

Sibylle Scholtz  
Dr. sc. hum.

## **Geschichte der Entwicklung von Sehhilfen unter besonderer Berücksichtigung der Verfahren der letzten 50 Jahre**

Geboren am 21.04.1962 in Altötting  
Staatsexamen am 12.12.1988 an der Universität Regensburg

Promotionsfach: Geschichte der Medizin  
Doktorvater: Prof. Dr. med W. U. Eckart

Die Zeiten, in denen „Augenläser“ zur Korrektur von Fehlsichtigkeiten etwas Ungewöhnliches und Seltsames waren, sind heute längst vorbei. Nahezu jeder zweite Deutsche benötigt heute eine Sehhilfe – welcher Art diese derzeit auch immer sein möge. Die vorliegende Arbeit beschreibt die historische Entwicklung von Sehhilfen bis hin zu einem Überblick und eine aktuelle Bewertung der heute möglichen Methoden der optischen Korrektur von Sehfehlern des menschlichen Auges.

Es scheint als gesichert anzusehen, dass die Hochkulturen der Ägypter, Griechen und Römer keine Sehhilfen kannten. In der Literatur finden sich keine Hinweise auf sehverbessernde Gegenstände irgendwelcher Art, obwohl gerade diese Kulturen ihre Errungenschaften genau dokumentierten.

Bei Marcus Tullius Cicero, einem römischen Rechtsanwalt, Schriftsteller und Politiker, der zwischen 106 und 43 vor Christus lebte, findet man in einem Brief an seinen Freund Atticus die Feststellung, dass sein Sehvermögen mit dem Alter abnähme, so dass man nicht mehr lesen könne und alle Mittel nichts dagegen nützen. So bliebe ihm nichts anderes übrig, als sich von Sklaven vorlesen zu lassen. Dieser Brief kann als weiterer Beweis gesehen werden, dass es im Altertum keine Sehhilfen gab – sonst hätte dieser berühmte Staatsmann sicher davon Gebrauch gemacht.

Zwar wurden bei Ausgrabungen der Altertumsforscher Schliemann (1822 – 1890) und Layard (1817 – 1894) in Griechenland, Phönizien und Assyrien sehr gut geschliffene und polierte Halbkugeln und plankonvexe Linsen aus Quarz oder Glas aus der Zeit um 2000 v. Chr. gefunden, mit denen sich die Schrift vergrößern lässt. Layard fand in den Ruinen von Ninive plankonvex geschliffene Bergkristalllinsen mit einem Brechwert von ca. +10 Dioptrien. Ähnliche geschliffene Sammellinsen von kurzer Brennweite entdeckte man im Ruinenfeld der 79 n. Chr. untergegangenen Stadt Pompeji. Offensichtlich sind diese Gegenstände nicht zur Verbesserung des Visus verwendet worden. Vielmehr scheinen sie als Schmuckstücke an Zeptern oder Schwertern angebracht worden zu sein.

Vermutungen, dass die Chinesen, Japaner oder Inder zu Zeiten Marco Polos (1254 – 1323) bereits Brillen verwendet haben, erwiesen sich als falsch. Vermutlich wurden in China bereits vor 2000 Jahren vor Aufstellung der physikalischen Grundlagen der Optik Brillen lediglich aus Aberglauben oder Zwängen der Mode getragen. Eine optische Wirkung hatten diese Brillen jedoch nicht.

Verschiedene Hinweise auf die Verwendung einer Brille bei Herrschern oder Heiligen – die auf Gemälden mit einer Brille abgebildet sind - sind offenbar lediglich Legenden und werden geschichtlich nicht als optische Visus-Verbesserung belegt.

