

AUGENNEWS

Diese Ausgabe des Newsletters befasst sich mit dem Thema „Künstliche Intelligenz in der Augenheilkunde“. Prof. Dr. Phillip Berens und Dr. David Merle bringen Sie rund um das Thema auf den aktuellen Stand.

Bitte berücksichtigen Sie auch den Veranstaltungsüberblick.



Prof. Bartz-Schmidt für das Team der Augenklinik

06/2026
KÜNSTLICHE
INTELLIGENZ IN DER
AUGENHEILKUNDE

Department für Augenheilkunde | Universitäts-Augenklinik Tübingen
Layout / Redaktion: Angelika Hunder, MA | Prof. Dr. K.U. Bartz-Schmidt

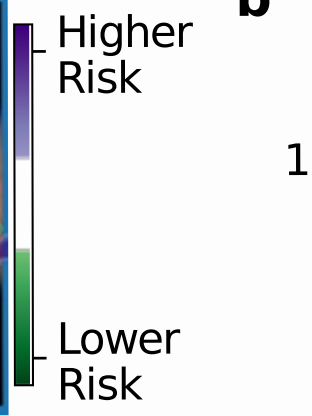
www.augenklinik-tuebingen.de



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

IN DER

AUGENHEILKUNDE



Higher

Kurz gesagt, bezeichnet KI Methoden, die es Computern ermöglichen, Aufgaben auszuführen, für die normalerweise menschliches Denken erforderlich wäre. KI ist hierbei viel älter und viel breiter, als es der aktuelle Hype um Sprachmodelle wie zum Beispiel ChatGPT vermuten lässt. Erste KI-Experimente gab es bereits in den 1950er und 1960er Jahren, tatsächlich sichtbar wurde das Feld aber in den 1980er Jahren mit den sogenannten Expertensystemen. Damals versuchten Forschende, menschliches Fachwissen in Tausende von Wenn-dann-Regeln zu gießen, zum Beispiel für die Diagnostik: Wenn Laborwert X erhöht ist und Symptom Y vorliegt, dann erwäge Diagnose Z. Diese Systeme konnten in engen Nischen beeindruckend sein, waren aber starr, aufwendig zu pflegen und scheiterten, sobald die Realität nicht genau zu den vorgegebenen Regeln passte. Gleichzeitig wurden auch erste Neuronale Netze entwickelt, die aber sehr schwer zu benutzen waren und für die die Rechenkapazität der damaligen Computer nicht ausreichte.

Die wirkliche Revolution setzte ab etwa 2010 mit dem Aufkommen des Deep Learnings ein. Auf Grund neuer Hardware konnten Forscher:innen jetzt künstliche neuronale Netze mit vielen hintereinander geschalteten Schichten nutzen, die nicht nur aus einfachen Merkmalslisten lernten, sondern direkt Rohdaten wie Bilder oder Sprache verarbeiteten. Für die Bildanalyse sind vor allem Convolutional Neural Networks, kurz CNNs, von Bedeutung. Sie sind so konstruiert, dass sie Kanten, Strukturen und immer komplexere Formen in Bildern erkennen können, etwa Drusen auf einem Fundusfoto oder Flüssigkeitsareale im OCT. Für zeitliche Abläufe und Textdaten wurden zunächst rekurrente Netze entwickelt, später kamen Transformermodelle hinzu, die längere Zusammenhänge sehr effizient verarbeiten können. Auf dieser Transformerarchitektur basieren die heutigen LLMs wie ChatGPT.

WAS IST KÜNSTLICHE INTELLIGENZ?

Aus diesem Forschungsfeld entwickelte sich in den 1990er und 2000er Jahren das Feld des Maschinellen Lernens (machine learning, ML). Statt Regeln von Hand zu programmieren, sollten Computer aus Beispielen selbst lernen. Man stellte ihnen viele Fälle mit Eingabedaten und den zugehörigen Zielgrößen zur Verfügung und ließ Algorithmen die zugrunde liegenden Muster erkennen. Diese Methoden arbeiteten meist mit Tabellen aus Zahlen und Merkmalen, waren in der Praxis oft robuster als die alten Expertensysteme und hielten nach und nach Einzug in Industrie und Medizin, zum Beispiel für Risikoprognosen oder Klassifikationsaufgaben.

