

1 Historisches zur Augenoptik

Unter dem Begriff der **Augenoptik** wird heute die Lehre von der Funktionsweise des visuellen Systems verstanden. Dies beinhaltet auch die Messung und Beseitigung von Fehlsichtigkeiten sowie die technische Anfertigung und Anpassung von Sehhilfen¹ [Goer2001, Mütz1972].

Schon Jahrtausende vor Christus wurden durchsichtige Werkstoffe in Form von Linsen angefertigt. Allerdings ist es Historikern bis heute nicht gelungen, deren Verwendung im Altertum als Sehhilfen nachzuweisen. Vielmehr dienten die aus Bergkristall oder Glas geschliffenen Linsen der Babylonier, Ägypter und Römer ausschließlich als Schmuck, zum Beispiel für die Gürtelschnallen angesehener Frauen oder zur Schwert- und Schildverzierung kriegstüchtiger Männer. Der um 130 nach Christus in Alexandria lebende griechische Mathematiker und Philosoph **CLAUDIUS PTOLEMÄUS** beschäftigte sich intensiv mit dem Phänomen der Vergrößerung einer mit Wasser gefüllten Glaskugel. Er schrieb ein fünfbändiges **Handbuch der Optik**, welches als Grundlage für die späteren Erfindungen von Vergrößerungsoptiken diente [Mara1952].

Die Geschichte der ersten Sehhilfe beginnt vermutlich im Frühmittelalter zwischen dem 8. und 10. Jahrhundert, als die arabische Kultur und Wissenschaft einen Höhepunkt erlebte. Bedeutende Werke von griechischen Wissenschaftlern und Philosophen, daneben die erhalten gebliebenen Schriften des Handbuches über die Optik des **PTOLEMÄUS**, wurden in die arabische Sprache übersetzt. Im 11. Jahrhundert beschrieb der arabische Mathematiker, Astronom und Mediziner **ABU ALI AL-HASAN IBN AL-HEITHAM**, auch **ALHAZEN** genannt, in seinem Werk „Schatz der Optik“ ein gläsernes Kugelsegment, mit dessen Hilfe Gegenstände vergrößert erscheinen. Erst im 13. Jahrhundert wurde der „Schatz der Optik“ in die lateinische Sprache übersetzt. Die Motivation zur Erfindung einer Sehhilfe ging von den Mönchen aus, denn sie bildeten damals den Großteil der Schriftkundigen und suchten nach einer Lösung zur Korrektur der

Alterssichtigkeit. Dafür verwendeten sie so genannte **Lesesteine** (Abb. 1), die sie auf die Folianten (großes Buch im Folioformat) legten, um die Schrift zu vergrößern. Da zu dieser Zeit (um 1200) nur in Venedig farbloses Glas hergestellt werden konnte, benutzten die Mönche einfache Linsen (Halbkugeln) aus Bergkristall oder Beryll als Lesesteine [Fabe1999, Ludw2000].



Abb. 1: Nachbildung eines Lesesteins [Holz2008]

Lange Zeit gab es Diskussionen über den höchst interessanten Fund von einigen Bergkristall-Linsen im dänischen Visby (Gotland). Sie sind Teil eines Schatzes, den die Wikinger vor 1000 Jahren aus Angst vor den Dänen vergruben. Vermutlich hatten die Skandinavier die Linsen von ihren eindrucksvollen Handelsreisen aus Byzanz mitgebracht. Einige Untersuchungen der **Visby-Linsen** haben gezeigt, dass die Abbildungsqualität weit besser ist, als die der im 13. Jahrhundert in Europa hergestellten Lesesteine. Da die mathematische Grundlage zur Berechnung der Linsengeometrien zur Zeit der Herstellung dieser Linsen noch nicht bekannt war und die Linsen vermutlich aufgrund von Erfahrungswerten optimiert wurden, wird angenommen, dass das Wissen mehrere Jahrhunderte verloren gegangen war [IfAA2006, Schm1998].

