

Künstliche Intelligenz (KI) in der Augenheilkunde

Die Augenheilkunde befindet sich durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) in einem tiefgreifenden Wandel. Was einst ausschließlich dem geschulten Auge erfahrener Augenärzte vorbehalten war, übernehmen heute zunehmend Algorithmen, die mit hoher Präzision Bilder auswerten, Erkrankungen erkennen und Therapien vorbereiten. KI-gestützte Systeme bieten Augenärzten eine wertvolle Unterstützung bei der Diagnose, der Therapieentscheidung sowie der Verlaufskontrolle vieler Erkrankungen.

Dieser Artikel beleuchtet die wichtigsten Entwicklungen im Bereich der KI in der Augenheilkunde und geht dabei auf verfügbare Geräte, typische Indikationen, die praktische Durchführung sowie den konkreten Nutzen für Patienten ein. Derzeit stehen bereits mehrere KI-basierte Systeme in der klinischen Anwendung, einige davon sind sogar für die eigenständige Diagnostik zugelassen.

Ein prominentes Beispiel ist das System IDx-DR, entwickelt von Digital Diagnostics (früher IDx LLC). Dieses System wurde von der US-amerikanischen Zulas-

sungsbehörde FDA als erstes KI-Tool für die automatische Erkennung einer diabetischen Retinopathie (Veränderungen an der Netzhaut durch eine Zuckererkrankung) freigegeben. Patienten können sich in einer Hausarztpraxis, beim Optiker oder in einer Klinik fotografieren lassen, woraufhin die KI die Bilder analysiert und innerhalb weniger Minuten einen Befund erstellt – ganz ohne das Eingreifen eines Augenarztes. Dieses Modell ermöglicht flächendeckende Vorsorgeuntersuchungen, insbesondere bei Diabetikern und in ländlichen Regionen, wo keine Augenarztpraxis verfügbar ist.

Ein weiteres etabliertes System ist EyeArt, entwickelt von Eye-nuk Inc. Es handelt sich um eine automatisierte Screening-Lösung für sowohl diabetische Retinopathie als auch Makulopathie (Stelle des schärfsten Sehens in der Netzhaut). EyeArt kann nicht nur erkennen, ob pathologische Veränderungen vorhanden sind, sondern auch deren Schweregrad einordnen und Empfehlungen für weitere Maßnahmen aussprechen. Dies ist auch besonders relevant in Regionen mit begrenztem Zugang zu spezialisierten Augenärzten.



Dr. med. Ilona Csoti
Chefärztin d. Klinikambulanz
FÄ f. Neurologie & Psychiatrie
Gertrudisklinik Biskirchen



Prof. Dr. med. Thomas Bertelmann
FEBO & Team
Praxis für Augenheilkunde
Wetzlar

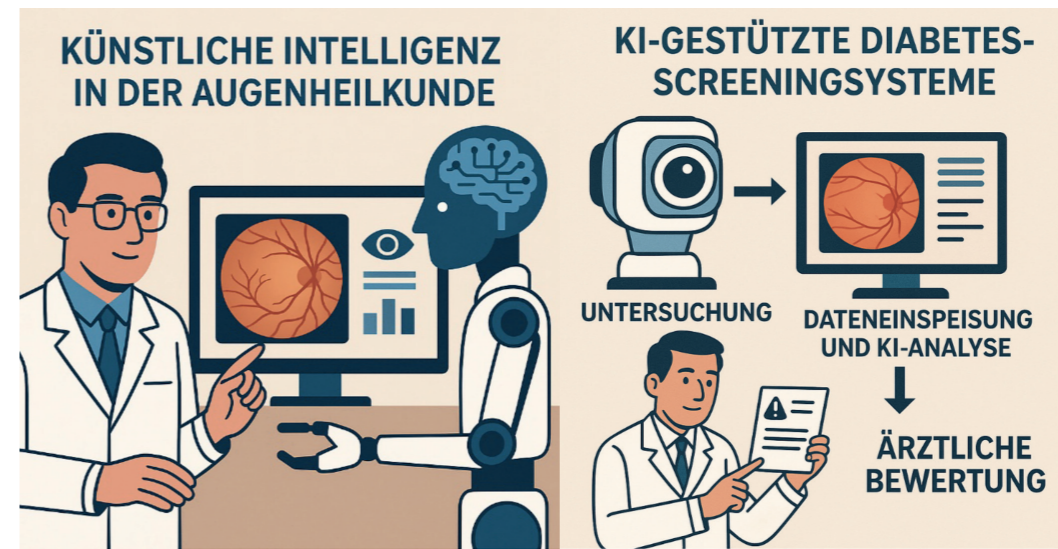
Die Kooperation zwischen dem renommierten Moorfields Eye Hospital in London und DeepMind Health – einem Tochterunternehmen von Google – stellt einen Meilenstein in der KI-gestützten Augenheilkunde dar. Hier wurden große Bilddatensätze genutzt, um ein System zu trainieren, das über 50 verschiedene Netzhaut- und Sehnervenerkrankungen erkennen kann, darunter Glaukom, altersbedingte Makuladegeneration (AMD) und diabetische Retinopathie. Der besondere Wert dieses Systems liegt in seiner Fähigkeit, diagnostische Entscheidungen auf eine Weise zu erklären, die für Ärzte nachvollziehbar ist.

