

ILLUSTRATION: LUISA JUNG FÜR MPG

EINE SOFTWARE SCANNT DIE PSYCHE

TEXT: ANDREAS LORENZ-MEYER

Nur schlapp oder schon depressiv? Introvertiert oder autistisch? Fantasievoll oder schizophran? Die Symptome psychiatrischer Erkrankungen sind nicht immer eindeutig. Für die Früherkennung setzt Nikolaos Koutsouleris, Fellow am Max-Planck-Institut für Psychiatrie, deshalb auch auf künstliche Intelligenz. Algorithmen sollen Muster in den genetischen und physiologischen Daten von Patienten und Patientinnen erkennen und so die ärztliche Expertise ergänzen.

Ein ganz normaler Tag im Büro. Plötzlich eine Stimme: „Du hast diesen Job nicht verdient!“ Die junge Frau dreht sich um, aber niemand ist da. Ihre Kollegen sitzen konzentriert an ihren Schreibtischen. Hat sie sich das nur eingebildet? Manchmal beschleicht sie das Gefühl, die anderen würden sie beobachten und kontrollieren und hinter ihrem Rücken schlecht über sie sprechen. Außerdem würden sie ihr gegenüber versteckte Andeutungen und abwertende Gesten über ihre Leistung machen. Sind diese Gedanken zunächst noch diffus und leicht zu verdrängen, nehmen sie im Laufe der Zeit immer bedrohlichere Ausmaße an. Nach zehn Monaten dann werden aus Gedanken im Kopf Stimmen, die von anderen Menschen zu stammen scheinen. Sie melden sich immer öfter und beschimpfen die 24-Jährige. Sie hält dagegen, streitet mit ihnen. Sie kann sich nicht mehr richtig konzentrieren, bei der Arbeit unterlaufen ihr immer öfter Fehler. Ist sie verrückt? Schließlich sucht sie sich Hilfe. Die Diagnose: schizophrene Psychose. – Sind die ersten Symptome so eindeutig wie in dem hier beschriebenen Fall, lässt sich

leicht erkennen, dass eine Psychose droht. Der Ausbruch der Krankheit kann am ehesten verhindert werden, solange nur Vorformen von Wahnvorstellungen oder Halluzinationen auftreten, die noch nicht als unverrückbare Wirklichkeit betrachtet werden. Bei anderen Hochrisikopatienten sind die Symptome hingegen schwerer einzuordnen: Sie schlafen schlecht, fühlen sich schlapp, sind dünnhäutig, unkonzentriert und interesselos, bewältigen Alltag und Beruf kaum noch, brechen Kontakte ab. Da bleibt eine nahende Psychose oftmals unentdeckt.

Mit künstlicher Intelligenz will Nikolaos Koutsouleris das Risiko für eine Entwicklung derartiger psychiatrischer Erkrankungen künftig besser vorhersagen. Mathematische Modelle sollen zuverlässige Prognosen darüber erlauben, wer schwer erkranken könnte und bei wem mit einem mildereren Verlauf zu rechnen ist. Dem Computer kommt hier eine unterstützende Rolle zu: Es geht darum, Ärzten und Psychotherapeutinnen dabei zu helfen, Zusammenhänge aus den Patienten-

Das Gesicht ist der Spiegel der Seele. Doch manche Menschen können dieses Spiegelbild nicht richtig interpretieren. Daher sind neuropsychologische Tests Bestandteil der Prognose für psychiatrische Erkrankungen. Ein Computerprogramm bezieht bei der Erstellung der Prognose die Fähigkeit eines Menschen mit ein, Gesichtsausdrücken bestimmte Gefühle zuzuordnen.



FOTO: JARDUL/ISTOCK

daten herauszufischen, die ihnen vielleicht entgangen wären – nicht darum, die Fachleute zu ersetzen. Die häufigste Form einer schizophrenen Psychose ist die paranoide Schizophrenie: 0,5 bis 1 Prozent der Bevölkerung leiden darunter. Die Patienten haben Halluzinationen, Wahnvorstellungen und Störungen der Ich-Grenzen – also das Gefühl, von außen gesteuert zu werden, und die Vorstellung, dass sich Gedanken auf bekannte und fremde Menschen ausbreiten können. Sie glauben, dass sie verfolgt werden oder andere ihre Gedanken stehlen. Menschen mit genetischer

Vorbelastung sind besonders gefährdet. Leiden beide Elternteile an einer Schizophrenie, liegt das Erkrankungsrisiko für ihre Kinder bei 45 Prozent. Bislang ist es aber noch nicht gelungen, Gene ausfindig zu machen, auf die sich die Schizophrenie eines Menschen zurückführen lässt. Man kennt nur Varianten im Erbgut, die das Risiko eines Menschen erhöhen, an psychotischen Störungen zu erkranken. Zu diesen Risikogenen kommen Umweltfaktoren hinzu: Stress und negative Erlebnisse wie zum Beispiel der Tod eines geliebten Menschen oder der Verlust des Arbeitsplatzes können den Ausbruch einer Psychose begünstigen.