Grundlegend für das Verständnis der Wirkungsweise einer Sehhilfe ist das Verständnis für die Tatsache, dass Lichtstrahlen abgelenkt und gebrochen werden können. Bereits die Ägypter besaßen mathematisch-optische Kenntnisse – die brechende Wirkung von optischen Linsen kannten sie jedoch noch nicht. Auch den Griechen war die Wirkung von Hohlspiegeln bekannt. Die Wirkung eines entsprechenden Glases als Brennglas war zu Zeiten Sokrates offenbar lediglich empirisch bekannt. Die ersten physikalischen Ansätze wurden von Ptolemaios (100 – 178) entwickelt. Seine Ergebnisse bereiteten den Weg zur Erfindung des „Lesesteins“ vor. Erst 800 Jahre später beschrieb der Araber Ibn al Haitam in seinem Werk aus dem 11. Jh. als Erster eine Möglichkeit, wie das Auge durch eine entsprechend geschliffene Linse unterstützt werden kann. Die lateinische Übersetzung (vermutlich aus dem 13. Jh.) fand bei Gelehrten und in Klöstern rasch Verbreitung. Sie beschreibt den „Lesestein“, ein gläsernes Kugelsegment, das durch Aufsetzen auf die Schrift vergrößernd wirkte. Auch beschrieb 1267 Roger Bacon plankonvexe Linsen, die Greisen und Personen mit schwachen Augen nützlich sein können. Bacon wird zwar nicht als Erfinder des „Lesesteins“ gesehen, er ist allerdings offenbar der, der nach wissenschaftlichen Erklärungen sucht, Verbesserungen durchführt und sich theoretisch mit der Herausforderung der „Augenhilfen“ befasst.

Die ersten Sehhilfen waren zunächst lediglich Kugelsegmente aus durchsichtigem Glas, Quarz, Bergkristall oder Ähnlichem. Da klar-durchsichtiges Glas zu dieser Zeit schwer herzustellen war, verwendete man als „Lesesteine“ vorwiegend Quarz, Bergkristall oder Halbedelsteine – so genannte „Berille“. Von diesem Halbedelstein leitet sich das (noch heute verwendete!) Wort „Brille“ ab. Mit der Zeit wurden diese Kugelsegmente flacher geschliffen und man konnte sie im Abstand über die zu lesenden Objekte halten. In ihrer weiten Entwicklung näherten sie sich immer mehr dem Auge an.

Bekannt ist, dass gegen Ende des 13. Jh. in Murano zwei konvex geschliffene Linsen mit einem Ring aus Eisen, Holz oder Horn umgeben wurden. Auch wurden diese Linsen mit Stielen versehen um vor die Augen gehalten zu werden. In einer in Florenz entdeckten Niederschrift einer Predigt aus dem Jahr 1303 wurde die „Verfertigung von Brillen“ fixiert. In den folgenden Jahrhunderten beschrieben viele Gelehrte die Verwendung von Lesesteinen und Brillen – Niet-, Klapp- oder Klemmbrillen waren erfunden worden. Mit der „Bandbrille“ bzw. „Fadenbrille“ aus dem 16. Jh. war ein sicherer Halt der Brille vor den Augen gewährleistet worden. In den folgenden Jahren veränderte sich die Gestalt der Brille - auch unter modischen Aspekten: Monokel, Scherenbrillen oder Lorgnetten wurden entwickelt. „Ohrenbrillen“, wie sie heute selbstverständlich sind, tauchten vermutlich erstmalig in England zwischen 1702 und 1714 auf. Die erste Darstellung einer englischen „Schläfenbrille“ findet sich auf einem etwa 1728 gedruckten Werbeblatt.

Eine erste grundlegende Revolution der bis dahin bekannten Sehhilfen fand 1887/1888 statt: gleich drei damals unbekannte Ärzte entwickelten unabhängig voneinander die „Kontaktlinse“: der Augenarzt Adolf Fick in Zürich, Eugène Kalt in Paris und der Arzt August Müller in Kiel. Fick veröffentlichte als Erster der drei 1888 seine Forschungsergebnisse schriftlich unter dem Titel „Eine Contact-Brille“. Die Fick'sche Kontaktlinse war eine leichte Glasschale mit 8mm Krümmung, die direkt auf das Auge gesetzt wurde. Müller legte 1898 der Universität Kiel seine Dissertation „Brillengläser und Hornhautlinsen“ vor, in der er Selbstversuche mit Hornhautlinsen aus Glas zur Korrektur seiner eigenen starken Kurzsichtigkeit von  $-14\text{dpt}$  darstellt und auswertet. Weitere ursprüngliche Bezeichnungen für diese besondere Form der Sehhilfe lauten auch Kontaktglas, Haftglas oder Haftschale.

