



Ocumeda Weißbuch zur teleophthalmologischen
Augenvorsorge bei Augenoptikerkunden

Ocumeda ist ein führendes Unternehmen im Bereich der niederschwelligen Augenvorsorge. Das Unternehmen wurde 2019 durch zwei Augenärzte gegründet. Beide waren in ihrem klinischen Alltag immer wieder mit Patientinnen und Patienten konfrontiert, bei denen Augenerkrankungen erst in einem weit fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert werden konnten, als der Verlust oder eine spürbare Einschränkung des Sehvermögens bereits fortgeschritten und unumkehrbar waren. Diese Beobachtung war der Anstoß für die Gründung von ocumeda, mit dem Ziel, Augenvorsorge für die Bevölkerung kostengünstig, niederschwellig und vor allem zeitnah zugänglich zu machen.

Weitere Informationen unter: www.ocumeda.com

Fielmann ist Marktführer im Bereich der Augenoptik in Zentraleuropa und gehört zu den größten Unternehmen der augenoptischen Branche weltweit. Fielmann hat die augenoptische Branche geprägt und revolutioniert. Das Unternehmen entstand aus der einfachen Idee heraus, den Kunden in den Mittelpunkt zu stellen, als Günther Fielmann 1972 sein erstes Geschäft in Cuxhaven eröffnete. Innerhalb weniger Jahrzehnte demokratisierte Fielmann die Brillenmode, leistete Pionierarbeit in der Auswahl, bei den Garantien und im Service in der Augenoptik.

Weitere Informationen unter: www.fielmann.de

ACTO e.V. arbeitet als Institution zwischen Universität und mehrwertorientierter Wirtschaft. Diese spezielle Stellung begünstigt die Entwicklungsprozesse im Grundlagen- und Anwendungsbereich, dient intensiver Verzahnung und moderiert optimal vor allem dort, wo akademische Verwaltung aufgrund ihres öffentlichen Auftrages den Entwicklungen in Bezug auf wirtschaftliches Profitdenken noch nicht zuträglich ist. Hierzu zählen insbesondere Prozesse der Neuentwicklung anhand klinischer Probleme sowie die Überführung von Ergebnissen der Grundlagenforschung in klinisch anwendbare Konzepte.

Weitere Informationen unter: www.acto.de

Autoren

Prof. Dr. Norbert Schrage

Chefarzt, Augenklinik Merheim, Kliniken der Stadt Köln, Deutschland

Vorsitzender, ACTO e. V., Aachen, Deutschland

Ehrendoktor, Pirogov Universität, Moskau, Russland

Prof. Dr. Hans-Jürgen Grein

Bereich Medizinische Optik, Technische Hochschule Lübeck, Deutschland

Leiter Wissenschaft, Fielmann Akademie Schloss Plön, Deutschland

Prof. Dr. Frank Tost

Leitender Oberarzt und stv. Klinikdirektor, Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde,
Universitätsmedizin Greifswald, Deutschland

PD. Dr. Catharina Busch

Chief Medical Officer, ocumeda GmbH, München, Deutschland

Oberärztin, Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Leipzig, Deutschland

Prof. Dr. Marcel N. Menke

Chief Scientific Advisor, ocumeda AG, Riedt bei Erlen, Schweiz

Chefarzt und Klinikleiter, Augenklinik Kantonsspital Aarau, Schweiz

Titularprofessur, Augenklinik Inselspital Bern, Universitätsspital Bern, Schweiz

August 2023

Inhaltsverzeichnis

Kernaussage im Überblick	1
1. Das demographische Problem	3
2. Sehbehinderungen und Blindheit: eine Kostenbetrachtung	5
3. Das ocumeda-Augenvorsorge-Konzept.....	7
4. Der Nutzen von Augenvorsorgeuntersuchungen ist wissenschaftlich belegt	9
5. Der Einsatz von Telemedizin in der Augenheilkunde: Erfahrungen aus anderen Ländern.....	11
6. Das ocumeda-Vorsorgeprogramm: erste Zahlen und Fakten.....	13
7. Ausblick.....	15
Referenzen.....	17

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in diesem Report die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.

Kernaussage im Überblick

Bedingt durch den demographischen Wandel werden insbesondere Erkrankungen am Augenhintergrund in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Die augenärztliche Kapazität wird bei erheblich wachsendem Bedarf voraussichtlich abnehmen. Das klassische System der Augenversorgung wird in vielen Ländern, inklusive Deutschland, mit der Ausweitung der Behandlung von Erkrankungen mithin überlastet und zunehmend überfordert sein. Bereits jetzt stehen schon nicht mehr genug Kapazitäten für ein dringend benötigtes niederschwelliges Vorsorgeangebot für die Bevölkerung zur Verfügung.

Wissenschaftlich ist der Nutzen von spezifischen Screeningangeboten für verschiedene Augenerkrankungen bereits sehr gut belegt. In Ländern wie Skandinavien, Großbritannien oder Spanien sind telemedizinische Screenings im Rahmen staatlicher Programme bereits etabliert. Therapien, die durch ein Screening frühzeitiger eingeleitet werden, können Verluste des Sehvermögens verzögern und sogar häufig verhindern. Das reduziert nicht nur individuelles Leid, sondern kann auch sozioökonomisch viel Geld einsparen, da schwere Sehbehinderungen und Blindheit mit sehr hohen direkten und indirekten Kosten verbunden sind.

Ocumeda hat ein niederschwelliges Screeningangebot entwickelt, um das Angebot einer augenärztlichen Vorsorge zu verbessern und der breiten Bevölkerung schnell und einfach zugänglich zu machen. Fielmann hat die Sinnhaftigkeit der Dienstleistung frühzeitig erkannt und ocumeda bei der Pilotierung und Optimierung der Dienstleistung unterstützt. Mittlerweile wird das Screening bereits in über 50 Standorten in Deutschland und der Schweiz der Öffentlichkeit angeboten. ACTO e.V. hat diese Entwicklung wissenschaftlich begleitet.

Bei dem Screeningangebot wird in Zusammenarbeit von speziell geschulten Augenoptikern und teleophthalmologisch tätigen Augenärzten eine augenärztliche Risikoabschätzung vorgenommen. In den Augenoptikergeschäften werden dazu allgemeine Gesundheitsdaten, der Augendruck, die bestkorrigierte Sehschärfe, die Refraktion und ein Fundusbild vom zentralen Augenhintergrund erhoben. Die generierten Daten werden verschlüsselt über die ocumeda-Plattform mit speziell geschulten Fachärzten für Augenheilkunde zur Auswertung geteilt. Die Ophthalmologen bewerten die Daten im Sinne einer Risikoanalyse und kategorisieren erhobene Daten entsprechend der Ampellogik in die Kategorien grün, gelb oder rot. Der Kunde erhält einen Vorsorgebericht mit einer Einordnung der Auswertung.

Aktuell wurden bereits mehrere tausend Personen gescreent und dabei in 20,42% der Fälle auffällige Auswertungen erhoben. Circa 1,97% der gescreenten Personen wiesen sogar schwerwiegende Abweichungen von der Norm auf, welche notfallmäßig der augenärztlichen Versorgung zugeführt wurden. Wichtig für die zukünftige ärztliche Akzeptanz solcher

Screeningangebote wird eine kontinuierliche, strenge Qualitätskontrolle der telemedizinischen Auswertung sein. Ocumeda hat hierfür zahlreiche automatisierte und manuelle Maßnahmen entwickelt, um telemedizinische Auswertungen standardisiert und mit reproduzierbar hoher Qualität anbieten zu können.

Innovative Ansätze, wie z. B. das teleophthalmologische Vorsorgekonzept von ocumeda, haben das Potential, zukünftig einen wichtigen Beitrag zur Augenversorgung der Bevölkerung zu leisten.

