen.
2. **Dokumentation**: Ada dokumentiert die Beschwerden, die der Patient berichtet, sodass auch nachträglich klar belegt ist, was berichtet worden ist – und was nicht.
3. **Diagnose-Unterstützung**: Ist der Fall komplexer, kann der Arzt ihn weiter ausarbeiten – dabei wird er aktiv von einer Ada-Version speziell für Ärzte unterstützt, welche sowohl Vorschläge für eine Befunderhebung macht, als auch im Hintergrund prüft, ob eine seltene Erkrankung in Erwägung gezogen werden sollte. Mithilfe dieser Unterstützung entscheidet der Arzt am Ende über die wahrscheinlichste Diagnose und die nächsten Schritte. Auf diese Weise kann der Arzt das Risiko verringern, Ursachen für Beschwerden zu übersehen.

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

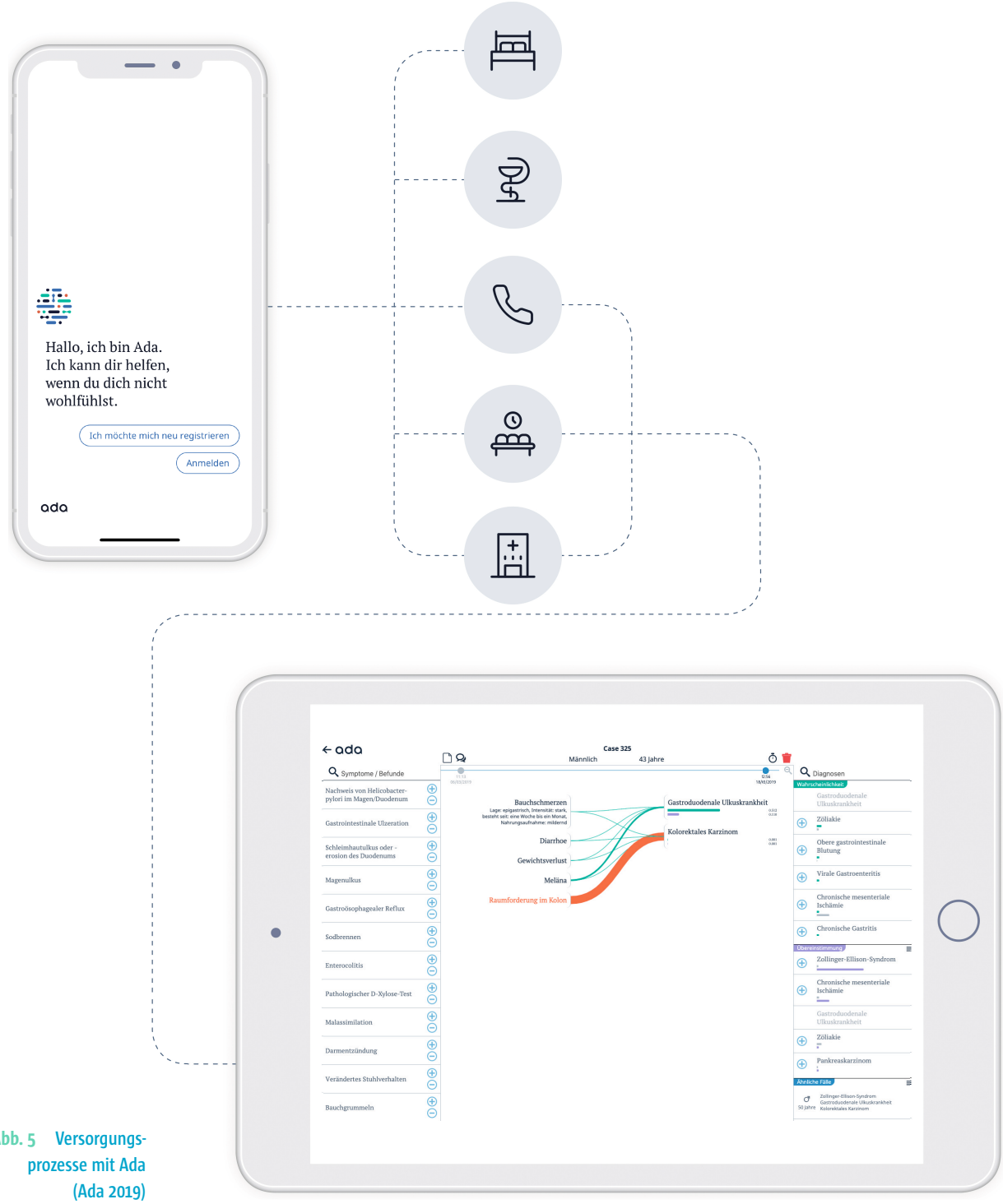

Abb. 5 Versorgungsprozesse mit Ada (Ada 2019)

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

Ada kann auf diese Weise sowohl niedergelassene Haus- und Fachärzte als auch die Ambulanzen der Kliniken unterstützen.