Das komplexe Zusammenspiel all dieser Faktoren macht die Prognose so schwierig, ob die Erkrankung ausbrechen und wie schwer sie gegebenenfalls verlaufen wird. Wüssten Ärztinnen beispielsweise, ob ein Patient kurz vor einem Krankheitsschub steht, könnten sie ihn gezielt behandeln. Doch noch gibt es eine solche zuverlässige Früherkennung nicht.

Nikolaos Koutsouleris arbeitet daran, dies zu ändern. Vor fünfzehn Jahren rekrutierte und untersuchte er Patienten für eine Studie an der Ludwig-Maximilians-Universität München zur Früherkennung von Psychosen. „Ich konnte verfolgen, wie bei jungen Patienten im Hochrisikostadium aus milden Symptomen schwere Erkrankungen wurden und wie unterschiedlich diese verliefen.“ Er erkannte aber auch, dass die klassischen

statistischen Prognoseverfahren nicht weiterhelfen: „Zur Berechnung individueller Prognosen taugen die Verfahren bis heute nicht, da sie keine komplexen Muster erkennen. Aber genau das wäre zur Früherkennung psychischer Erkrankungen nötig – diese lassen sich ja nicht auf ein einziges Gen oder eine bestimmte Schädigung des Gehirns zurückführen.“ Noch immer fehlt es an Wissen darüber, wie die mannigfaltigen Erscheinungsformen von Psychosen mit der Palette an Risiko-

faktoren zusammenhängen. „Eine Herkulesaufgabe, die nur künstliche Intelligenz bewältigen kann“, so Koutsouleris.

Schon als Koutsouleris mit seiner Forschung begann, setzten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf maschinelles Lernen, um neurodegenerative Erkrankungen wie Parkinson oder Alzheimer zu diagnostizieren. Doch niemand dachte damals daran, diese Technik auch in der Psychiatrie einzusetzen. Koutsouleris dagegen erkannte das enorme Potenzial, das künstliche Intelligenz für die Anwendung von Wissen aus der Grundlagenforschung auf psychiatrische Erkrankungen besitzt. Gleichzeitig war ihm bewusst, dass er maschinelle Lernverfahren entwickeln musste, welche für Ärztinnen und Ärzte leicht einzusetzen sind, denn Informatik ist auch heute noch nicht Teil des Medizin- oder Psychologiestudiums.

NeuroMiner soll Ärzte und Ärztinnen unterstützen

Koutsouleris brachte für dieses Vorhaben perfekte Voraussetzungen mit. Als Facharzt für Psychiatrie und Psychotherapie an der Universität München und als Programmierer – er hatte sich während seiner Doktorarbeit mehrere Programmiersprachen beigebracht – ist er in beiden Welten zu Hause. So ist es ihm gelungen, in etwas mehr als zehn Jahren NeuroMiner zu entwickeln – ein Programm, das mit verschiedenen Algorithmen arbeitet. Wenn unklar ist, welche Berechnungsmethode am besten geeignet ist, kommen einfach mehrere zum Einsatz. Die Ergebnisse werden miteinander verglichen und die beste Methode ausgewählt. Außerdem steht ein Meta-Algorithmus zur Verfügung, der verschiedene Algorithmen kombiniert und dann die Kombination auswählt, welche die genaueste Vorhersage liefert. Mit seinem Team entwickelt Koutsouleris die Software kontinuierlich weiter.

Für die Anwendung von NeuroMiner ist keine Programmiererfahrung nötig. „Es lässt sich ganz ohne Vorkenntnisse zur Analyse unterschiedlicher Daten einsetzen.“ Zunächst füttert der Arzt das Programm beispielsweise mit Daten aus Erbgutanalysen und medizinischen Untersuchungen eines Psychosepatienten. Als Nächstes sucht er einen Algorithmus aus und trainiert diesen auf die Erkennung der Erkrankung. NeuroMiner findet dabei selbstständig die Einstellungen des ausgewählten Algorithmus, die eine optimale Vorhersage von Psychosen erlauben. Zudem wird die Verallgemeinerbarkeit der gelernten Einstellungen geprüft. Kann der Algorithmus anhand der eingegebenen Daten eine sinnvolle Vorhersage machen? Stimmt die „gelernte“ Entscheidungsfunktion mit der Fachliteratur zur Erkrankung überein?