Wenn wir in der Augenheilkunde von Künstlicher Intelligenz sprechen, geht es in der Regel nicht um Sprachmodelle, sondern um die übrigen zentralen Bereiche des Feldes, insbesondere Maschinelles Lernen und Deep Learning für die Analyse von Bilddaten und klinischen Informationen. Sprachmodelle können ergänzend unterstützen, etwa bei Dokumentation oder Kommunikation, sind jedoch nur ein Teilbereich und nicht mit dem gesamten KI-Spektrum gleichzusetzen.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

AM STANDORT TÜBINGEN

Die Arbeit an Künstlicher Intelligenz in der Augenheilkunde ist auf enge interdisziplinäre Zusammenarbeit angewiesen. Relevante Fortschritte entstehen dort, wo Informatik und klinische Erfahrung eng vernetzt arbeiten, um gemeinsam konkrete Probleme aus dem Versorgungsalltag adressieren. Tübingen bietet dafür das ideale Umfeld. Hier treffen internationale Spitzenmedizin und eine extrem starke KI-Forschungslandschaft unmittelbar aufeinander. An der Augenklinik zeigt sich dies in der engen Zusammenarbeit mit dem Hertie Institute for AI in Brain Health, in deren Rahmen mehrere Augenärztinnen und Augenärzte, wie etwa Dr. David Merle, Dr. Laura Kühlewein, Dr. Immanuel Seitz und Professor Karl-Ulrich Bartz-Schmidt, eng mit der Arbeitsgruppe von Professor Philipp Berens kooperieren. Philipp Berens Arbeitsgruppe ist darauf spezialisiert, komplexe Modelle zur Auswertung von Netzhautbildern zu entwickeln und die Funktionsweise dieser Algorithmen transparent und nachvollziehbar zu machen. Dr. David Merle ist Augenarzt aus Tübingen, der derzeit am Moorfields Eye Hospital und am University College London zu KI in der Augenheilkunde forscht. Er bringt zusammen mit seinen klinischen Kollegen und Kolleginnen die Perspektive der klinischen Praxis ein und arbeitet gemeinsam mit Philipp Berens daran, KI-Methoden zu entwickeln, die das Potenzial haben, die klinische Versorgung sowie die Aus- und Weiterbildung nachhaltig zu verbessern.

KI-PROJEKTE AN DER AUGENKLINIK

Aktuell wird an der Universitäts-Augenklinik Tübingen und ihren internationalen Partnerinstitutionen an einer ganzen Reihe konkreter KI-Anwendungen gearbeitet, die sehr unterschiedliche Aspekte der Augenheilkunde betreffen.

Bildverarbeitung und Bildanalyse

Ein Schwerpunkt liegt auf der präzisen Auswertung von Bilddaten. Im Mittelpunkt stehen derzeit Segmentierungsalgorithmen, also Verfahren, die auf OCT- und Fundusaufnahmen die verschiedenen Strukturen der Netzhaut Schicht für Schicht „nachzeichnen“ und so automatisch messbar machen. Ziel ist, bei der AMD alle relevanten Biomarker,

etwa Drusen, Flüssigkeit oder Atrophieareale, automatisiert zu erfassen und zu quantifizieren, um Krankheitsverläufe besser zu verstehen und vorhersagen zu können. Darauf aufbauend wurden Verfahren entwickelt, die auf OCT-Aufnahmen feine Veränderungen bei Netzhauterkrankungen wie der geographischen Atrophie zuverlässig vermessen und mit funktionellen Sehtests verknüpfen, sodass Struktur- und Funktionsverlust erstmals systematisch zusammen betrachtet werden können.

Nachvollziehbare/erklärbare KI

Ein zentrales Thema für den Einsatz von KI in der Medizin ist die Frage der Nachvollziehbarkeit: Ärztinnen und Ärzte müssen nicht nur wissen, dass ein Algorithmus funktioniert, sondern auch warum er zu einer bestimmten Einschätzung kommt - nicht zuletzt mit Blick auf Vertrauen, Haftung und die gemeinsame Entscheidungsfindung mit Patientinnen und Patienten. Vor diesem Hintergrund liegt ein Schwerpunkt darauf, KI-Modelle in der Bilddiagnostik nicht nur präzise, sondern auch verlässlich und erklärbar zu machen. Im Zuge dessen wird auch untersucht, inwieweit sogenannte Risikokarten, die automatisch „entscheidende“ Bildbereiche hervorheben, tatsächlich mit den Befunden erfahrener NetzhautspezialistInnen übereinstimmen.