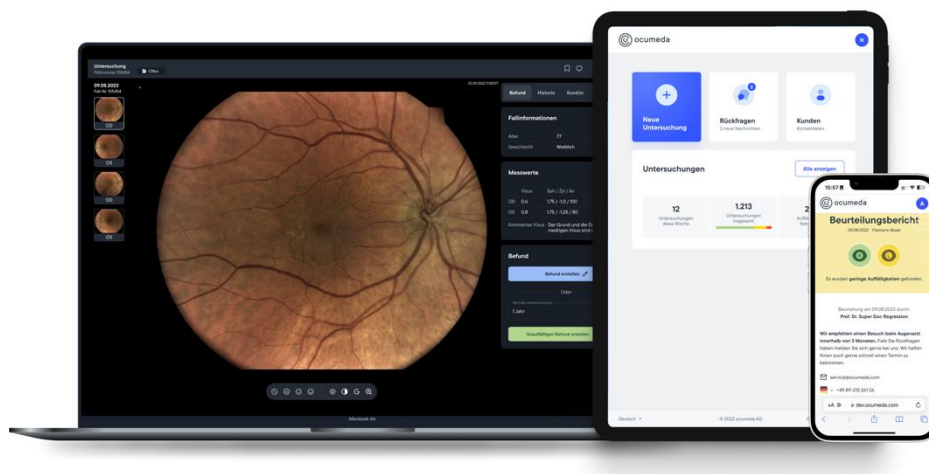


Abbildung: Teleophthalmologie-Plattform von ocumeda

Fachartikel

Ein teleophthalmologisch gestütztes augenärztliches Screening bei Augenoptikerkunden, die sich nicht in augenärztlicher Behandlung befinden

Prof. Dr. Norbert Schrage¹, Prof. Dr. Hans-Jürgen Grein², Prof. Dr. Frank Tost³, PD. Dr. Catharina Busch^{4,5}, Prof. Dr. Marcel N. Menke^{4,6,7}

1. Augenklinik Merheim, Kliniken der Stadt Köln; ACTO e. V., RWTH Aachen, Aachen, Deutschland.
2. Technische Hochschule Lübeck, Lübeck, Deutschland
3. Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Universitätsmedizin Greifswald, Deutschland
4. Ocumeda AG, Riedt bei Erlen, Schweiz
5. Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Leipzig, Deutschland
6. Augenklinik Kantonsspital Aarau, Aarau, Schweiz
7. Augenklinik Inselspital Bern, Universitätsspital Bern, Schweiz

1. Das demographische Problem

In alternden Gesellschaften mit konsekutivem Anstieg altersbedingter Augenerkrankungen kommt es zu einer stetig wachsenden Anzahl von Personen mit moderatem oder schwerem Sehverlust. Aus diesem Grund haben die *World Health Organisation (WHO)* und die *International Agency for the Prevention of Blindness* im Jahr 1999 die Initiative „*Vision 2020*“ ins Leben gerufen, mit dem Ziel vermeidbare Erblindungen zu reduzieren. In einer im Jahre 2021 im Journal *The Lancet Global Health* publizierten Arbeit zeigte sich, dass die Prävalenz von vermeidbaren Erblindungen und moderaten bis schwerem Sehverlust nicht wie erhofft signifikant reduziert werden konnte, sondern aufgrund des Bevölkerungswachstums und der demographischen Überalterung sogar weiter angestiegen ist.¹ Weltweit sind die Hauptgründe für Erblindungen bei über 50-Jährigen immer noch der Katarakt sowie unkorrigierte Refraktionsanomalien. Das Glaukom, die diabetische Retinopathie und die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) sind zudem für mehr als 19 Millionen Fälle von moderatem oder schwerem Sehverlust bei der Population +50 verantwortlich und damit ein wichtiges Ziel für Vorsorgeuntersuchungen und eine frühzeitige Behandlung.¹

Die Notwendigkeit einer Vorsorgeuntersuchung für die Augen ist in der Bevölkerung wenig bekannt und bei weitem nicht so etabliert wie die Brustkrebsvorsorge, das Prostata-Screening oder die Darmkrebsprävention. Und dies, obwohl die Angst vor Blindheit im Vergleich zu vielen anderen Erkrankungen signifikant stärker ausgeprägt und in psychometrischen Studien als „schlimmste“ Erkrankung eingeordnet ist.² Anders als bei den oben genannten Vorsorgeleistungen ist das Augenscreening allerdings bisher auch keine Leistung der Krankenkasse, was zusätzlich die Schwelle zu einer Augenvorsorge erhöht.

Gemäß *Bundesverband der Deutschen Augenärzte (BVA)*³ haben im Jahr 2019 nur 24.61% der Bevölkerung einen Augenarzt aufgesucht. Diese offensichtliche Diskrepanz ist verwunderlich und mag einerseits an der mangelnden Aufklärung über Augenleiden liegen, andererseits aber auch an dem aus Kapazitätsgründen schwierigen Zugang zur augenärztlichen Versorgung. Bereits jetzt ist es in vielen Regionen schwierig, einen Termin für eine augenärztliche Untersuchung zu bekommen. Diese Problematik ist mittlerweile so groß geworden, dass die Politik in Deutschland reagiert hat. Kassenärztliche Vereinigungen mussten Terminservicestellen einrichten, um Arzttermine für verschiedenste medizinische Fachrichtungen für allgemeinversicherte Patienten in angemessener Zeit zu gewährleisten.⁴

Die augenärztliche Vorsorgekapazität ist bereits jetzt in vielen Regionen kaum ausreichend und wird aufgrund des absehbaren riesigen Therapiebedarfs der trockenen altersbedingten Makuladegeneration (AMD) mit hochfrequenter operativer Versorgung von großen Gruppen älterer Patienten im Rahmen des demographischen Wandels erst recht nicht die Bedürfnisse der Bevölkerung in der Zukunft adäquat adressieren können.⁵ Die *Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft (DOG)* hat die Problematik erkannt und dazu bereits 2012 ein Weißbuch zur Situation der ophthalmologischen Versorgung publiziert.⁶

Bereits in der Einleitung schreiben dort die Autoren:

Mehr als andere medizinische Fachbereiche ist die Augenheilkunde von den demographischen Veränderungen unserer Gesellschaft wie auch von Strukturveränderungen in der ambulanten und stationären Versorgung betroffen. Die Sicherstellung einer flächendeckenden, zeitgemäßen und hochqualitativen Versorgung in der Zukunft wird nicht möglich sein, wenn nicht frühzeitig durch eine Aufstockung der notwendigen Ressourcen auf den steigenden Versorgungsbedarf reagiert wird.“

Weiter schreiben die Autoren:

„Die Nachfrage nach ophthalmologischen Leistungen ist schon heute sehr groß und wird in Zukunft noch deutlich weiter wachsen. Der großen Nachfrage steht ein augenärztliches Versorgungsangebot gegenüber, das den steigenden zukünftigen Bedarf kaum abdecken kann. Sowohl im ambulanten wie auch im stationären Bereich hat es in den letzten Jahren grundlegende Strukturveränderungen gegeben, die eher zu einem Umbau und Abbau als zur notwendigen Aufstockung der Ressourcen geführt haben.“

Obwohl es also seit spätestens 2012 bereits offensichtlich ist, dass die augenärztliche Versorgungskapazität dringend erhöht werden muss, ist dies seitdem nicht erfolgt. So hat sich die augenärztliche Versorgungskapazität im Zeitraum von 2000 bis 2019 nur um 1% erhöht.⁷ Im gleichen Zeitraum nahmen aber altersbedingte Augenerkrankungen wie AMD und Glaukome um 22-34% zu.⁷

Auch der *BVA* informiert auf seiner Website www.augeninfo.de über die augenärztliche Versorgungssituation in Deutschland. Dort wird unter anderem der Arztreport der Barmer 2022 zitiert.⁸

„Im Vergleich zu anderen Fachbereichen nehmen Augenarzt-Kontakte einen erheblichen Stellenwert ein, der deutlich über dem Zahlenverhältnis von Augenärzten zu anderen

Ärzten liegt (Augenärzte machen 4,1% aller Vertragsärzte aus). Der Bedarf an augenärztlichen Leistungen, gerade in der Basisversorgung älterer Menschen, hat in den vergangenen Jahren schon zugenommen und wird weiterhin steigen. Dies spiegelt sich in den Statistiken der Krankenkassen ebenfalls wider. So hat circa ein Viertel der Gesamtbevölkerung (24,61%) in Deutschland mindestens einen Augenarzt im Jahr 2019 aufgesucht.“⁸

Weiter zitiert die BVA-Website:

„In der Augenheilkunde kamen im Jahr 2019 auf jeden Augenarzt 5.014 Behandlungsfälle – das sind über 50% mehr als der Durchschnitt aller Fachbereiche, der bei 3.293 Behandlungsfällen lag.“⁹