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

Ein Teil der Patientinnen und Patienten mit hohem Psychoseerisiko weist unspezifische Symptome auf. Je früher eine Gefährdung erkannt wird, desto besser sind die Erfolgsaussichten einer Behandlung.

Künstliche Intelligenz soll künftig die Früherkennung von Menschen verbessern, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine psychiatrische Erkrankung entwickeln werden.

Mit dem Programm NeuroMiner können Prognosemodelle erstellt werden, die messen, ob ein Mensch mit hohem Risiko eine psychotische Erkrankung entwickeln wird. Das Programm wertet dafür psychiatrische, medizinische und genetische Parameter aus und bezieht auch die Expertise der behandelnden Ärztinnen und Ärzte mit ein.

Psychiatrie und Informatik – Nikolaos Koutsouleris ist in beiden Welten zu Hause. So konnte er maschinelle Lernverfahren zur Prognose psychiatrischer Erkrankungen entwickeln. Sein Ziel: ein digitaler Assistent für die psychische Gesundheit.

Damit ist das Training beendet. Der Algorithmus kann nun für andere Patienten und Patientinnen das Risiko berechnen, an einer Psychose zu erkranken. Der Nutzer kann sein Modell auch mit Kollegen teilen und diese die Zuverlässigkeit prüfen lassen. Schneidet das Modell auch hier gut ab, ist es bereit für klinische Studien. Ein Hin- und Herspringen zwischen den einzelnen Schritten lässt NeuroMiner nicht zu, damit Nutzer ihr Modell nicht zu eng an die Trainingsdaten anpassen und daher ungenaue Vorhersagen erhalten.

Neuer Algorithmus

Anfang diesen Jahres hat Koutsouleris einen Algorithmus veröffentlicht, der den Einsatz künstlicher Intelligenz in der Psychiatrie auf eine neue Stufe hebt. Mit diesem lassen sich zuverlässig Prognosen für 15- bis 40-jährige Patienten in verschiedenen Hochrisikostadien für paranoide Schizophrenie oder für Menschen mit Depression erstellen. „Viele Betroffene spüren bereits im Hochrisikostadium einen hohen Leidensdruck. Sie erleben „Gedankenstürme“ oder tun sich schwer, bloße Vorstellungen von der Realität zu unterscheiden“, erklärt Koutsouleris. Liegen solche Hochrisikokriterien wie leichte psychotische Symptome oder eine familiäre Belastung mit Psychosen zusammen mit verminderter Leistungsfähigkeit vor, steigt das Psychoseisiko auf 14 bis 20 Prozent. Der Algorithmus kann mit einer Genauigkeit von 83 bis 85 Prozent voraussagen, ob die Betroffenen tatsächlich innerhalb von zwei Jahren eine Psychose entwickeln werden.

Der Algorithmus geht dabei in mehreren Schritten vor. Zunächst befragen die Ärzte ihre Patienten und Patientinnen und führen neuropsychologische Tests durch. So wird zum Beispiel überprüft, wie gut sie emotionale Gesichtsausdrücke richtig zuordnen können. Daraus errechnet das Programm die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung einer Psychose. Außerdem gibt es an, ob die vorliegenden Daten für eine sichere Prognose ausreichen. Falls nicht, geben die Mediziner im nächsten Schritt ihre eigene Einschätzung an. Damit kombiniert der Algorithmus die Expertise von Mensch und Maschine. Reicht die prognostische Sicherheit auch dann nicht aus, werden genetische Risikofaktoren aus einer Erbgutanalyse berücksichtigt. Das Programm identifiziert alle mit der Entstehung von Psychosen zu-



FOTO: AXEL GRIESCH FÜR MFG

„Nur wenn Ärzte und Patienten verstehen, wie der Algorithmus arbeitet, werden sie seinen Ergebnissen vertrauen.“

NIKOLAOS KOUTSOULERIS

sammenhängenden Mutationen und gewichtet sie nach Relevanz. Zusätzlich kann das Gehirn mittels Magnetresonanztomografie untersucht werden. „Bei 40 Prozent der Patienten müssen all diese Faktoren einkalkuliert werden; insbesondere bei jenen, denen gleich zu Beginn ein hohes Psychoserisiko bescheinigt wurde. Dadurch reduziert der Algorithmus die Anzahl der Fälle, in denen sonst fälschlicherweise eine Psychose prognostiziert worden wäre“, sagt Koutsouleris.