Künstliche Netzhautbilder mittels generativer KI

Ein weiteres Themenfeld sind generative KI-Modelle für Netzhautbilder. Hier geht es darum, mit modernen Verfahren künstliche, aber realistisch wirkende Fundusbilder zu erzeugen, die sich gezielt variieren lassen. In einer Arbeit wurde ein Verfahren entwickelt, das sogenannte kontrafaktische Bilder erzeugt. Es beantwortet bildlich Fragen wie: „Wie sähe dieses Auge aus, wenn hier eine diabetische Retinopathie vorliegen würde.“ oder „Wie würde sich dieses Bild unter einem anderen Krankheitsverlauf darstellen.“ Solche synthetischen und kontrafaktischen Beispiele können in Zukunft helfen, Ärztinnen und Ärzte zu schulen, komplexe Muster in kontrollierter Form zu trainieren und Patientinnen und Patienten anschaulich zu zeigen, welche Veränderungen eine Erkrankung im Auge verursachen kann.

Triage von Notfallpatienten

Ein weiteres Innovationsfeld ist das Projekt PACT (Patient-Centred-Triage), ein KI-gestütztes System zur strukturierten Symptomerfassung und automatisierten Ersteinschätzung. Patientinnen und Patienten beantworten dabei zunächst standardisierte Fragen zu ihren Beschwerden. Auf Basis dieser Angaben wird anschließend die Dringlichkeit der augenärztlichen Vorstellung algorithmisch eingeschätzt. Ziel ist es, jene Fälle, die besonders rasch abgeklärt werden müssen, zuverlässig zu identifizieren und vorrangig zu versorgen, während weniger dringliche Anliegen entsprechend nachgelagert werden. Damit könnte PACT langfristig zu einer effizienteren Ressourcensteuerung beitragen, Notfälle schneller in die richtige Versorgungsschiene bringen und insgesamt die klinische Abläufe entlasten.

Strukturierte Datenextraktion

Während Bilddaten damit gewissermaßen den strukturellen und funktionellen „Fingerabdruck“ einer Erkrankung liefern, steckt ein zweiter, ebenso wertvoller Datenschatz in den Patientenakten selbst. In Arztbriefen, Verlaufsnotizen und Befundtexten finden sich detaillierte Informationen zu Diagnosen, Begleiterkrankungen, Therapieschemata und individuellen Verläufen, allerdings überwiegend in unstrukturierter Form. Mit Hilfe moderner Methoden der Sprachverarbeitung und LLMs werden klinische Informationen automatisch aus Freitexten herausgefiltert, in einheitliche Kategorien überführt und mit den Bilddaten verknüpft. Auf dieser Grundlage lassen sich große Patientenkohorten nach klar definierten Kriterien zusammenstellen, ohne dass jede einzelne Akte manuell gelesen werden muss.

Verbesserung des Krankheitsverständnisses

Ein weiterer Schwerpunkt sind enge internationale Kooperationen mit dem University College London, Moorfields Eye Hospital in London sowie der Harvard University in Boston. In diesen Verbänden werden große Bilddatensätze aus Fundusfotografie und OCT mit genetischen und anderen molekularen Informationen verknüpft und über sogenannte KI Fusionsmodelle gemeinsam ausgewertet. Ziel ist es, die altersabhängige Makuladegeneration in ihrer biologischen Vielfalt besser zu verstehen, charakteristische Untergruppen zu identifizieren und damit die Grundlage für eine gezieltere Entwicklung und Auswahl zukünftiger Therapien zu schaffen.

KI und wissenschaftliches Schreiben

Schließlich wird auch untersucht, wie große Sprachmodelle im medizinischen Schreiben und in der wissenschaftlichen Arbeit sinnvoll eingesetzt werden können. In aktuellen Projekten geht es zum Beispiel darum, ob KI-gestützte Werkzeuge beim Strukturieren von Manuskripten, beim Formulieren von Textentwürfen oder bei Übersetzungen unterstützen können, ohne die fachliche Verantwortung der Autorinnen und Autoren zu ersetzen. Diese Arbeiten sind ein wichtiger Baustein, um den praktischen Nutzen moderner Sprachmodelle realistisch einzuschätzen und klare Leitlinien für ihren Einsatz in der Medizin zu entwickeln.