Die Firma Carl Zeiss Jena stellte 1911 erstmalig geschliffene Haftgläser aus Silikatglas her, die aus einem optischen Teil (Cornealteil) und einem Tragrand (Skleralteil) bestanden. Da der Tragrand auf der Sklera aufsaß nannte man diese Urform der Kontaktlinse auch

„Skleralschale“. Die optische Theorie der Kontaktlinse entwickelte 1930 der Physiker und Mathematiker Hans Hartinger in Jena. Hartinger beschrieb unter anderem, dass die Kontaktlinse in ihrer Korrektionsmöglichkeit der Brille weit überlegen sei.

Auf Grund der schlechten Verträglichkeit dieser Skleralschalen setzte sich diese Form der Kontaktlinse nicht durch. In den folgenden Jahren wurden Versuche durchgeführt, ob man den Tragrund nicht völlig weglassen könnte und lediglich den Cornealteil auf das Auge setzt. Mit Glas als Material war dies nicht möglich, da Glas sich als zu schwer erwies und diese kleinere Linse nach unten absackte (und sich nicht auf der Cornea zentrierte und somit nicht den gewünschten optischen Erfolg erbrachte). Erst die Verwendung von (deutlich leichteren) Kunststoffen zeigt erste Erfolge für diese kleineren Kontaktlinsen. Ab 1930 war die chemische Industrie in der Lage, glasklare thermoplastische Kunststoffe auch für Kontaktlinsen bereitzustellen. Darauf hin erfolgten ab 1936 in den USA, Belgien, der Tschechoslowakei, den Niederlanden, in Ungarn und Frankreich größere Bestrebungen, teilweise – den Sklearalteil – oder die Kontaktlinse völlig aus Kunststoff zu fertigen.

Der eigentliche Durchbruch der Kontaktlinse erfolgte ab 1948. Ende 1947 gab es zwölf Personen die erfolgreich diese neue kleine Form der Kontaktlinse ohne Beschwerden trugen. Diese Kontaktlinsen bestanden aus PMMA (Polymethylmethacrylat oder Plexiglas), wogen etwa 0.5g bei einem Durchmesser von 9 bis 10mm. Der Tragekomfort von Kontaktlinsen wurde durch diese neue Linse im Vergleich zur Skleralschale enorm verbessert. Mit diesen so genannten „Corneallinsen“ (weil diese nur einen Teil der Cornea bedeckten und nicht mehr auf der Sklera aufsaßen) wurde das Zeitalter der modernen – und verträglicheren – Kontaktoptik eingeleitet. Auch heute werden noch gelegentlich Kontaktlinsen aus PMMA angepasst.

Auf Grund der nicht vorhandenen Sauerstoffdurchlässigkeit von PMMA war die Tragedauer dieser Kontaktlinsen auf 6 bis 8h pro Tag begrenzt. Eine längere Tragedauer würde zu irreversiblen Schäden an der Cornea durch den Sauerstoffmangel führen.

Weitere Verbesserungen fanden in den folgenden Jahren zum einen an der Geometrie der Linse statt, die das Sitzverhalten der Kontaktlinse auf der Cornea beeinflusst. Zum anderen wurde nach Materialien gesucht, die überhaupt eine Sauerstoffdurchlässigkeit aufwiesen und somit die notwendige Sauerstoffversorgung der Cornea über den Luftsauerstoff und die Tränenflüssigkeit gewährleisten. Eine Vielzahl an Materialien wurde in den folgenden Jahren für diesen Zweck entdeckt und zur Produktion von harten bzw. formstabilen Kontaktlinsen erfolgreich verwendet. Heute verwendete Materialien für diese formstabilen Corneallinsen stellen Fluor-Silikon-Copolymere dar. Sie besitzen eine nahezu optimale Sauerstoffdurchlässigkeit und können daher den ganzen Tag getragen werden, ohne dass das Auge eine Minderversorgung an Sauerstoff erfährt.