Ada unterstützt die Diagnose unerkannter und seltener Erkrankungen. Wohl keine Sparte der Medizin ist diagnostisch eine so große Herausforderung wie der Bereich unerkannter und seltener Erkrankungen. Jürgen Schäfer, Leiter des Instituts für Unerkannte und Seltene Erkrankungen an der Universität Marburg, schreibt dazu:

> *„Bei den seltenen Krankheiten, mit denen wir es zu tun haben, ist man ständig mit der eigenen Unwissenheit konfrontiert und muss diese Lücken als Chance verstehen, denn niemand kann all die seltenen Krankheiten und Syndrome auswendig kennen. Da werden moderne Computersoftware sowie leistungsstarke Computer zu einer enormen Hilfe." (Schäfer 2015, S. 67)*

Aktuell dauert es durchschnittlich circa sieben Jahre bis Betroffene von seltenen Erkrankungen die korrekte Diagnose erhalten. Die Ergebnisse einer retrospektiven Studie, die an der Uniklinik Hannover gemeinsam mit Frau Professorin Dr. Annette Wagner durchgeführt wurde, legen nahe, dass mithilfe von Ada diese Zeit verkürzt werden kann (Ronicke et al. 2019).

Wenn standardmäßig jeder Anamneseprozess in den Praxen von KI-Systemen begleitet werden würde, würden wir bei der Erkennung seltener Erkrankungen bisher kaum vorstellbare Fortschritte erzielen.

Ada in Entwicklungsländern (Low and Middle Income Countries, LMIC)

Bis heute haben knapp vier Milliarden Menschen keinen Zugang zu einer Basisgesundheitsversorgung! Für diese Menschen und Länder birgt mobile KI-Medizin ein enormes Potenzial. Mobile Endgeräte, ausgestattet mit KI wie Ada und in Verbindung mit mobilen Messgeräten (Blutdruck, Lab-on-a-Chip u.a.) und eventuell telemedizinisch unterstützt, triggern in unterentwickelten Regionen völlig neue Versorgungskonzepte, in denen die Qualifizierung von nicht-ärztlichem Gesundheitspersonal eine zentrale Rolle spielt.

Ada Health stellt sich der enormen Herausforderung mit ihrer Global Health Initiative (GHI). Hier entwickeln wir gemeinsam mit Stiftungen wie der *Fondation Botnar* und der *Bill und Melinda Gates Foundation* Konzepte, wie wir zum Beispiel „community health workers" Ada zur Verfügung stellen können und sie somit befähigen, eine medizinische Grundversorgung sicherzustellen. Die Vision dabei ist, dass medizinisches Anwendungswissen zukünftig leicht handhabbar und kontextsensitiv überall auf der Welt zur Verfügung steht – unabhängig davon, ob ein Arzt mit einer klassischen universitären Ausbildung vor Ort sein kann. So könnte der Aufbau von funktionierenden Gesundheitssystemen mit geringen Ressourcen durch KI überhaupt erst ermöglicht werden.

Durch den zunehmenden Ärztemangel in ländlichen Regionen entwickelter Länder wird dieser Anwendungsfall von Ada auch auf der nördlichen Halbkugel immer häufiger nachgefragt.

Ada in der Aus- und Weiterbildung

KI-Systeme wie Ada werden sowohl das (Selbst-) Bild des Arztes wie auch die Art, wie Ärzte zukünftig in Praxen und Kliniken und mit Patienten zusammenarbeiten nachhaltig und grundlegend verändern. KI-Systeme müssen vom Arzt bedient und mit kritischer Distanz eingesetzt werden – beides will gelernt sein. Da Systeme wie Ada aktiv in ein Herzstück der Medizin, nämlich der Befunderhebung und der Diagnostik, eingreifen, sollten diese Kompetenzen im Rahmen des Medizinstudiums vermittelt werden. Junge Privatdozenten, wie PD Dr. med. Sebastian Kuhn in Mainz (Kuhn et al. 2018), aber auch Großfor-

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

schungsprojekte wie HiGHmed arbeiten derzeit an Konzepten, wie Ärzte und Medizininformatiker auf diesen neuen, KI-basierten Alltag vorbereitet werden können. Ada ist dabei ein praxisnaher Anwendungsfall, und Ada Health hilft bei der Entwicklung von Curricula und Praktika.