EYEMATICS

REAL-WORLD-DATEN FÜR DIE AUGENHEILKUNDE

Die technischen Möglichkeiten der KI in der Augenheilkunde entwickeln sich rasant, im Versorgungsalltag kommt davon bislang jedoch nur ein kleiner Teil an. KI-Systeme, die Bilder zuverlässig auswerten oder Verläufe vorhersagen können, existieren bereits, werden in Deutschland aber noch selten routinemäßig eingesetzt. Das liegt weniger an den Algorithmen selbst als an den Rahmenbedingungen: Datenschutzvorgaben, die Anbindung an Klinik- und Praxissoftware, Vergütungsmodelle und Haftungsfragen sind vielerorts noch unklar oder nur teilweise geregelt. Zwischen dem, was technisch möglich wäre, und dem, was tatsächlich flächendeckend praktiziert wird, klafft deshalb noch eine deutliche Lücke.

Genau an dieser Stelle setzt das bundesweite Projekt Eyematics an. Es ist der erste ophthalmologische Anwendungsfall der Medizininformatik-Initiative und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Beteiligt sind mehrere Universitätskliniken, Datenintegrationszentren und Patientenorganisationen. Im Mittelpunkt stehen Patientinnen und Patienten, die mit intravitrealen Injektionen (IVOM) behandelt werden, etwa bei neovaskulärer AMD oder diabetischem Makulaödem. Eyematics soll ihre realen Behandlungsdaten standortübergreifend zusammenführen und auswertbar machen und so die Grundlage schaffen, KI-gestützte Analysen strukturiert und sinnvoll zu integrieren.

In der täglichen Praxis führen wir diese IVOM-Therapien in großer Zahl durch. Wir wissen aus Studien, dass sie in kontrollierten Bedingungen sehr effektiv sind. Im Versorgungsalltag werden diese Erfolgsraten aber oftmals nicht erreicht. Gründe sind unter anderem unterschiedliche Injektions-schemata, variable Intervalle, logistische Hürden und Therapieabbrüche. Gleichzeitig liegen die Daten zu Visusverläufen, Injektionsfrequenzen und Adhärenz in den einzelnen Kliniken in sehr unterschiedlichen Systemen vor. Eine gemeinsame, flächendeckende Auswertung war bislang kaum möglich.

Eyematics nutzt die bereits aufgebauten Datenintegrationszentren, um aus diversen Krankenhaus- und Praxis-systemen pseudonymisierte Behandlungsdaten zu extrahieren, zu harmonisieren und in einer gemeinsamen Struktur auszuwerten. Für die Augenheilkunde wird dafür ein eigener Kerndatensatz entwickelt, der über allgemeine Informationen wie Diagnosen und Medikation hinaus typische ophthalmologische Parameter wie Visus, Tonometrie und OCT-Befunde umfasst. Diese Daten werden standortübergreifend analysiert und in einem klinischen Dashboard visualisiert, das den klinischen ForscherInnen sowohl die eigenen Versorgungsdaten als auch aggregierte Vergleichsdaten aus anderen Zentren zugänglich macht.

Auf dieser Basis sollen Muster in der realen Versorgungssituation sichtbar werden: Welche Intervalle werden tatsächlich eingehalten? In welchen Patientengruppen kommt es gehäuft zu Therapieabbrüchen? Und welche Faktoren lassen sich als Risikoindikatoren identifizieren? Um diese Fragen zu beantworten, werden klassische statistische Verfahren mit modernen Methoden des maschinellen Lernens kombiniert. KI kommt hier nicht nur in der Bildauswertung zum Einsatz, sondern auch in der Analyse komplexer Behandlungsverläufe.

Tübingen ist in Eyematics sowohl als klinischer Partner als auch über das Medizinische Datenintegrationszentrum und die Arbeitsgruppe von Philipp Berens beteiligt. Damit entsteht vor Ort eine enge Verbindung zwischen Versorgung, Infrastruktur und KI-Entwicklung.

AUSBLICK

Die Augenheilkunde steht im Zentrum einer spannenden Entwicklung. Kaum ein anderes Fach verfügt über eine derart reichhaltige Bildgebung, so viele standardisierte Untersuchungen und gleichzeitig so klar definierte klinische Endpunkte wie Visus oder OCT-Parameter. Das macht sie zu einem idealen Feld für die Erprobung und Anwendung moderner KI-Verfahren.