Aus diesen Zahlen des BVA und der Einschätzung der DOG wird rasch klar, dass es zukünftig eine Konzentration der lokalen Augenärzte auf die Behandlung von Erkrankungen und daneben Alternativen zur Erkennung von Augenkrankheiten braucht. Eine Erhöhung der Anzahl tätiger Augenärzte wäre sicher notwendig; dieses Ziel konnte aber in der Vergangenheit nicht erreicht werden. Technische Weiterentwicklungen im Bereich des Screenings mittels Telemedizin oder Entwicklungen im Bereich der artifiziellen Intelligenz bieten Möglichkeiten zur Entlastung der Augenärzte und Sicherstellung der Versorgung. Eine telemedizinische Augenvorsorge stellt aus unserer Sicht einen sinnvollen und richtigen Weg zur gezielten Erkennung und Vermeidung von Augenleiden dar. Durch ein solches Screening können Personen mit auffälligen Befunden gezielt zur weiteren Abklärung und Behandlung in die augenärztliche Versorgung übernommen werden. Diese Vorselektion kombiniert mit professionellen Allokationsketten, inklusive Bereitstellung der bereits erhobenen und vorhandenen Daten, schont die begrenzten Ressourcen der Ophthalmologen und reserviert die Plätze in den Wartezimmern für die Menschen, die von einer raschen Diagnostik und Therapie profitieren. Die Problematik der Interessenskonflikte, der berufsgruppenzentrierten Ansätze und der Priorisierung verhindert einen patientenzentrierten Blick auf Screeningangebote.¹⁰ Es ist eine Binsenweisheit, dass die frühzeitige Identifikation und Therapieeinleitung bei den häufigen Augenleiden wie AMD, Diabetes, Glaukom und Katarakt eine schwere Sehbehinderung oder Erblindung verzögern oder sogar verhindern kann. Damit verringert sich nicht nur das persönliche Leid der Betroffenen, sondern die augenärztliche Arbeitszeit wird sinnvoll eingesetzt. Letztendlich erspart ein solches Vorgehen auch enorme gesellschaftliche Kosten.

2. Sehbehinderungen und Blindheit: eine Kostenbetrachtung

Sehbehinderungen und Blindheit (S&B) haben global gesehen in den letzten 20 Jahren um 47% zugenommen. Eine S&B beeinträchtigt nicht nur die Betroffenen, sondern auch die Angehörigen. In Ländern wie z. B. Australien liegen die Kosten für S&B im Gesundheitssystem noch vor denen der koronaren Herzkrankheit, der Depression, des Schlaganfalls und des Diabetes Mellitus. Neben dem direkten Leid der Betroffenen hat S&B auch enorme wirtschaftliche Auswirkungen aufgrund direkter Kosten (Medikamente und Behandlungskosten), indirekter Kosten (Verlust der Produktivität, Einkommensverlust bei Patienten und Angehörigen, staatliche Unterstützungsleistungen, krankheitsbedingte Arbeitsausfälle usw.) und immaterieller Effekte

(Verlust der Lebensqualität, emotionaler Stress, Depression, soziale Vereinsamung, Risiken durch Stürze und Unfälle aufgrund von S&B). So steigt die Mortalitätsrate durch S&B von 4,5% (normale Sehkraft) auf 22,2% (Erblindung) an.¹¹

Gemäß den veröffentlichten Daten des *Deutschen Blinden- und Sehbehindertenverband e.V. (DBSV)* sind allein in Deutschland 1,2 Millionen Menschen von S&B betroffen.¹² Dies verursacht in Deutschland jährliche Kosten von 49,6 Milliarden Euro vor dem Hintergrund des Bruttoinlandsproduktes von 3.869 Mrd. Euro immerhin 1,2%.¹¹ Aufgrund des demographischen Wandels wird die Zahl von Patienten mit S&B in den nächsten 10 Jahren zwischen 9–17% zunehmen, während die augenärztliche Versorgungskapazität zwischen 2002 und 2017 nur um 1% gestiegen ist und durch den Rückzug der Babyboomer aus dem Berufsleben voraussichtlich in den nächsten 15 Jahren bestenfalls stagnieren wird.¹³ Die Zunahme der Erblindungen wird hauptsächlich auf die AMD, die diabetische Retinopathie und das Glaukom zurückzuführen sein. Die zitierte Veröffentlichung entstand aus einem Zusammenschluss von Selbsthilfeorganisationen, augenärztlichen Fachverbänden (Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft und Berufsverband der Augenärzte Deutschland e.V.) und internationalen Hilfswerken, um in einer jährlich durchgeführten, bundesweiten Informationskampagne „Woche des Sehens“ aufzuklären. In der Broschüre schreiben die Autoren:¹²

„Angesichts dieser Situation kann es nicht weiter hingenommen werden, dass Menschen unnötigerweise einen Sehverlust erleiden, dass augen-medizinischer Fortschritt bei den Betroffenen nicht ankommt und dass bei einem Großteil der Menschen mit irreversiblen Sehverlust keine oder nur unzureichende Rehabilitationsmaßnahmen erfolgen.“

Weiter werden konkret sechs Forderungen an die deutsche Gesundheitspolitik gestellt. Die erste Forderung lautet dabei:

„Augenärztliche Früherkennung und Versorgung müssen allen Menschen zur Verfügung stehen und abgesichert werden. Das schließt eine nachhaltige Strategie für eine Versorgung von Patientinnen und Patienten im ländlichen Raum und für besonders vulnerable Patientengruppen wie Pflegebedürftige (insbesondere in Pflegeeinrichtungen) und mehrfach behinderte Menschen ein. Dies umfasst ihre Finanzierung und die Sicherung einer ausreichenden Zahl von Fachkräften.“¹²

Aus den vorliegenden Daten schlussfolgern wir, dass Prävention aufgrund der immensen Kosten von S&B und der prognostizierten starken Zunahme aufgrund der demographischen Entwicklung einen größeren Stellenwert erhalten sollte. Durch eine gute Prävention und eine gute Versorgung der Patienten können viele Fälle von S&B verhindert oder zumindest deutlich verzögert werden. Aufgrund der hohen Komorbiditäten (Stürze, Depressionen, Probleme aufgrund verminderter Medikamentencompliance etc.) bei S&B sind daher massive, langfristige Kosteneinsparungen möglich. Deswegen braucht es zwingend ein neues, in Bezug auf Medizin und Screening patientenorientiertes Vorsorgemodell. In der „klassischen“ augenärztlichen Versorgung existieren aktuell zu wenige Kapazitäten für ein flächendeckendes Vorsorgekonzept, welche die sozioökonomischen Bedürfnisse adressieren können und der demographischen Entwicklung dauerhaft standhalten.

3. Das ocumeda-Augenvorsorge-Konzept

Ocumeda bietet in Kooperation mit der Fielmann AG seit 2021 telemedizinisch gestützte Augenvorsorgeuntersuchungen in Augenoptikergeschäften an, bei denen neben allgemeinen Gesundheitsdaten (Fragebogen) der Augendruck mittels Luftstoß-Tonometrie (CT-1P Tonometer/Pachymeter, Topcon), die bestkorrigierte Sehschärfe, die Refraktion und ein Fundusbild vom zentralen Augenhintergrund mittels einer non-mydratischen Kamera (iCare DRSplus) erhoben werden.

Selbstverständlich wird jeder Kunde vor dem Screening ausführlich über die Limitationen einer teleophthalmologischen Begutachtung aufgeklärt und insbesondere betont, dass die Begutachtung keine umfassende augenärztliche Untersuchung vor Ort ersetzen kann. Zudem richtet sich das Screeningangebot ausschließlich an Kunden, welche keine akuten Augenbeschwerden haben und sich auch nicht bereits in augenärztlicher Betreuung befinden. Das Angebot fokussiert die Vorsorgeempfehlungen des BVA vor allem an Personen ab dem 40. Lebensjahr.¹⁴

Es steht daneben allen Kunden ab dem 18. Lebensjahr offen, an diesem Augenscreening teilzunehmen. Als Ausschlusskriterien für ein Augenscreening gelten folgende Bedingungen: 1. Der Kunde ist bereits (oder war in den letzten 5 Jahren) in augenärztlicher Behandlung; 2. Der Kunde leidet aktuell an Augenbeschwerden/Symptomen; 3. Der Kunde hat bereits Kenntnisse über eine bei ihm festgestellte Augenerkrankung des Augenhintergrundes. Im Fall eines Ausschlusskriteriums wird der Kunde im Zweifel direkt zur ophthalmologischen Behandlung an seinen Augenarzt vor Ort verwiesen.

Aktuell handelt es sich bei diesem Vorsorgeangebot um eine Selbstzahlerleistung, welche der Kunde im Geschäft bezahlen muss.