Aber auch die ärztliche Fort- und Weiterbildung sollte sich des Themas KI stärker annehmen als bisher, um so auch bereits praktizierende Ärzte umfassend über KI zu informieren. Hier versucht Ada gemeinsam mit Ärztekammern geeignete Formate zu entwickeln.

Ausblick

Neben den genannten schon heute anlaufenden Veränderungen des Gesundheitssystems sehe ich zwei weitere große Chancen, die sich aus der Verbreitung von KI-Systemen wie Ada ergeben:

1. **Das Zeitalter personalisierter Prävention.** KI-gestützte Systeme werden zukünftig eine deutlich personalisiertere und individuellere Versorgung ermöglichen als bisher. „One size fits all"-Lösungen, wie sie heute in weiten Teilen der Gesundheitsversorgung üblich sind, werden dann endgültig der Vergangenheit angehören. Unsere Anstrengungen werden sich zukünftig von der schwerpunktmäßigen Versorgung von Erkrankten viel stärker auf die Prävention verlagern und dabei die individuellen Risikofaktoren des Einzelnen umfassend berücksichtigen. Dies reicht von der Einbeziehung von Gen(om) analysen über Symptom-Tagebücher bis hin zum Monitoring von Vitaldaten durch Wearables und Smart Home Devices (z.B. Schlafmatten). Dies ändert weite Bereiche des Gesundheitswesens fundamental, denn es verlagert den Schwerpunkt weg von der akuten Intervention hin zu einem Verständnis von Gesundheitsvorsorge als einen fortlaufenden und vor allem individuellen Prozess. Derartige Personalisierungen, auch im Bereich der Therapie, werden Element aller modernen Gesundheitssysteme sein.
2. **Eine neue Ära der Epidemiologie.** Eine so feingranulare und Ontologie-basierte, also semantisch interoperable Erhebung von Symptomen, wie sie von Ada durchgeführt wird, kann die Epidemiologie auf ein nie dagewesenes Niveau heben – eine flächendeckende Verbreitung vorausgesetzt. Krankheitsbilder können simuliert und rückwirkend weltweit identifiziert sowie Krankheitsherde aufgespürt werden. Ausbrüche können früher und regional umgrenzter entdeckt werden, der Erfolg von Maßnahmen kann auf der Symptom-Ebene vermessen werden, neue Infektionserkrankungen können früher erkannt und auf ihre Krankheitsherde hin rückverfolgt werden. Retrospektive Analysen von Krankheitsausbreitungen sind ebenso möglich wie kontextbasierte Verbesserung der Ada-Vor-Diagnose. Auch Vergleiche zwischen Ländern, Regionen, Zeiträumen etc. werden durch die semantische Interoperabilität der Daten möglich. Es wird eine wichtige Aufgabe der nächsten Monate sein, populationszentrierte Auswertungsmechanismen in Ada zu integrieren.

Ein Beispiel dafür, was KI-Systeme wie Ada leisten können ist der Ausbruch des Lassa-Fiebers Anfang 2018. Damals war Lassa-Fieber nicht nicht in Ada enthalten, dennoch kann man durch rückwirkende Analysen der Lassa-typischen Symptomkonstellation den Ausbruch des Lassa-Fiebers in Westafrika nachvollziehen. Abbildung 6 beschreibt die Anzahl der Assessments mit einer Symptomkonstellation für die Erkrankung Lassa-Fieber im Verlauf der Zeit. Kein Beweis – aber ein starker Hinweis auf Chancen für eine neue Ära der Epidemiologie.

Schlusswort

KI-Systeme wie Ada lassen das Gesundheitssystem der Zukunft in der Hosentasche des Nutzers beginnen, und nicht mehr in den Warteräumen der Arztpraxen und Kliniken. Sie entlasten Ärzte

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

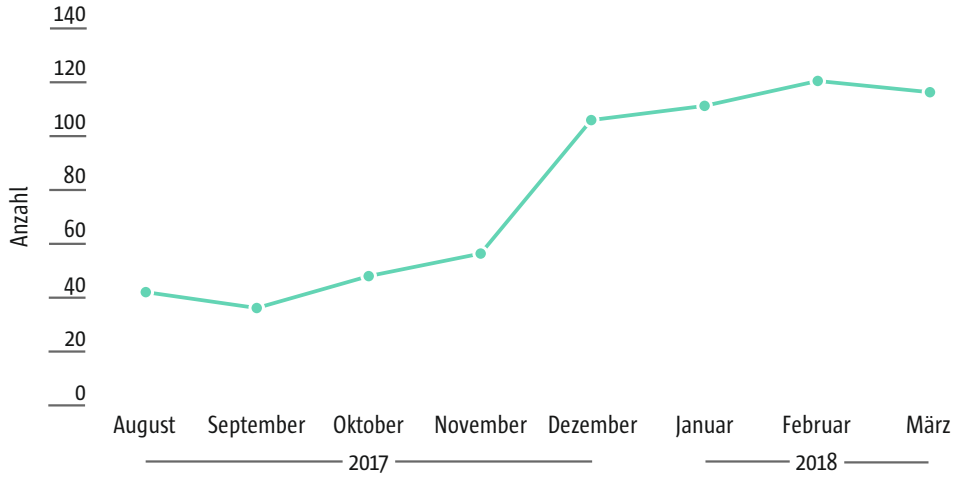

Abb. 6 Retrospektive Epidemiologie (Ada 2019)