¹ z.B. Brillenlinsen, Kontaktlinsen, Lupen- oder Fernrohrbrillen.



a) **Abb. 2:** Ausschnitt aus dem Fresko im Kapitelsaal des Kloster St. Nicolas in Treviso [Opti2006, Ross1993]
 a) Darstellung eines Einglases aus dem Jahre 1352
 b) Ausschnitt aus a)

Im Laufe der Zeit wurden die stark gekrümmten Flächen der Linsen immer flacher und feiner geschliffen. Einen großen Anteil daran hatte der Franziskanermönch ROGER BACON. Er veröffentlichte im Jahre 1267 sein Schreiben „**Opus majus**“ und beschrieb den Lesestein und seine Vorzüge. Die optimierten Linsen von BACON wurden nicht mehr auf die zu lesende Schrift gelegt, sondern in der Hand haltend dem Auge genähert [Ludw2000, Opti2006].

In absehbarer Zeit verbreiteten sich die Kenntnisse über die Herstellung von Lesesteinen von den Klöstern auf die westlichen Handwerker in Europa. Die **Glasschleifer** in Murano bei Venedig kamen vermutlich als Erste auf die Idee, die Lesesteine zur bequemeren Handhabung mit einer Fassung zu versehen. Das so genannte Stielglas bzw. Einglas (Abb. 2) war eine Weiterentwicklung des Lesesteins, welcher aufgrund der Kenntnisse der Herstellung von Sammellinsen und Zerstreuungslinsen (vergl. 2.3.1) die Korrektur von Fehlsichtigkeiten (vergl. 2.2.3) ermöglichte [Opti2006].

Die älteste bisher bekannte Darstellung einer Brille (Nietbrille) aus dem Jahre 1352 befindet sich im Kloster St. Nicolas in Treviso, einer kleinen Stadt in der Nähe von Venedig. Diese einfach gebaute Sehhilfe wurde, wie in Abbildung 3 dargestellt, von der

fehlsichtigen Person in der Hand gehalten oder auf dem Nasenrücken balanciert [Fabe1999, Opti2006].



Abb. 3: Nietbrille (Nachbau) [Opti2006]

Die venezianischen Glasschleifer verwendeten zur Herstellung von Brillenlinsen weißes **Kristallglas** und hielten ihre Glasbearbeitungstechniken lange geheim. Ihre Monopolposition in der Brillenherstellung wurde jedoch allmählich abgeschwächt, als sich erste Brillenhandwerker nördlich der Alpen niederließen. Zudem stieg der Bedarf an Lesehilfen mit der Erfindung der Buchdruckerei um 1448 und

der sich daraus ergebenden Verbreitung von Büchern und Schriften stetig an. Zunehmende Verwendung fanden die Sehhilfen auch bei Handwerkern (z.B. Goldschmiede oder Uhrmacher) fortgeschrittenen Alters, die vor allem filigrane Arbeiten verrichteten.

Das Schleifen von Brillenlinsen und die Herstellung von Brillenfassungen war damals ein schwieriger und langer Prozess. Die Brillenlinsenschleifer in der **Brillenmacherei** mussten zunächst in der Glashütte unter den zur Verfügung stehenden Glasklumpen, welche oft Luftpneinschlüsse und Verunreinigungen aufwiesen, die Geeignetsten identifizieren. Anschließend brachten sie das Glas durch Anritzen mit einem Diamanten und Abtrennen überstehender Teile in eine annähernd runde Form und kitteten es auf einen runden Holzklötz, der etwas kleiner als die fertige Brillenlinse war. Die überstehenden Kanten wurden unter Wasserzufuhr mit Hilfe einer Schmirgelscheibe abgeschliffen. Nach der Bearbeitung des Glasrandes wurde das Glas nach leichter Erwärmung mit Hilfe eines hölzernen Schlegels vom Holzklötz abgeklopft. Zur Erzeugung der optisch wirksamen Fläche mussten die Brillenglassschleifer eine Schleifschale aus Kupferplatten herstellen, welche die gewünschte Krümmung aufwies. Das randbearbeitete Glas wurde auf eine Holzhaube gekittet und die Schleifschale auf einer Drehscheibe befestigt. Anschließend wurde die Drehscheibe in Bewegung gesetzt und die Holzhaube vorsichtig in die Kupferschale gedrückt. Der Schleifprozess, der mit Wasser und beigemengtem Schleifsand erfolgte, wurde so lange wiederholt, bis die gewünschte Güte erreicht war. In einem letzten Schritt wurde die Schleifschale mit Papier ausgeklebt, und unter Zugabe von Poliermittel wurden die optisch wirksamen Flächen transparent poliert. Sowohl für die Glasrandbearbeitung, als auch für die Fassungsherstellung brauchten die Handwerker Geräte und Hilfsmittel sowie Kenntnisse im Umgang mit Holz, Leder und Horn [Buck2003].