Bei der genutzten Funduskamera handelt es sich um ein Echtfarben-, konfokales Bildgebungssystem, welches verschiedene Aufnahmeoptionen anbietet (Echtfarben Fundusfoto, Rot-Frei, Infrarot, Aufnahmen des äußeren Auges, Stereo-Aufnahmen). Das konfokale System erlaubt qualitativ hochwertige Fundusaufnahmen bis zu einem minimalen Pupillendurchmesser von 2.5 mm und kann dank einer Mosaikfunktion auch Netzhaut-Panoramaaufnahmen aus verschiedenen Einzelfotos generieren. Für die ocumeda-Vorsorgedienstleistung werden jeweils Einzelaufnahmen vom hinteren Pol mit einer 45-Grad-Aufnahme angefertigt. Bei der Geräteauswahl wurde darauf geachtet, ein intuitives, benutzerfreundliches System zu wählen, welches reproduzierbar und untersucherunabhängig hochwertige Fundusaufnahmen produzieren kann. Die DRSplus-Kamera richtet sich dank einer Software und moderner Robotik automatisch auf das jeweilige Auge aus (Auto-Alignement), stellt das Fundusbild automatisch scharf (Autofokus), berechnet automatisch die optimale Belichtung (Auto-Exposure) und löst selbstständig die Bildaufnahme aus (Auto-Capture). Damit wird der gesamte Untersuchungsablauf auf einen Knopfdruck hin ausgelöst und kaum noch durch die bedienende Person beeinflusst.

Das genutzte Non-Contact-Tonometer (CT-1P Tonometer/Pachymeter, Topcon) arbeitet ebenfalls voll automatisiert und verfügt über ein vollautomatisiertes Justier- und Messsystem mit der Möglichkeit einer automatischen und manuellen Anpassung der Augendruckwerte an die

Hornhautdicke. Zudem produziert das Gerät bei jeder Messung eine Zuverlässigkeitsangabe, so dass im Zweifel Messungen wiederholt werden können.

Alle generierten Daten werden verschlüsselt über die ocumeda-Telemedizinplattform mit speziell dafür geschulten Fachärzten für Augenheilkunde zur Auswertung geteilt. Die Ophthalmologen bewerten die Daten im Sinne einer Risikoanalyse und kategorisieren erhobene Daten entsprechend der Ampellogik in die Kategorien grün, gelb oder rot. Ausdrücklich erfolgt in diesem Kontext keine telemedizinische Diagnosestellung oder Therapieempfehlung. Diese ärztlichen Risikobewertungen werden entsprechend der Kategorien zwei bis drei Tage nach erfolgter Messung seitens des Augenoptikergeschäftes an den Kunden kommuniziert. Der Kunde erhält einen Vorsorgebericht mit einer Einordnung (Ampel) und einer Handlungsempfehlung.

- Ein grüner Bericht bedeutet, dass keine weiter abklärungsbedürftigen Abweichungen von der Norm gefunden wurden. Eine periodisch wiederkehrende Routinekontrolle wird vorgeschlagen.
- Bei gelben Berichten wurden Veränderungen von der Norm festgestellt, die eine weitere ophthalmologische Abklärung vor Ort durch niedergelassene Ophthalmologen oder Augenkliniken notwendig erscheinen lassen. Die Dringlichkeit wird vom teleophthalmologisch tätigen Arzt vorgegeben und liegt in einem Bereich von ein bis sechs Monaten.
- Bei einem roten Bericht sind die Abweichungen so gravierend, dass eine umgehende Vorstellung bei einem niedergelassenen Augenarzt empfohlen wird.

Aktuell setzt ocumeda allein auf die fachärztliche Expertise von Ophthalmologen, um eine teleophthalmologische Risikoeinschätzung vorzunehmen. Die aktuell am Markt vorhandenen künstlichen Intelligenz-, oder neudeutsch artificial intelligence (AI)- Lösungen sind nach unserer Einschätzung nicht weit genug entwickelt, um selbstständig in einem Vorsorgescreening eingesetzt werden zu können. Die Hauptlimitation liegt dabei an der sehr beschränkten Anzahl von Augenerkrankungen, die automatisiert von AI diagnostiziert werden können. Zahlreiche andere Veränderungen am Augenhintergrund werden bisher nicht durch Softwarelösungen detektiert (wie z. B. Gefäßerkrankungen, Naevi, verschiedene Arten von Makulopathien usw.), was in einem Vorsorgekontext potenziell zu vielen falsch negativen Ergebnissen führen könnte und Patienten in einer falschen Sicherheit wiegen würde. Das Vorsorgekonzept von ocumeda wird von Ophthalmologen für Ophthalmologen stetig weiterentwickelt und verbessert, um insbesondere im Sinne der optimalen Patientenversorgung einen reibungslosen Ablauf vom Screening bis zur etwaigen notwendigen Zuweisung des Patienten zum niedergelassenen Ophthalmologen zu gewährleisten. Dabei soll möglichst ohne Zeitverlust und ohne doppelte Diagnostik der behandlungsbedürftige Patient dem behandelnden Arzt zugewiesen werden. Die ausgewählten Diagnostiksysteme werden vor dem Einsatz in Augenoptikerfilialen auf ihre Tauglichkeit und Qualität von Augenärzten evaluiert und entsprechen dem technischen Stand, wie er auch in vielen Augenarztpraxen und Kliniken verwendet wird.

Die Qualität der telemedizinischen ärztlichen Auswertungen wird kontinuierlich überwacht. Ocumeda hat Screeningguidelines entwickelt, die sich an die Empfehlungen internationaler, teleophthalmologischer Guidelines anlehnen und nutzt eine stetig wachsende Sammlung von Beispielfällen zur besseren Einordnung grüner, gelber und roter Berichte. Alle Ärzte durchlaufen ein standardisiertes Onboarding-Verfahren mit Schulungen durch versierte teleophthalmologisch tätige Augenärzte. 20% der Auswertungen werden nach dem Zufallsprinzip in einem peer-review-Verfahren einer zweiten Begutachtung zugeführt. Bei Diskrepanzen gibt es eine Auswertung durch einen teleophthalmologisch sehr erfahrenen dritten Experten. Alle Ärzte unterliegen einer kontinuierlichen Qualitätsüberwachung. So wird technisch die Auswertungszeit aufgezeichnet, eine Vergleichsstatistik zwischen den Ärzten geführt (Anteil grüner, gelber und roter Berichte) sowie sporadisch Testfälle zur Auswertung vorgelegt. Bei Auffälligkeiten in der Auswertungssqualität wird eine Nachschulung durchgeführt. Zusätzlich führt ocumeda regelmäßig Fallbesprechungen zum fachlichen Austausch durch. Die digitale Plattform enthält auch die Option, als Arzt direkt eine Zweitmeinung anzufordern, falls Unsicherheiten bei der Einstufung zwischen Grün, Gelb und Rot bestehen sollten. Als Mindestanforderung für teleophthalmologisch tätige Ärzte wird ein im jeweiligen Land (des Kunden) anerkanntes Facharzt Diplom für Augenheilkunde verlangt. Durch diese Maßnahmen kann eine hohe Qualität gewährleistet und somit hoffentlich auch die Akzeptanz für die teleophthalmologische Auswertung in der ärztlichen Gemeinschaft gestärkt werden.

4. Der Nutzen von Augenvorsorgeuntersuchungen ist wissenschaftlich belegt

Vorsorgeuntersuchungen in der Augenheilkunde sind vielfältig und der Gesundheitseffekt systematischer Vorsorgeuntersuchungen ist für viele Augenleiden wissenschaftlich gut belegt. Schon bei Kindern kann ein Sehscreening im Alter von drei bis fünf Jahren das Risiko einer dauerhaften Amblyopie verringern. Die *US Preventive Services Task Force* hat dazu eine Übersichtsarbeit der vorhandenen Publikationen angefertigt. Eine frühzeitig eingeleitete Amblyopietherapie kann eine schwere Sehschwäche effektiv verhindern. Daher empfiehlt die Task Force allen Kindern im Alter zwischen drei bis fünf Jahren mindestens ein Amblyopiescreening.¹⁵