Zuverlässigkeit und Transparenz

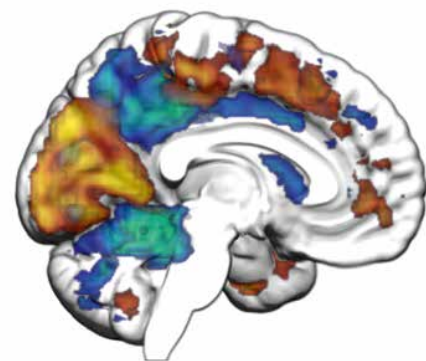
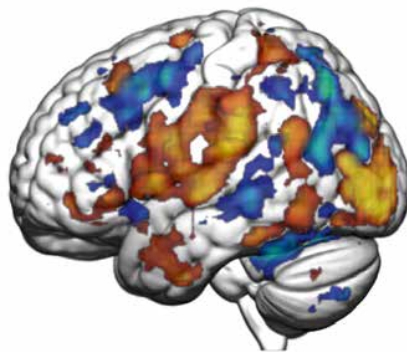
Entscheidend für die Akzeptanz der künstlichen Intelligenz in der Psychiatrie ist neben der Zuverlässigkeit aber auch Transparenz. „Sie ist der Schlüssel zur klinischen Anwendung! Nur wenn Ärzte und Patienten verstehen, wie der Algorithmus arbeitet, werden sie seinen Ergebnissen Vertrauen schenken.“ Zwar lassen sich jetzt schon die Muster verfolgen, die der Vorhersage-Algorithmus gelernt hat. Aber wie genau das Programm zu seinem Ergebnis kommt, können die Forschenden damit noch nicht erklären. Koutsouleris und

pressiven Patienten oder zur Prognose der Erfolgsaussichten einer Magnetstimulation bei Schizophrenie.“

Künstliche Intelligenz könnte also zu einem Paradigmenwechsel in der Versorgung psychisch Erkrankter führen: weg vom bloßen Management chronischer Erkrankungen, hin zu einer vorbeugenden Medizin, die nicht nur Defekte oder Symptome behandeln, sondern auch die Widerstandsfähigkeit des Patienten stärken will. Früherkennungsambulanzen sind noch relativ ineffizient, da sie zu lange für eine Prognose des Erkrankungsrisikos benötigen. Mit künstlicher Intelligenz soll das viel schneller gehen. Eine vorbeugende Psychiatrie könnte schon bald eine konkrete Prognose über das Erkrankungsrisiko eines Patienten erstellen und eine auf ihn zugeschnittene Behandlung anbieten. Ein persönlicher „digitaler Assistent für die psychische Gesundheit“ würde ihm zum Beispiel Zugang zu einem Netzwerk individualisierter Hilfsangebote verschaffen.

Und so könnte der eingangs beschriebene Krankheitsverlauf mithilfe der künstlichen Intelligenz eine andere Wendung nehmen: Kurz nach Auftreten erster diffuser Symptome überweist der Hausarzt die Patientin an eine Hochrisikoambulanz. Dort werden die Ergeb-

Vom Computer gelerntes Prognosemuster: Für Patienten, die in den roten Arealen weniger und in den blauen Regionen mehr Hirnvolumen haben, prognostiziert der Algorithmus ein erhöhtes Erkrankungsrisiko – je ausgeprägter das Muster, desto höher das Risiko. Bei umgekehrter Volumenverteilung ist das Erkrankungsrisiko gering.



sein Team haben deshalb eine Software programmiert, die die Gewichtung der verschiedenen Parameter berechnet. Damit können sämtliche Rechenschritte von NeuroMiner nachvollzogen werden.

Inzwischen gibt es mehrere, an unabhängigen Stichproben getestete Vorhersagemodelle. Nun soll eine klinische Studie zeigen, ob ihr Einsatz tatsächlich erfolgreichere Therapien zur Folge hat. „Es wird in den nächsten Jahren viele neue Projekte geben, die den Einsatz von künstlicher Intelligenz in der klinischen Praxis der Psychiatrie erproben – etwa zur Vorhersage psychischer Erkrankungen bei Hochrisikopersonen und de-

nisse von Gehirn- und Genuntersuchungen am Computer analysiert und ein Erkrankungsrisiko von 85 Prozent ermittelt. Die Ärzte empfehlen daraufhin eine individuell angepasste Behandlung aus Verhaltenstherapie, Änderungen im Lebensstil und niedrig dosierten Antidepressiva. Von nun an wird das Erkrankungsrisiko der Patientin in der Ambulanz regelmäßig überprüft. Darüber hinaus misst die Patientin selbst in Echtzeit bestimmte Warnsignale mit einer App. Diese meldet, wenn sich Symptome und Verhaltensmuster verschlechtern und ein Fortschreiten der Erkrankung zu befürchten ist.

www.mpg.de/podcasts/kuenstliche-intelligenz

