

Erklärbare Künstliche Intelligenz erkennt Typ-2-Diabetes im Gewebe der Bauchspeicheldrüse

Typ-2-Diabetes wird über Blutwerte diagnostiziert - doch die eigentlichen Veränderungen spielen sich in vielen Organen, unter anderem im Gewebe der Bauchspeicheldrüse ab, in der Insulin produziert wird. Unter dem Mikroskop sind diese Veränderungen allerdings für das menschliche Auge nicht sichtbar. Ein Forschungsteam des Deutschen Diabetes-Zentrums (DDZ) in Düsseldorf, des Paul Langerhans Instituts am Universitätsklinikum Dresden und des Instituts für Diabetesforschung und Metabolische Erkrankungen am Universitätsklinikums Tübingen - drei Partnerinstitute des Deutschen Zentrums für Diabetesforschung (DZD) - zeigte nun erstmals: Erklärbare Künstliche Intelligenz kann unterscheiden, welches Gewebe von Menschen mit Typ-2-Diabetes stammt und welche Strukturen dabei eine Rolle spielen. Grundlage ist ein standortübergreifender Datensatz aus Dresden und Tübingen. Ebenfalls beteiligt waren Forschende des Deutschen Krebsforschungszentrums (DKFZ) und von Helmholtz Imaging.

Typ-2-Diabetes zählt zu den häufigsten chronischen Erkrankungen weltweit. Diagnostiziert wird er zumeist anhand erhöhter Blutglukosewerte. Diese zeigen jedoch vor allem die Folgen der Erkrankung und nicht ihre strukturellen Ursachen. Die zentralen Veränderungen spielen sich in der Bauchspeicheldrüse ab. In den sogenannten Langerhans-Inseln in der Bauchspeicheldrüse produzieren spezialisierte Zellverbände Hormone, die die Blutglukose regulieren. Bisher lag der Fokus der Forschung vor allem auf den Beta-Zellen, deren Funktionsverlust als entscheidender Schritt in der Entstehung von Typ-2-Diabetes gilt.

Doch auch Alpha-Zellen, die das blutglukosesteigernde Hormon Glukagon produzieren, und Delta-Zellen, die die Ausschüttung von Insulin und Glukagon bremsen, sind Teil dieses fein abgestimmten Systems. Hinzu kommen Blutgefäße, Bindegewebe, Fettzellen und Nervenfasern, die gemeinsam die Funktion der Inseln beeinflussen. Ob und wie sich dieses komplexe Zusammenspiel bei Typ-2-Diabetes strukturell verändert, ist bislang schwer zu beurteilen. Unter dem Mikroskop sind die Unterschiede innerhalb der Langerhans-Inseln oft kaum zu erkennen, auch weil sich Zellzusammensetzung und -anordnung von Person zu Person stark unterscheiden.

Erklärbare KI zeigt verborgene Veränderungen bei Typ-2-Diabetes

Hier setzt die aktuelle Studie von Forschenden des Deutschen Diabetes-Zentrums (DDZ), des Paul Langerhans Instituts am Universitätsklinikum Dresden, des Instituts für Diabetesforschung und Metabolische Erkrankungen am Universitätsklinikums Tübingen und weiterer Institute an. „Mit 100 Proben aus Dresden und Tübingen haben wir einen der bislang umfangreichsten Datensätze aus Gewebeabschnitten der Bauchspeicheldrüse aufgebaut“, erklärt Dr. Felicia Gerst, Wissenschaftlerin am Institut für Diabetesforschung und Metabolische Erkrankungen am Universitätsklinikum Tübingen.

Die Proben stammen von Menschen, die aus unterschiedlichen medizinischen Gründen an der Bauchspeicheldrüse operiert worden waren. Mithilfe maschinellen Lernens wurde ein Modell trainiert, das große, informationsreiche Gewebeschnitte von Menschen mit und ohne Typ-2-Diabetes mit hoher Genauigkeit unterscheiden und den Diabetesstatus vorhersagen kann. Entscheidend

dabei: Das System arbeitet erklärbar. Es markiert jene Bildbereiche, die die Entscheidung beeinflussen, sodass diese anschließend biologisch ausgewertet und statistisch geprüft werden können.