Auch in der DACH-Region (Deutschland, Österreich und Schweiz) entstehen vielversprechende Innovationen. Das österreichische Unternehmen RetInSight entwickelt KI-gestützte Softwarelösungen zur Auswertung von OCT-Scans (Optischer Kohärenztomographie), etwa zur Quantifizierung von Flüssigkeitseinlagerungen in der Netzhaut bei feuchter Makuladegeneration. Diese Tools kommen bereits bei klinischen Studien

und in spezialisierten Netzhautzentren zum Einsatz.

Ein weiterer interessanter Ansatz stammt von Verily, einem Unternehmen der Alphabet-Gruppe. Mit dem Automated Retinal Imaging System (ARIS) werden nicht nur augenärztliche Diagnosen gestellt, sondern auch kardiovaskuläre Risiken aus Retinabildern abgeleitet. Damit betreten KI-Systeme erstmals auch den Bereich der Systemmedizin – ein vielversprechender Trend, der interdisziplinäre Diagnostik und ggf. eine Vorsorge ermöglichen könnte.

Auch klassische bildgebende Geräte wie OCT-Systeme und Funduskameras (Fundus = Augenhintergrund) werden zunehmend mit KI-Modulen ausgestattet. Der Hersteller Heidelberg Engineering beispielsweise integriert KI-Tools in seine Spectralis-Plattform, um dem Anwender Hinweise auf Veränderungen der Netzhautstruktur zu geben. Auch Topcon bietet mit dem Maestro2 ein Gerät, das sowohl OCT als auch Farbfundusbilder aufnehmen und diese mit Deep-Learning-Algorithmen auswerten kann.



Symbiose von Medizin und Technik: KI unterstützt die moderne Augenheilkunde.

So funktioniert die „Analysepipeline“: Bildgebung → Datenanalyse → Ergebnis → ärztliche Prüfung

Die Einsatzgebiete künstlicher Intelligenz in der Augenheilkunde sind vielfältig. Besonders häufig wird KI bei der Erkennung von diabetischer Retinopathie verwendet. Diese Erkrankung betrifft einen Großteil der Patienten mit langjähriger Diabeteserkrankung und kann im schlimmsten Fall zur Erblindung führen.

KI ermöglicht ein schnelles, zuverlässiges Screening und stellt sicher, dass gefährdete Patienten frühzeitig zum Spezialisten weitergeleitet werden.

Auch die altersbedingte Makuladegeneration, insbesondere in ihrer feuchten Form, ist ein wichtiges Anwendungsfeld. KI-Systeme helfen hier nicht nur bei der Früherkennung, sondern auch bei der Therapiekontrolle. Anhand von OCT-Bildern wird analysiert, ob intraretinale oder subretinale Flüssigkeit vorhanden ist – ein entscheidender Parameter für die Notwendigkeit einer erneuten Injektion von VEGF-Hemmern („Spritze ins Auge“) (IVOM-Therapie Wetzlar, Augenarzt Prof. Thomas Bertelmann).

Beim Glaukom („Grüner Star“), einer chronisch progredienten Schädigung des Sehnervs, analysieren KI-Systeme insbesondere den Sehnervenkopf sowie die Dicke der retinalen Nervenfaserschicht (RNFL). In Kombination mit Gesichtsfelduntersuchungen können sie Hinweise auf eine Progression geben, bevor sie klinisch auffällig wird.

Auch bei der Diagnose einer Katarakt, also dem „Grauen Star“, können KI-Systeme präoperative Messungen unterstützen und dem Operateur bei der Auswahl der richtigen Kunstlinse helfen. Intraoperative Assistenzsysteme erkennen zudem in Echtzeit anatomische Strukturen und erleichtern die Navigation.

Im Bereich der Hornhauterkrankungen sind KI-gestützte Topographiesysteme im Einsatz, die Auffälligkeiten wie einen beginnenden Keratokonus (Aussackung der Hornhaut) erkennen können. Gerade bei jungen Patienten kann so frühzeitig eine Behandlung, etwa mit einem Crosslinking („Versteifung“ der Hornhaut), eingeleitet werden.

Darüber hinaus gibt es KI-gestützte Screening-Tools für retinale Gefäßverschlüsse,

hypertensive Retinopathien sowie für entzündliche Netzhauterkrankungen wie die Uveitis. In diesen Fällen analysiert die KI morphologische Muster, die charakteristisch für entzündliche Prozesse sind, und hilft bei der Differenzierung zu degenerativen oder vaskulären Erkrankungen.