Zwar ist das Amblyopiescreening bei Kindern nicht der Fokus der Arbeit, jedoch zeigt diese Übersichtsarbeit den allgemeinen Nutzen von teleophthalmologischem Screeninguntersuchungen. Dass Vorsorgeuntersuchungen für die diabetische Retinopathie von signifikantem Nutzen sind, wurde ebenfalls mehrfach wissenschaftlich belegt. In einer Studie zum Vergleich der Effektivität einer non-mydriatischen Fundusfotografie vs. einer Fundusuntersuchung durch einen Ophthalmologen vor Ort zur Detektion einer diabetischen Retinopathie wurde für die reine Fundusfotografie eine Sensitivität von 96% und eine Spezifität von 98% ermittelt. Die Rate falsch negativer Befunde betrug 8%, und die Rate falsch positiver Befunde betrug 2%.¹⁶ In einem systematischen Review von 2010 wurde insbesondere die Kosteneffizienz solcher Untersuchungen analysiert. Die Daten zeigen, dass Vorsorgeuntersuchungen durch eine Steigerung der Jahre mit guter Sehschärfe kosteneffektiv sind. Die Autoren kommen zur Schlussfolgerung, dass insbesondere die telemedizinische Untersuchung mit digitaler Fundusfotografie das Potential hat, ein kosteneffektives, niederschwelliges Vorsorgekonzept in abgelegenen Gebieten oder bei

schwer erreichbaren Populationen darzustellen.¹⁸ Aoki et al. publizierten eine Vergleichsstudie von zwei Screeningstrategien (Teleophthalmologie vs. Nicht-Teleophthalmologie (augenärztliche Standardversorgung)), um eine diabetische Retinopathie in einer Gefängnispopulation zu identifizieren. Dazu wurde ein stochastisches (Markov-) Modell basierend auf Wahrscheinlichkeiten und Kostendaten von bereits publizierten, epidemiologischen Studien zur Analyse erstellt. In der Teleophthalmologie-Gruppe erblindeten 12,4% vs. 20,5% in der Nicht-Teleophthalmologie-Gruppe. Die absolute Risikoreduktion betrug 8,1%. Die Gesamtkosten pro Patienten betrugen in der Teleophthalmologie-Gruppe 16,514 USD vs. 17,590 USD in der Nicht-Teleophthalmologie-Gruppe. Der teleophthalmologische Screeningansatz war somit nicht nur effektiver in der Vermeidung von Erblindungsfällen, sondern auch kosteneffizienter.¹⁸

Für das Glaukom wurde im Mai 2022 eine umfassende Literaturanalyse durch die *Agency for Healthcare Research and Quality* des *U.S. Department of Health and Human Services* erstellt.²⁰ Ein unbehandeltes Glaukom führt zu irreversiblen Sehverlust und Erblindung. Frühe Veränderungen im Rahmen einer Glaukomerkrankung sind häufig asymptomatisch, und Gesichtsfeldverluste werden häufig nicht von den Patienten wahrgenommen.²¹ Mindestens 50% der Patienten mit Offenwinkelglaukom wissen nichts von ihrer Glaukomerkrankung.^{22, 23, 24} Aus diesem Grund empfehlen mehrere Länder Glaukomscreenings für die Bevölkerung. In den USA z. B. wird eine Augenuntersuchung zum 40. Lebensjahr empfohlen. Bei Personen ohne Risikofaktoren sollten die Augen alle zwei bis vier Jahre für Personen zwischen 40–54 Jahren, alle ein bis drei Jahre für Personen von 55–64 Jahren und alle ein bis zwei Jahre für Personen >65 Jahren untersucht werden.²⁴

Für die Tonometrie liegen Daten von 13 randomisierten, kontrollierten Studien mit 32.892 Probanden vor. Die Sensitivität für die Glaukomdetektion betrug 0,48, und die Spezifität war 0,94. Für die Glaukomdetektion aufgrund von Fundusaufnahmen (Papillenfotos) gibt es Evidenz von mehreren kontrollierten Studien mit 3.133 Probanden, bei denen die Papillen auf Fundusfotos evaluiert wurden. In einer der Studien betrug die Sensitivität 0,64 und die Spezifität 0,73 für die Unterscheidung von Patienten mit Glaukomverdacht und Patienten mit manifestem Glaukom.²⁵ In einer anderen Studie betrug die Sensitivität 0,71 und die Spezifität 0,49, um Glaukom von Nicht-Glaukom zu unterscheiden, dies basierend auf einer Papillenexkavation von 0,65 für durchschnittlich große Papillen und 0,5 für kleine Papillen.²⁷

Bei der AMD ist die Datenlage bezüglich der Effektivität telemedizinischer Screeninguntersuchungen noch limitiert. Eine 2022 veröffentlichte Review-Arbeit und Metaanalyse fasst die vorhandenen Daten übersichtlich zusammen.²⁷ Bisher existieren drei randomisierte, kontrollierte Studien zur diagnostischen Genauigkeit bei der Detektion einer AMD. Die durchschnittliche Sensitivität über die drei Studien gemittelt lag dortabei bei 0,71.²⁹

Die Rolle der optischen Kohärenztomographie (OCT) ist in der traditionellen Augenheilkunde für die Diagnosestellung und das Krankheitsmonitoring wohl unbestritten. Die Implementierung von OCT in teleophthalmologische Screeningprogramme wird allerdings noch durchaus kontrovers diskutiert. So zeigte eine direkte Vergleichsstudie von Fundusfotografie allein oder kombiniert mit OCT keinen Vorteil einer kombinierten Diagnostik in der Sensitivität oder Spezifität in der Detektion von Glaukomerkrankungen oder anderen Netzhauterkrankungen.^{29, 30, 31}

5. Der Einsatz von Telemedizin in der Augenheilkunde: Erfahrungen aus anderen Ländern

Das Potenzial telemedizinischer Untersuchungen in der Augenheilkunde lässt sich bisher am besten bei der diabetischen Retinopathie abschätzen, da in verschiedenen Ländern bereits teils staatliche Screeningprogramme für die diabetische Retinopathie mit ausreichend langen Beobachtungszeiträumen durchgeführt werden. In einer im Jahr 2021 veröffentlichten Arbeit von *PH Scanlon* werden die vorliegenden Daten gut zusammengefasst.³²

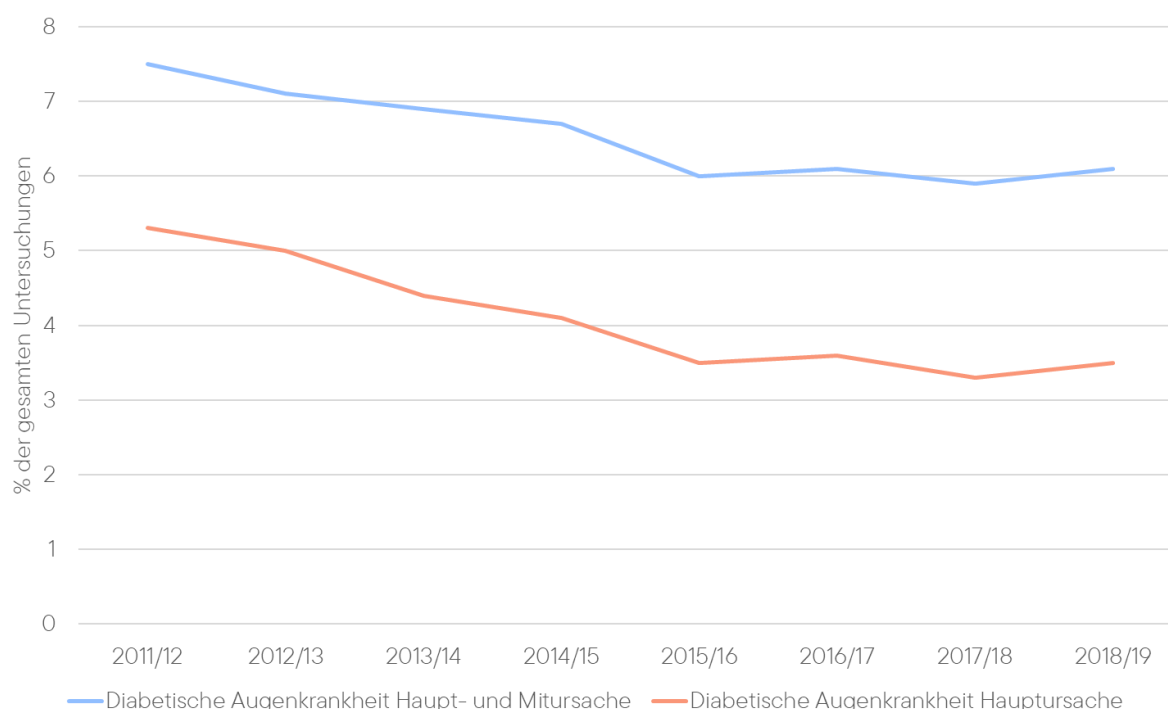
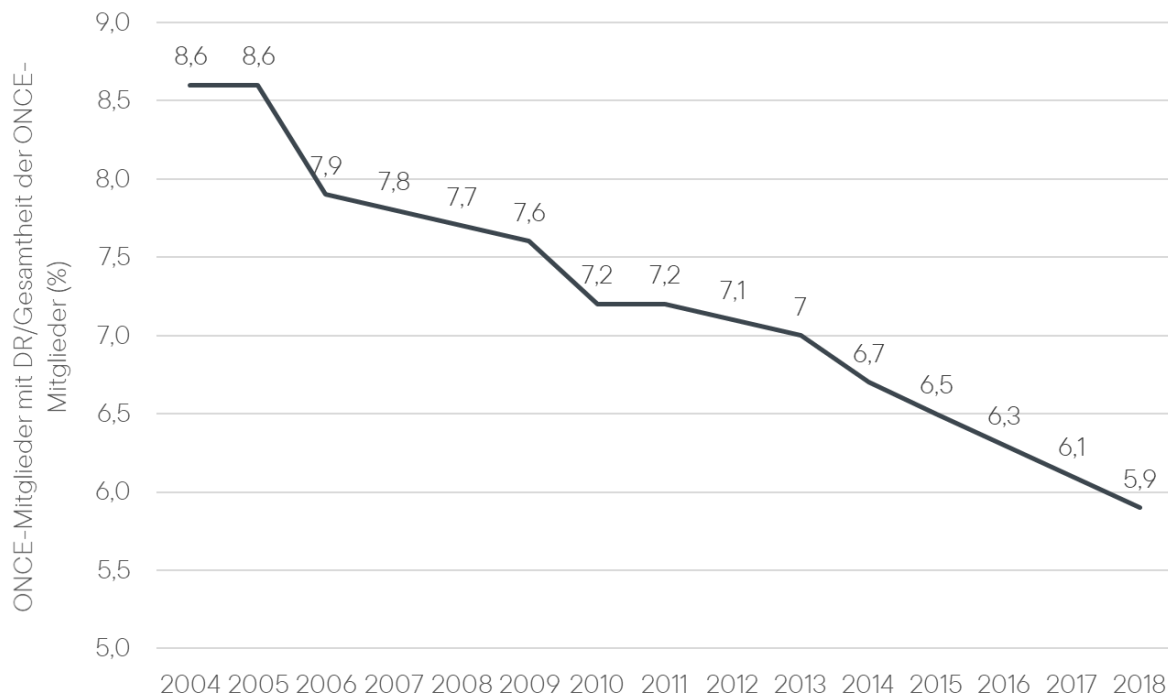