Mit Projekten wie Eyematics, der engen Verzahnung von Datenintegrationszentren und klinischer Versorgung sowie der Tübinger Forschung an vertrauenswürdigen, biologisch fundierten Modellen entsteht ein Ökosystem, das weit über einzelne Algorithmen hinausgeht. Ziel ist nicht die Technik um ihrer selbst willen, sondern eine Versorgung, in der wir die richtigen Patientinnen und Patienten zum richtigen Zeitpunkt mit der passenden Therapie erreichen.

Für den Alltag in der Augenklinik bedeutet dies, dass KI uns in den nächsten Jahren mehr und mehr begegnen wird. Entscheidend wird hierbei sein, dass wir diese Werkzeuge kennen, ihre Stärken und Schwächen verstehen und sie im Sinne unserer Patientinnen und Patienten einsetzen.



LITERATUR EMPFEHLUNG

Co-Intelligence – Ethan Mollick

Ein aktueller, praxisnaher Leitfaden zum produktiven Einsatz generativer KI (LLMs) in Alltag, Wissenschaft und Organisationen. Mollick zeigt, wie „Mensch-in-der-Schleife“-Arbeitsweisen funktionieren und welche Denkfehler Teams vermeiden sollten. Relevant, weil es den derzeit besten, realistischen Rahmen dafür bietet, wie KI heute tatsächlich genutzt werden kann.

Deep Thinking – Garry Kasparov

Kasparov reflektiert über sein Duell mit IBM Deep Blue und entwickelt daraus ein klares Modell dafür, wie Menschen und Maschinen sich gegenseitig ergänzen. Das Buch ist weniger technisch, dafür strategisch und philosophisch. Relevant, weil es die Idee der „augmentierten Intelligenz“ überzeugend erklärt und einordnet, was Maschinen gut können – und was nicht.

Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans – Melanie Mitchell

Ein wissenschaftlich fundiertes, sehr gut verständliches Buch, das nüchtern erklärt, was heutige KI kann, wo ihre Grenzen liegen und warum viele gängige Annahmen über Intelligenz und Generalisierung nicht stimmen. Relevant, weil es einen sauber argumentierten Gegenpol zu KI-Hype bietet und Leserinnen und Leser befähigt, Fähigkeiten und Risiken realistischer einzuschätzen.

Elements of AI

<https://www.elementsofai.de>

Kostenloser Online-Kurs, der KI-Grundlagen verständlich erklärt, ohne dass Vorkenntnisse in Mathematik oder Programmieren nötig sind. Die Inhalte sind in mehreren Sprachen verfügbar, darunter auch Deutsch.

Teachable Machine

<https://teachablemachine.withgoogle.com/>

Kostenloses, browserbasiertes Tool, mit dem man ohne Programmieren einfache Machine-Learning-Modelle trainieren kann.

FORT-UND WEITER- BILDUNGEN



Bei den angekündigten Veranstaltungen kann es zu Änderungen kommen, bitte beachten Sie die Hinweise auf der Veranstaltungshomepage.

09.-10.07.2026
ISU - International Symposium on Uveitis

16.09.2026
Augenärztlicher Abend

28.09.-30.09.2026
FUN-Kurs (bereits ausgebucht)

02.10.2026
Abschiedsvorlesung Prof. Bartz-Schmidt

* Mit Ihrer Anmeldung stimmen Sie zu, dass Ihre Daten klinikumsintern für organisatorische Abläufe verwendet werden, so für die Erstellung von Teilnehmerlisten, der Teilnahmebescheinigung und der eventuellen Zusendung der Teilnahmebescheinigung per Post. Ihre Daten werden an die Landesärztekammer Baden-Württemberg weitergegeben und zudem gemäß der Dokumentationspflicht klinikumsintern gespeichert. Für die klinikumsinterne Speicherung gelten die Datenschutzrichtlinien des UKT (www.medizin.uni-tuebingen.de). Sie haben jederzeit die Möglichkeit der Speicherung und Weitergabe Ihrer Daten zu widersprechen. Dies ist dem Veranstalter schriftlich mitzuteilen.



Department für Augenheilkunde | Universitäts-Augenklinik Tübingen
Layout / Redaktion: Angelika Hunder, MA | Prof. Dr. K.U. Bartz-Schmidt