Einen weiteren wesentlichen Meilenstein in der Entwicklung von Kontaktlinsen stellte die 1960 von Otto Wichterle in Prag entwickelte erste weiche – wasserhaltige – Kontaktlinse dar. Das Material stellt chemisch gesehen einen Abkömmling des bereits bekannten PMMA dar, bei dem lediglich eine kleinere Änderung der Strukturformel den Effekt hatte, dass dieses Material (HEMA, Hydroxyethylmetacrylat) 38% Wasser speichern kann. Diese Linsen hatten einen Durchmesser von ca. 12 bis 13 mm, waren äußerst flexibel und riefen beim Träger nahezu kein Fremdkörpergefühl hervor. Im Vergleich zu PMMA wurde hiermit sowohl eine deutliche Verbesserung der Sauerstoffdurchlässigkeit als auch des Tragekomforts erreicht.

In den Folgejahren brachte die Materialforschung auch bei den weichen Kontaktlinsen deutliche Verbesserungen vor allem in Bezug auf die Sauerstoffdurchlässigkeit und auf das Austrocknungsverhalten während des Tragens. Heute werden zur Fertigung von hydrophilen Kontaktlinsen häufig hochhydrophile, ionische Polymere die – ähnlich wie bei den formstabilen Kontaktlinsen – u.a. Silikon (zur Verbesserung der Sauerstoffdurchlässigkeit) enthalten können, verwendet. Daneben etabliert sich seit wenigen Jahren das von Pat Benz

entwickelte mittelwasserhaltige, nicht-ionische Material (daher auch „Benz-Material“ genannt), das als Bestandteil GMA (Glycerolmethacrylat) enthält. Dieses Linsenmaterial bietet auf Grund seiner verzögerten Austrocknung während des Tragens ebenfalls eine sehr gute Sauerstoffversorgung der Cornea während des Linsentragens.

Eine weitere Strategie zur Verbesserung der Sauerstoffversorgung des Auges beim Tragen von weichen Kontaktlinsen stellt eine Reduktion des Austauschrhythmus dar, da so Ablagerungen, die die Sauerstoffdurchlässigkeit des Materials reduzieren, effektiv mitsamt der (verunreinigten) Kontaktlinse entsorgt werden. Derzeit verwendet die moderne Anpassung weiche Kontaktlinsen mit Tauschrhythmen von 4 oder 2 Wochen bis hin zur Ein-Tages-Linse, die nach einmaligem Gebrauch weggeworfen wird. Mit dieser Kontaktlinse erübrigt sich auch die tägliche Routine der Kontaktlinsenhygiene.

Alternativ werden aktuell darüber hinaus Kontaktlinsen angepasst, die auf Grund ihrer exzellenten Sauerstoffdurchlässigkeit bis zu 28 Tage nonstop am Auge belassen werden können und anschließend entsorgt werden. Auch hier findet keine Kontaktlinsenhygiene mehr statt. „Klassische“ Kontaktlinsen-Austauschrhythmen (ca. 12 Monate) findet man heute bei weichen Kontaktlinsen oft noch bei Spezialfällen – z.B. Versorgung von stark Fehlsichtigen, Altersweitsichtigen und bei der Versorgung eines Astigmatismus – obwohl auch hier schon häufig Kontaktlinsen für kürzere Tauschintervalle zur Verfügung stehen. Hier muss größte Sorgfalt auf die Hygiene der Kontaktlinsen gelegt werden, um ein beschwerdefreies Tragen über Jahre hinweg zu gewährleisten.

Neben der Brille und der Kontaktlinse wurden gerade in den letzten Jahren verschiedene neuartige Verfahren der Korrektur von Fehlsichtigkeiten entwickelt. Es handelt es sich hier um moderne Verfahren der ophthalmologischen Mikrochirurgie.