Abbildung 1: Eigene Abbildung gemäß aus Referenz 32, Scanlon PH, Acta Diabetol, 2021, (%), übersetzt aus dem Englischen

Die Abbildung zeigt eine kontinuierliche Abnahme der Diabetes-assoziierten, zertifizierten schweren Sehbehinderungen oder Erblindungen in Großbritannien (Beginn der Screening-Untersuchungen ab 2003).

Das *NHS Diabetic Eye Screening Programme* in England wurde 2003 gestartet. Ab 2008 erreichte man eine recht gute Abdeckung in der diabetischen Bevölkerung. Ein erster wichtiger Erfolg stellte sich bereits 2009-2010 ein, als aufgrund des Screeningprogramms die diabetische Retinopathie erstmals nach 50 Jahren nicht mehr Hauptgrund für eine sogenannte zertifizierte Blindheit war.³³ Zwischen 2017 und 2018 hat man in England 2,7 Millionen Personen mit Diabetes ein Screening angeboten, und bei 2,23 Millionen Patienten wurde ein Screening durchgeführt (45-Grad-Fundusfotos, beurteilt von trainierten Nicht-Ophthalmologen). Es wurden in dem Zeitraum 8.782 Patienten notfallmäßig und 54.893 Patienten routinemäßig an Ophthalmologen überwiesen.

Auch in Andalusien, Spanien, wird ein groß angelegtes Screeningprogramm auf die diabetische Retinopathie durchgeführt. Innerhalb von 15 Jahren wurden 407.762 Diabetiker mindestens einmal gescreent.³⁴ Am Ende der Beobachtungsperiode zeigte sich eine deutlich reduzierte, kumulative Inzidenz der diabetischen Retinopathie sowie eine deutliche Reduktion von Fällen mit zertifizierter, Diabetes-assoziiierter S&B.



Notiz: ONCE = Organización Nacional de Ciegos Españoles/ Spanische Nationale Blindenassoziation

Abbildung 2: Abbildung gemäß Referenz 34: Rodriguez-Acuña R et al. BMJ Open Diabetes Res Care, 2020, (%), übersetzt aus dem Englischen

■ Mit Einführung des Screenings sinkt die Prozentrage registrierter Sehbehinderter und Blinder mit einer diabetischen Retinopathie.

Auch aus Skandinavien liegen umfassende Daten zum Nutzen eines Screenings für die diabetische Retinopathie vor.³⁵ In den skandinavischen Ländern werden Screeningdaten bereits seit den 1990 Jahren gesammelt und ausgewertet. Die Inzidenz für S&B bei Patienten mit insulinabhängigem Diabetes ist in Populationen ohne Screeningprogramme deutlich höher (jährliche Inzidenz zwischen 0,4-3,7%) als in Populationen mit Screeningprogrammen (jährliche Inzidenz 0,0 – 0,1%).³⁵

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Screeningangebote für die diabetische Retinopathie sehr gut auf ihren Nutzen untersucht wurden und in vielen verschiedenen Ländern einen eindeutig positiven Effekt auf die Inzidenzraten von S&B hatten. Es ist davon auszugehen, dass die Population der Diabetiker in Deutschland ebenfalls von einem flächendeckenden Screening profitieren würde.

6. Das ocumeda-Vorsorgeprogramm: erste Zahlen und Fakten

Seit Beginn der Zusammenarbeit mit der Fielmann AG wurden im Zeitraum von Januar 2021 bis April 2023 bereits >7.000 Screenings in Augenoptikerniederlassungen durchgeführt und von Ophthalmologen beurteilt. Von allen Kunden haben 3.774 Kunden ihr Einverständnis zur wissenschaftlichen Auswertung ihrer anonymisierten Daten gegeben. Die nachfolgenden Statistiken beziehen sich daher auf diese Kohorte.

Von den 3.774 Personen wurden bisher 909 Personen (24,1%) in Deutschland gescreent, während in der Schweiz 2.865 Personen (75,9%) an einem Screening teilgenommen haben.

56,4% der Personen waren weiblich, und das Durchschnittsalter lag bei $50,9 \pm 13,6$ Jahren. Die Altersverteilung der Kohorte zeigt Abbildung 3.

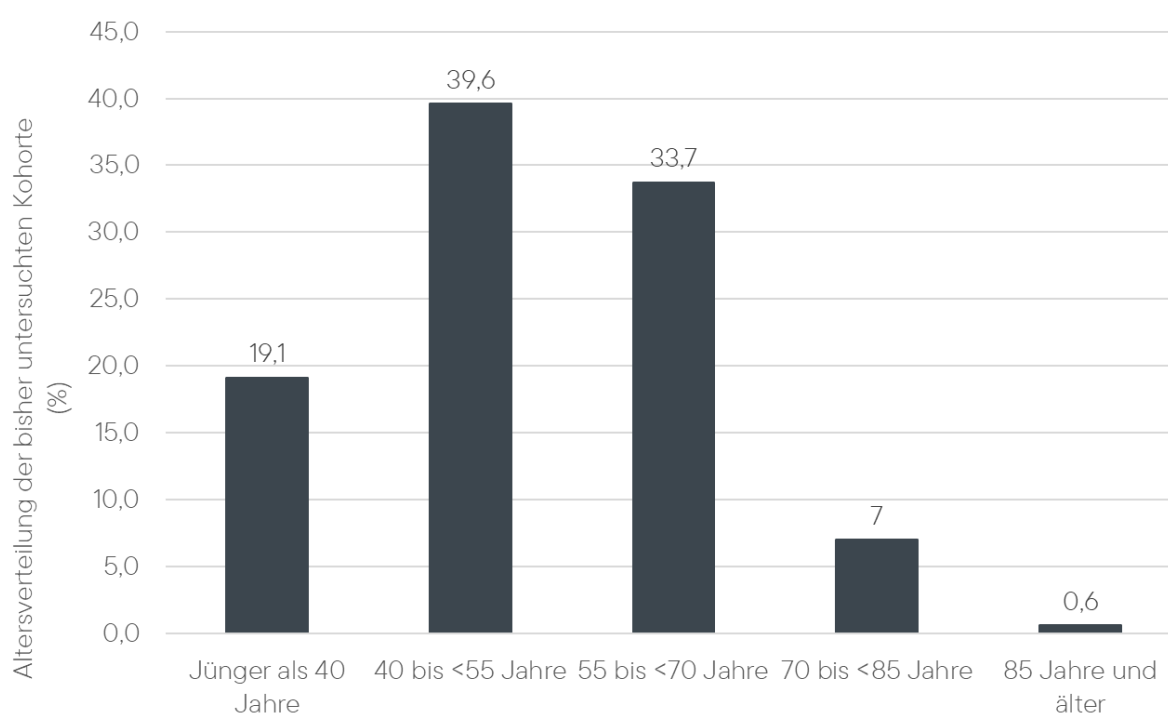


Abbildung 3: Altersverteilung der bisher gescreenten Kohorte (%) (n=3.774). (Personen, die einer wissenschaftlichen Auswertung der Daten nicht zugestimmt haben, wurden nicht berücksichtigt).