bei der Diagnosefindung und unterstützen die Nutzer kompetent. Sie werden Zweitmeinungen bereitstellen und in den Entwicklungsländern helfen, das Problem des Ärztemangels zu mildern. Sie werden das Erkennen seltener Erkrankungen und die Epidemiologie revolutionieren und das Zeitalter der personalisierten Prävention einläuten. Durch massive Effizienzverbesserung werden sie helfen, den Kostendruck im Gesundheitssystem zu mindern.

Zur Rolle des Arztes in einem solchen neuen Gesundheitssystem schreibt Professor Jürgen Schäfer in seinem lesenswerten Buch „Der Krankheitsermittler“:

> *„Wenn man von einer ‚maschinellen Diagnose‘ spricht, kommt man schnell zu einer Diskussion über ‚Entmenschlichung‘ der Medizin. Die damit verbundenen Ängste kann ich verstehen, teile sie aber nicht. Eine Maschine wird niemals das Vertrauen, die Zuversicht und die Hoffnung vermitteln, die ein empathischer Arzt einem Patienten entgegenbringen kann. Wir wissen heute sehr gut, dass solche Faktoren für den Heilverlauf von grundlegender Bedeutung sind, deshalb wird der Arzt in nächster Zukunft wohl kaum von einem Roboter ersetzt werden.“ (Schäfer 2015, S. 66)*

Ich kann Jürgen Schäfer hier nur beipflichten und gehe persönlich sogar noch einen Schritt weiter: Meine Hoffnung ist, dass KI-Systeme wie Ada durch ihre Zuarbeit dem Arzt wieder mehr zeitliche Freiräume verschaffen, sodass er sich dem Patienten als Mensch wieder ganzheitlicher zuzuwenden kann – so wie es heute der Wunsch der meisten Ärzte ist.

Heute mögen sich manche Ärzte durch Diagnoseunterstützungssysteme wie Ada infrage gestellt fühlen, aber in fünf bis zehn Jahren wird es selbstverständliche Praxis sein, derartige Systeme in Warte- und Arztzimmer, oder im Vorfeld einer Tele-Konsultation zu nutzen.

Literatur

Kuhn S et al. (2018) Data Literacy in der Medizin. Der Onkologe 24(5), 368–377

MedWatch (13.12.2018) Gesundheitsexperte Gerlach zur Digitalisierung im Gesundheitswesen: „Unser bestehendes Versorgungssystem wird erodieren.“ URL: https://medwatch.de/2018/12/13/gesundheitsexperte-gerlach-zur-digitalisierung-im-gesundheitswesen-unser-bestehendes-versorgungssystem-wird-erodieren/ (abgerufen am 26.02.2019)

Ronicke S, Hirsch MC, Türk E, Larionov K, Tientcheu D, Wagner AD (2019) Can a decision support system accelerate rare disease diagnosis? Evaluating the potential impact of Ada DX in a retrospective study. Orphanet Journal of Rare Diseases 14(69)

Schäfer J (2015) Der Krankheitsermittler. Droemer Knaur Verlag München

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019

Dr. Martin Christian Hirsch

Martin Christian Hirsch ist Co-Founder und Chief Scientific Officer (CSO) von Ada Health, einem 2011 in Berlin gegründeten Gesundheits- und Technologieunternehmen. Nach seinem Studium der Humanbiologie an der Philipps-Universität in Marburg promovierte er in Neurowissenschaften und setzte anschließend seine Forschungsarbeiten als unabhängiger Wissenschaftler fort. Sein spezielles Interesse gilt der kognitiven Neurowissenschaft, der Wissensrepräsentation durch semantische Modelle und Technologien zur Unterstützung menschlicher Entscheidungsfindung. Vor der Gründung von Ada Health war Martin Hirsch an verschiedenen Unternehmen mit dem Fokus auf Künstlicher Intelligenz beteiligt.

Asuzug aus: Böttinger, zu Putlitz (Hrsg.) Die Zukunft der Medizin.
ISBN: 978-3-95466-398-9. Urheberrechtlich geschützt. © MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2019