Zum einen können bei starken Fehlsichtigkeiten Intraokularlinsen zusätzlich zur körpereigenen Augenlinse implantiert werden. Hier handelt es sich um so genannte „phake Vorderkammerlinsen“, die in der Vorderkammer des Auges – meist an der Iris - fixiert werden. Auch als Hinterkammerlinsen werden „implantierbare Kontaktlinsen“ zwischen Iris und körpereigener Augenlinse in die Hinterkammer des Auges eingesetzt. Auch torische Linsen werden hier angeboten. Üblicherweise wurden (und werden) Intraokularlinsen allerdings bei der Katarakt-Operation implantiert, da hier die körpereigene Augenlinse entfernt und durch diese Kunstlinse ersetzt wird (hier handelt es sich dann meist um „Hinterkammerlinsen“ die im Kapselsack in der hinteren Augenkammer lokalisiert sind).

Zum andern haben sich in den letzten Jahren Verfahren, bei denen Korrekturen an der Geometrie der Cornea vorgenommen werden, etabliert. Hierbei werden mittels eines Lasers Teile der Cornea entfernt (verdampft) um so die optische Wirkung analog einer Brille oder Kontaktlinse zu erreichen. Im Wesentlichen werden drei Verfahren werden im Rahmen dieser Technik derzeit angewendet: das erste Verfahren, dass diese Technik anwandte, war die PRK (Photorefraktive Keratektomie). Hier wird das Cornea-Epithel mechanisch entfernt und im Anschluss daran der Laser eingesetzt. Nachteil dieser Technik ist starkes Schmerzempfinden für mehrere Tage nach erfolgter Operation. Bei der LASIK (Laser in situ Keratomileusis) wird zu Beginn der Operation ein dünnes Häutchen der Cornea mit einem so genannten Mikrokeratom zuerst abgeschnitten und weggeklappt, bevor der Laser zum Verdampfen und Korrigieren der Hornhaut zum Einsatz kommt. Im Anschluss an diese beiden Schritte wird das Cornea-Häutchen wieder zurück geklappt. Das Schmerzempfinden ist bei dieser Technik im Vergleich zur PRK deutlich geringer. Eine neue Variante dieser Art der Korrektur von Fehlsichtigkeiten ist die LASEK (Laser Epithelial Keratomileusis): hier wird mittels einer chemischen Lösung das Cornea-Epithel angelöst und kann als Häutchen zur Seite geschoben werden bevor der Laser angewendet wird. Im Anschluss an die Laser-Behandlung wird das Epithel wieder über den gelaserten Bereich geschoben. Auch dieses Verfahren hat sich als relativ schmerzarm erwiesen.

Ebenfalls im Rahmen einer chirurgischen Korrektur starker Fehlsichtigkeiten werden heute auch intracorneale Ringe angewendet. Diese Kunststoffringe werden operativ in die Cornea eingeführt und bewirken durch die Abflachung der Cornea die entsprechend gewünschte optische Wirkung.

Als ophthalmo-chirurgische Möglichkeit zur Korrektur der Altersweitsichtigkeit werden seit kurzem auch multifokale Intraokularlinsen implantiert, man spricht bei diesem Vorgang von „PRELEX“ (Presbyopic Lens Exchange). Hierbei wird die noch klare körpereigene Augenlinse (anders als bei der seit Jahren praktizierten Katarakt-Operation die trübe) aus dem Auge entfernt und eine multifokale Intraokularlinse eingesetzt. Dies ermöglicht dem Patienten eine weitgehende Brillenunabhängigkeit.

Ähnlich zu diesem Verfahren wird bei der „CLE“ (Clear Lens Extraction) unabhängig von einer Presbyopie die noch klare Augenlinse entfernt und durch eine – meist multifokale – Intraokularlinse ersetzt. Diese Art der Korrektur von Sehfehlern findet in erster Linie bei stark Fehlsichtigen Anwendung, ebenso können hier „implantierbare Kontaktlinsen“ chirurgisch in das Auge zwischen Iris und körpereigener Linse eingeführt werden.