Ergebnisse der teleophthalmologischen Auswertungen

Wie bereits erwähnt wurden die vorliegenden Daten von Ophthalmologen bewertet und in drei Kategorien einer Ampellogik folgend eingeteilt (das Ampel-System ist im Kapitel 4 beschrieben).

In der Gesamtkohorte wurden 79,6% als grün (kein Abklärungsbedarf) bewertet. Gelbe Beurteilungen (weitere Abklärung zeitnah empfohlen) wurden in 18,4% der Fälle gefunden und 2,0% der Fälle wurden als rot (zeitnahe Abklärung) bewertet. Die geschlechtsspezifische Verteilung der Beurteilungen nach grün, gelb und rot zeigt Abbildung 4.

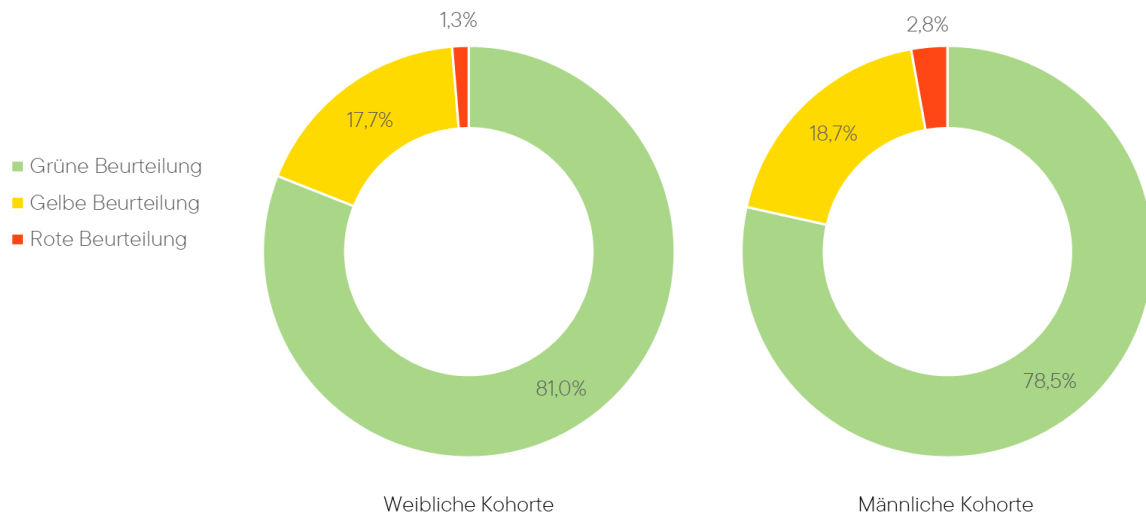


Abbildung 4: Geschlechtsspezifische Verteilung der Beurteilungen nach grün, gelb und rot (%)

Der durchschnittliche bestkorrigierte Visus (logMAR) betrug $0,04 \pm 0,10$ (weiblich $0,04 \pm 0,10$, männlich $0,03 \pm 0,11$). Der Augendruck wurde mittels Luftstoß-Tonometrie (CT-1P Tonometer/Pachymeter, Topcon) gemessen und betrug durchschnittlich $18,2 \pm 2,5$ mmHg (weiblich: $18,3 \pm 2,5$ mmHg; männlich: $18,1 \pm 2,6$ mmHg). Die Bildqualität wurde von den Ophthalmologen auf einer Skala von 1-4 bewertet, wobei 1 = nicht verwertbar; 2 = schlechte Bildqualität, aber gerade noch ausreichend für eine Beurteilung; 3 = gute Bildqualität, 4 = ausgezeichnete Bildqualität bedeutet. Die durchschnittliche Bildqualität betrug $3,35 \pm 0,07$ (N=2.200). Bei übermittelten Fundusaufnahmen, die aufgrund der Bildqualität nicht bewertbar waren (Skala = 1), wurden die Mitarbeiter in den Augenoptikerfilialen aufgefordert, neue Bilder von besserer Qualität anzufertigen. Nur 0,26% aller Aufnahmen waren am Ende nicht verwertbar und konnten daher final nicht beurteilt werden.

Die sechs häufigsten Auffälligkeiten sortiert nach gelben und roten Auswertungen finden sich in Tabelle 1.

Rank	Auffälligkeiten	Häufigkeit des Auftretens in		
		Gesamtkohorte	● gelber Kohorte	● roter Kohorte
1	Makuläre Drusen	8,59%	18,92%	21,24%
2	Peripapilläre Atrophie	2,91%	12,16%	6,79%
3	Retinale Blutungen	2,53%	28,38%	10,55%
4	Epiretinale Membranen	2,48%	17,57%	9,83%
5	Vergrößerte Papillenexkavation	2,27%	22,97%	9,39%
6	Verdacht auf Medientrüben	2,21%	5,41%	8,96%

Tabelle 1: Die sechs häufigsten Auffälligkeiten sortiert nach gelber und roter Auswertung

7. Ausblick

Ein zentraler Bestandteil der Arbeit von ocumeda wird immer auch eine wissenschaftliche Auswertung der erhobenen Daten sein (sofern von den gescreeenten Personen eingewilligt). So führen wir beispielsweise aktuell eine retrospektive Auswertung der Personen mit gelber und roter Auswertung durch. Dabei werden die Untersuchungsergebnisse von den behandelnden Augenärzten (mit Einverständnis der betroffenen Patienten) angefordert und ausgewertet. Die Methode der Auswertung ist ein direkter Vergleich der teleophthalmologisch erhobenen Beurteilungen mit den Untersuchungsbefunden des Augenarztes vor Ort. Ziel dieser Bemühung ist es, die Sensitivität und Spezifität der Empfehlungen so zu evaluieren, dass die Anzahl falsch positiver Klassifikationen sinkt und die Augenärzte einen hochspezifischen und adäquaten Screeningbericht vorgelegt bekommen.

In einer zweiten prospektiven, randomisierten Studie wird eine Kohorte von Screeningprobanden zunächst durch einen Arzt online begutachtet und dann anschließend direkt von einem zweiten Augenarzt vor Ort in Miosis (neutrale Pupille ohne medikamentöse Erweiterung) und einem dritten Augenarzt in Mydriasis (mit medikamentöser Pupillenerweiterung) untersucht. Alle drei Ärzte untersuchen unabhängig voneinander und sind verblindet. Mit diesem Studiendesign möchten wir sowohl die Sensitivität als auch die Spezifität für ein Vorsorgescreening bei den drei unterschiedlichen Screeningmethoden (teleophthalmologisch vs. Miosis vs. Mydriasis) erheben und damit auch die Rate der falsch negativen als auch die falsch positiven Fälle identifizieren.

Die wissenschaftlich erhobenen Daten werden auf Fachkongressen vorgestellt und in peer-reviewed Zeitschriften publiziert.