Veränderungen beschränken sich nicht auf einzelne Zelltypen

Die Analysen zeigten, dass sich bei Typ-2-Diabetes nicht nur die Betazellen verändern. Auch Alpha- und Delta-Zellen treten in anderer Position und Verteilung auf. Zudem sind die Langerhans-Inseln insgesamt kleiner. Eine weitere wichtige Erkenntnis betrifft Fettzellen in der Bauchspeicheldrüse. Bei Menschen mit Typ-2-Diabetes befinden sich Fettzellen häufiger in direkter Umgebung der Langerhans-Inseln. „Diese Nähe könnte die Funktion der hormonproduzierenden Langerhans-Inseln beeinflussen“, erklärt Professor Robert Wagner, Leiter der Arbeitsgruppe Klinisches Studienzentrum am Deutschen Diabetes-Zentrum (DDZ). „Die Erkenntnisse liefern uns konkrete Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen. Denn wenn wir die strukturellen Krankheitsmechanismen verstehen und wissen, welche Prozesse die Erkrankung antreiben, können wir gezielter neue Therapien entwickeln“, fügt Wagner hinzu, der das Projekt initiiert hatte.

„Das Forschungsprojekt zeigt, dass wir nicht nur einzelne Zellen, sondern das gesamte mikroskopische Netzwerk der Bauchspeicheldrüse betrachten müssen, um Diabetes besser zu verstehen“, betont Michele Solimena, Professor für Molekulare Diabetologie am Universitätsklinikum Dresden und Sprecher des Paul Langerhans Instituts in Dresden. Die Forschenden stellen in ihrer Publikation den vollständigen Code für Bildvorverarbeitung, Modelltraining und erklärende Analysen zur Verfügung. Damit schaffen sie Transparenz und ermöglichen anderen Arbeitsgruppen, die Methode weiterzuentwickeln und auf weitere Fragestellungen anzuwenden.

Originalpublikation:

Titel: Explainable AI-based analysis of human pancreas sections identifies traits of type 2 diabetes

Journal: Nature Communications

Autoren: Klein, L., Ziegler, S., Gerst, F., Morgenroth, Y., et al.

Doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-026-69295-2>

Das **Deutsche Diabetes-Zentrum (DDZ)** versteht sich als deutsches Referenzzentrum zum Krankheitsbild Diabetes. Ziel ist es, einen Beitrag zur Verbesserung von Prävention, Früherkennung, Diagnostik und Therapie des Diabetes mellitus zu leisten. Gleichzeitig soll die epidemiologische Datenlage in Deutschland verbessert werden. Federführend leitet das DDZ die multizentrisch aufgebaute Deutsche Diabetes-Studie. Es ist Ansprechpartner für alle Akteure im Gesundheitswesen, bereitet wissenschaftliche Informationen zum Diabetes mellitus auf und stellt sie der Öffentlichkeit zur Verfügung. Das DDZ gehört der „Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz“ (WGL) an und ist Partner im Deutschen Zentrum für Diabetesforschung (DZD e.V.). www.ddz.de

Das **Deutsche Zentrum für Diabetesforschung (DZD) e.V.** ist eines der acht Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung. Es bündelt Experten auf dem Gebiet der Diabetesforschung und verzahnt Grundlagenforschung, Epidemiologie und klinische Anwendung. Ziel des DZD ist es, über einen neuartigen, integrativen Forschungsansatz einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen, maßgeschneiderten Prävention, Diagnose und Therapie des Diabetes mellitus zu leisten. Mitglieder des Verbunds sind Helmholtz Munich - Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt, das Deutsche Diabetes-Zentrum DDZ in Düsseldorf, das Deutsche Institut für Ernährungsforschung DIfE in Potsdam-Rehbrücke, das Institut für Diabetesforschung und Metabolische Erkrankungen von Helmholtz Munich an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und das Paul-Langerhans-Institut

Dresden von Helmholtz Munich am Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der TU Dresden, assoziierte Partner an den Universitäten in Heidelberg, Köln, Leipzig, Lübeck und München sowie weitere Projektpartner. www.dzd-ev.de