Eine weitere aktuell angewendete Möglichkeit der chirurgischen Korrektur von Fehlsichtigkeiten stellt die „intraströmale Kontaktlinse“ dar. Hierbei handelt es sich um ein spezielles biokompatibles Hydrogel-Implantat. Ähnlich der LASIK wird ein Hornhaut-Flap präpariert, unter dem diese Linse in der Cornea positioniert wird. Diese Linse kann jederzeit wieder entfernt oder ausgetauscht werden.

Alle die hier besprochenen Techniken werden derzeit bereits erfolgreich in Deutschland angewendet.

Die Brille stellt – da sie als kostengünstige Variante einer Sehhilfe möglich ist - auch heute noch die am häufigsten verwendete Sehhilfe dar, da sie die preiswerteste Variante ist bzw. sein kann. Das vielfältige Angebot hinsichtlich modischer Fassungen und leichten Glasmaterialien bietet heute Brillen an, die auch unter modischen Aspekten oder zur Betonung des eigenen Charakters getragen werden können – und nicht ausschließlich als Sehhilfe. Andererseits kann sie bei ausgeprägter Fehlsichtigkeit immer noch kosmetisch unattraktiv sein, da die Augen des Trägers stark vergrößert (bei Hyperopie) bzw. stark verkleinert (bei Myopie) für einen Betrachter erscheinen. Darüber hinaus stellen bei sportlicher Aktivität auch spezielle Sportbrillen meist nur einen unbefriedigenden Kompromiss dar.

Kontaktlinsen haben sich besonders in den letzten Jahren sowohl vom Materialangebot als auch vom Anwendungsbereich, dem Preis und der Verträglichkeit stark entwickelt und stoßen daher auch auf größere Resonanz. Sie sind – ebenfalls wie die Brille - als reversible Methode der Korrektur von Sehfehlern zu verstehen und können bei Missfallen oder Unverträglichkeit bequem weggelassen oder ausgetauscht werden. Einschränkungen könnten gegebenenfalls bei Tränenfilmmangel zu beobachten sein, obwohl gerade auf diesen Aspekt die Materialentwicklung seit einigen Jahren besonders eingegangen ist. Auch können Kontaktlinsen für stark Fehlsichtige auf Grund ihrer Dicke (und somit einer reduzierten Sauerstoffversorgung der Cornea) gegebenenfalls zu Unverträglichkeiten bzw. zum Abbruch des Kontaktlinsentragens führen.

Brillen bzw. Kontaktlinsen stellen meines Erachtens heute erschwingliche Standard-Möglichkeiten zur Korrektur von Sehfehlern dar. Abhängig von der Art der Fehlsichtigkeit werden die Kosten oftmals komplett von den Krankenkassen übernommen.

Neben diesen reversiblen Methoden wurden darüber hinaus irreversible – ophthalmochirurgische - Methoden entwickelt und werden heute auch vermehrt praktiziert. Besonders stark Fehlsichtige, die eine Brille aus kosmetischen und Kontaktlinsen aus physiologischen Gründen ablehnen, können von diesen modernen Methoden profitieren. Zu bedenken ist allerdings, dass viele der modernen ophthalmochirurgischen Verfahren erst seit wenigen Jahren praktiziert werden und Langzeitbewertungen bezüglich Verträglichkeit und Nebenwirkungen noch fehlen. Wenn man bedenkt, dass gerade junge, aktive Menschen sich „ein Leben ohne Brille“ wünschen, muss dieser Aspekt bei der Entscheidung für – oder gegen – ein Verfahren hier besonders berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist hier der Kostenfaktor nicht unerheblich: derzeit werden derartige Operationen im Allgemeinen nicht von den Krankenkassen übernommen und sind an sich relativ teuer.

Staatsexamen der Fachrichtungen Biologie und Chemie am 12.12.1988 an der Universität Regensburg