Die Durchführung eines KI-gestützten Augen-Screenings folgt einem standardisierten Ablauf. Zunächst wird ein Bild des Augenhintergrunds aufgenommen, beispielsweise mit einer Funduskamera oder einem OCT-Gerät. Diese Bilddaten werden anschließend direkt in das KI-System eingespeist, entweder lokal oder über eine Cloud-Anbindung. Innerhalb weniger Minuten erfolgt die Analyse. Die KI erstellt dann einen strukturierten Befundbericht, in dem festgehalten wird, ob ein Normalbefund oder ein pathologischer Verdacht vorliegt. In den meisten Ländern ist es gesetzlich vorgeschrieben, dass dieser Bericht durch einen Augenarzt überprüft und validiert wird, bevor weitere Schritte eingeleitet werden.

Für die Patienten bringt der Einsatz von KI zahlreiche Vorteile mit sich. Einer der größten ist die frühzeitige Erkennung von Augenerkrankungen, oft noch bevor Symptome auftreten. So können oftmals irreversible Schäden verhindert werden. Gleichzeitig sorgt die KI für eine bessere Versorgungsdichte, da selbst in abgelegenen oder unterversorgten Regionen Screening-Angebote gemacht werden können. Die Auswertung erfolgt schnell und standardisiert, subjektive Fehlerquellen werden reduziert. Zudem erlaubt der Einsatz von KI ein effizientes Praxismangement: Der Arzt kann sich auf die auffälligen Fälle konzentrieren, während unauffällige Befunde automatisch dokumentiert werden.

► weiter lesen auf nächster Seite

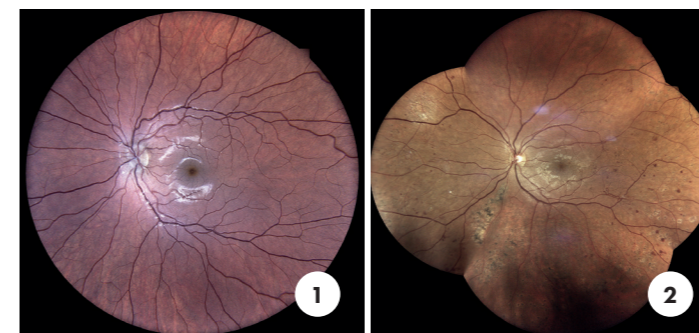


Abb. 1: Fundusfoto eines gesunden Auges / Abb. 2: Fundusfoto mit Netzhautveränderungen durch einen Diabetes mellitus

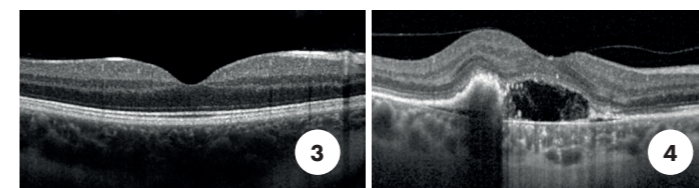


Abb. 3: OCT eines gesundes Auges / Abb. 4: OCT mit einer feuchten Makuladegeneration

Dennoch sind mit dem Einsatz von KI auch Herausforderungen verbunden. Insbesondere bei der Interpretation der Ergebnisse kann es zu falsch-positiven oder falsch-negativen Befunden kommen. Es bleibt daher unerlässlich, dass ein Augenarzt die Verantwortung trägt. Auch der Datenschutz ist ein sensibles Thema, da hochauflösende Bilder des Augenhintergrunds als personenbezogene Gesundheitsdaten gelten. Der Zugang zu dieser Technologie ist zudem noch

ungleich verteilt: Hochentwickelte KI-Geräte sind teuer und oft nur in größeren Zentren verfügbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass künstliche Intelligenz die Augenheilkunde grundlegend verändern wird. Sie bietet große Chancen für eine frühere, genauere und schnellere Diagnostik – vorausgesetzt, die Systeme werden verantwortungsvoll eingesetzt und ihre Ergebnisse bleiben unter ärztlicher Kontrolle. Der Mensch bleibt auch

in der digitalisierten Medizin das entscheidende Glied in der Versorgungskette – aber durch KI erhält er ein leistungsstarkes Werkzeug an die Hand.

Indikationen und Häufigkeit des KI-Einsatzes

- Diabetische Retinopathie: 35 %
- AMD: 25 %
- Glaukom: 15 %
- Katarakt / Hornhaut / Gefäßkrankungen: 15 %

- Systemische Diagnostik (Verily, etc.): 10 %

Roadmap „Zukunft der KI in der Augenheilkunde“

- 2020–2025: Diagnostik & Screening
- 2025–2030: Therapieunterstützung & Prädiktion
- Ab 2030: Integration in Systemmedizin, mobile Diagnostik weltweit ■