Referenzen

- 1 GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study [published correction appears in Lancet Glob Health. 2021 Apr;9(4):e408]. Lancet Glob Health. 2021;9(2):e144-e160. doi:10.1016/S2214-109X(20)30489-7.
- 2 Giridhar P, Dandona R, Prasad MN, Kovai V, Dandona L. Fear of blindness and perceptions about blind people. The Andhra Pradesh Eye Disease Study [published correction appears in Indian J Ophthalmol. 2002 Dec;50(4):299.]. Indian J Ophthalmol. 2002;50(3):239-246.
- 3 Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e.V. Aufgerufen am 03.06.2023. www.augeninfo.de.
- 4 Website der Kassenärztlichen Bundesvereinigung. Aufgerufen am 19.09.2023. <https://www.kbv.de/html/terminvermittlung.php>.
- 5 Liao DS, Metlapally R, Joshi P. Pegcetacoplan treatment for geographic atrophy due to age-related macular degeneration: a plain language summary of the FILLY study. Immunotherapy. 2022;14(13):995-1006. doi:10.2217/imt-2022-0078.
- 6 Wolfram C, Pfeiffer N. Weißbuch zur Situation der ophthalmologischen Versorgung in Deutschland. 2012. Zugriffen am 03.06.2023. https://www.dog.org/wp-content/uploads/2013/03/DOG_Weissbuch_2012_fin.pdf.
- 7 Schuster AK, Wolfram C, Pfeiffer N, Finger RP. Augenheilkunde 2019 – Wo stehen wir? : Eine Betrachtung der Versorgungssituation in Deutschland [Ophthalmology 2019-where do we stand? : An analysis of the treatment situation in Germany]. Ophthalmologe. 2019;116(9):829-837. doi:10.1007/s00347-019-0894-2.
- 8 Barmer. Arztreport 2022. Zugriffen am 03.06.2023. https://www.bifg.de/media/dl/Reporte/Arztreporte/2022/BARMER_Arztreport_2022.pdf.
- 9 Kassenärztliche Bundesvereinigung. Kennzahlen der Abrechnungsgruppen 1. Quartal 2019 bis 4. Quartal 201. Zugriffen am 03.06.2023. <https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/17023.php>.
- 10 Lee L, Moo E, Angelopoulos T, Dodson S, Yashadhana A. Integrating eye care in low-income and middle-income settings: a scoping review. BMJ Open. 2023;13(5):e068348. Published 2023 May 26. doi:10.1136/bmjopen-2022-068348.
- 11 Köberlein J, Beifus K, Schaffert C, Finger RP. The economic burden of visual impairment and blindness: a systematic review. BMJ Open. 2013;3(11):e003471. Published 2013 Nov 7. doi:10.1136/bmjopen-2013-003471.

- 12 Woche des Sehens. Sehen und Sehverlust in Deutschland. Broschüre. 2020. Zugriffen am 03.06.2023. <https://www.woche-des-sehens.de/broschuere-sehverlust>.
- 13 Statistisches Bundesamt. Bruttoinlandsprodukt stagniert im 1. Quartal 2023. 2023. Zugriffen am 03.06.2023. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2023/04/PD23_169_811.html.
- 14 Kassenärztliche Bundesvereinigung. Projektion 2030: Arztzahlentwicklung. 2016. Zugriffen am 03.06.2023. https://www.kbv.de/media/sp/2016_10_05_Projektion_2030_Arztzahlentwicklung.pdf.
- 15 Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e.V. Wann zum Augenarzt. Zugriffen am 03.06.2023. <https://www.augeninfo.de/offen/index.php?themenseite=Wann-zum-Augenarzt>.
- 16 Donahue SP, Ruben JB; American Academy of Ophthalmology; US Preventive Services Task Force vision screening recommendations. *Pediatrics*. 2011;127(3):569-570. doi:10.1542/peds.2011-0020.
- 17 Williams R, Nussey S, Humphry R, Thompson G. Assessment of non-mydriatic fundus photography in detection of diabetic retinopathy. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1986;293(6555):1140-1142. doi:10.1136/bmj.293.6555.1140.
- 18 Jones S, Edwards RT. Diabetic retinopathy screening: a systematic review of the economic evidence. *Diabet Med*. 2010;27(3):249-256. doi:10.1111/j.1464-5491.2009.02870.x.
- 19 Aoki N, Dunn K, Fukui T, Beck JR, Schull WJ, Li HK. Cost-effectiveness analysis of telemedicine to evaluate diabetic retinopathy in a prison population. *Diabetes Care*. 2004;27(5):1095-1101. doi:10.2337/diacare.27.5.1095.
- 20 Chou R, Selph S, Blazina I, et al. Screening for Glaucoma in Adults: A Systematic Review for the U.S. Preventive Services Task Force. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); May 2022.
- 21 Gordon MO, Kass MA. The Ocular Hypertension Treatment Study: design and baseline description of the participants. *Arch Ophthalmol*. 1999;117(5):573-583. doi:10.1001/archophth.117.5.573.
- 22 Banister K, Boachie C, Bourne R, et al. Can Automated Imaging for Optic Disc and Retinal Nerve Fiber Layer Analysis Aid Glaucoma Detection?. *Ophthalmology*. 2016;123(5):930-938. doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.041.
- 23 Francis BA, Varma R, Vigen C, et al. Population and high-risk group screening for glaucoma: the Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(9):6257-6264. Published 2011 Aug 5. doi:10.1167/iovs.09-5126.
- 24 Hammond EA, Begley PK. Screening for glaucoma: a comparison of ophthalmoscopy and tonometry. *Nurs Res*. 1979;28(6):371-372.

- 25 Asrani S, Robin AL, Serle JB, et al. Netarsudil/Latanoprost Fixed-Dose Combination for Elevated Intraocular Pressure: Three-Month Data from a Randomized Phase 3 Trial. *Am J Ophthalmol*. 2019;207:248-257. doi:10.1016/j.ajo.2019.06.016.
- 26 Blumberg DM, De Moraes CG, Liebmann JM, et al. Technology and the Glaucoma Suspect. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(9):OCT80-OCT85. doi:10.1167/iovs.15-18931.
- 27 Hark LA, Myers JS, Pasquale LR, et al. Philadelphia Telemedicine Glaucoma Detection and Follow-up Study: Intraocular Pressure Measurements Found in a Population at High Risk for Glaucoma. *J Glaucoma*. 2019;28(4):294-301. doi:10.1097/IJG.0000000000001207
- 28 Mehraban Far P, Tai F, Ogunbameru A, et al. Diagnostic accuracy of teleretinal screening for detection of diabetic retinopathy and age-related macular degeneration: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Ophthalmol*. 2022;7(1):e000915. Published 2022 Feb 10. doi:10.1136/bmjophth-2021-000915.
- 29 Maa AY, McCord S, Lu X, et al. The Impact of OCT on Diagnostic Accuracy of the Technology-Based Eye Care Services Protocol: Part II of the Technology-Based Eye Care Services Compare Trial. *Ophthalmology*. 2020;127(4):544-549. doi:10.1016/j.ophtha.2019.10.025.
- 30 Conlin PR, Asefzadeh B, Pasquale LR, Selvin G, Lamkin R, Cavallerano AA. Accuracy of a technology-assisted eye exam in evaluation of referable diabetic retinopathy and concomitant ocular diseases. *Br J Ophthalmol*. 2015;99(12):1622-1627. doi:10.1136/bjophthalmol-2014-306536.
- 31 Maa AY, Evans C, DeLaune WR, Patel PS, Lynch MG. A novel tele-eye protocol for ocular disease detection and access to eye care services. *Telemed J E Health*. 2014;20(4):318-323. doi:10.1089/tmj.2013.0185.
- 32 Scanlon PH. The contribution of the English NHS Diabetic Eye Screening Programme to reductions in diabetes-related blindness, comparisons within Europe, and future challenges. *Acta Diabetol*. 2021;58(4):521-530. doi:10.1007/s00592-021-01687-w.
- 33 Liew G, Michaelides M, Bunce C. A comparison of the causes of blindness certifications in England and Wales in working age adults (16-64 years), 1999-2000 with 2009-2010. *BMJ Open*. 2014;4(2):e004015. Published 2014 Feb 12. doi:10.1136/bmjopen-2013-004015.
- 34 Rodriguez-Acuña R, Mayoral E, Aguilar-Diosdado M, et al. Andalusian program for early detection of diabetic retinopathy: implementation and 15-year follow-up of a population-based screening program in Andalusia, Southern Spain. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2020;8(1):e001622. doi:10.1136/bmjdr-2020-001622.
- 35 Stefánsson E, Bek T, Porta M, Larsen N, Kristinsson JK, Agardh E. Screening and prevention of diabetic blindness. *Acta Ophthalmol Scand*. 2000;78(4):374-385. doi:10.1034/j.1600-0420.2000.078004374.x.

Kontakt

ocumeda

✉ info@ocumeda.com

☎ (DE) +49 89-215 261 26

☎ (CH) +41 31-528 2647

Fielmann

✉ kundenservice@fielmann.com

☎ (DE) +49 800 3435626

☎ (CH) +41 800 805905

ACTO

✉ info@acto.de

☎ +49 241 - 9974 180