Ende des 15. Jahrhunderts entfaltete sich die Stadt Nürnberg, bedingt durch die unmittelbare Nähe zu den Glashütten im Bayerischen- und Böhmerwald, zum bedeutungsvollsten Mittelpunkt der Brillen-

macher². Bereits im Jahre 1535 wurden vom Nürnberger Stadtrat Regelungen zur „Parillennmacherordnung“ festgelegt. Diese beinhalteten neben Vorschriften zur Ausbildung und Qualitätssicherung auch die Materialherkunft und deren Verwendung sowie die notwendigen Bearbeitungsmechanismen und die Preisgestaltung. Das Brillenmacherhandwerk gewann immer mehr an Bedeutung, so dass bald auch in den Nachbarstädten Nürnbergs, wie zum Beispiel Regensburg, Konkurrenz auftauchte, die zudem einer anderen Handwerksordnung unterlagen. Im späten Mittelalter (bis um 1500) wurden die Brillen bereits in kleinen Läden und im Wanderhandel von reisenden Kaufleuten angeboten [Morg2001].

Während sich die Brillenfassungen seit dem Mittelalter stetig weiterentwickelten, gab es bis in das 18. Jahrhundert kaum Veränderungen bezüglich der Optimierung der Abbildungseigenschaften von Brillenlinsen. Verbessert wurden lediglich die Verfahren zur Glasherstellung und die Schleiftechniken zur Bearbeitung der Linsenflächen. Mitte des 17. Jahrhunderts wurden Brillen erstmalig mit Bügeln (Abb. 4) versehen. Dabei führten Bemühungen, der Brille einen sicheren Halt vor den Augen zu geben und zugleich den hohen Druck auf die Nase zu beheben, in der Zeit zwischen Barock (ca. 1580-1730) und Rokoko (ca. 1730-1790) zu extravaganten und skurrilen Brillenmodellen.



Abb. 4: Ohrenbrille aus dem Barock [Opti2006]

² Damals „Parillennmacher“ genannt; der Begriff „Parilla“ hat seinen sprachlichen Ursprung im Wort Berylle, womit der Edelstein „Beryll“ gemeint war [Fabe1999].

Mehrere Jahrhunderte lang waren Brillenmacher technisch vielseitige Handwerker, die sowohl Brillenlinsen, als auch Brillenfassungen, Fernrohre und Mikroskope herstellten. Im Zuge der steigenden Nachfrage an Brillen entstanden im 18. Jahrhundert kleine Manufakturen mit mehreren Angestellten, die zum Teil minderwertige Produkte erzeugten. Diese „Billig-Brillen“ aus gegossenen und gepressten Brillenlinsen wurden dann fern von den Brillenmacherfachgeschäften direkt auf Märkten oder an den Haustüren vertrieben [Buck2003, Morg2001].

Bis Ende des 18. Jahrhunderts erfolgte die Auswahl und Anpassung von Brillen durch einfaches Probieren, bis die gewünschte Sehschärfe erreicht war. Erst Anfang des 19. Jahrhunderts wurden Brillen nach genauer Vermessung der Augen für die jeweils ermittelte Fehlsichtigkeit angefertigt. Diese Erweiterung des Geschäftsfeldes der Brillenmacher bedingte ihre Umbenennung in die noch heute verwendete Bezeichnung „Augenoptiker“. Auch der technische Fortschritt durch die Umsetzung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse auf dem Gebiet der Optik und die Innovationen in der Individualanfertigung von Brillenlinsen führten zur genaueren Differenzierung der Korrektur von Fehlsichtigkeiten. Einige bedeutende Wissenschaftler, wie zum Beispiel der englische Arzt WILLIAM HYDE WOLLASTON, führten in den Anfängen des 19. Jahrhunderts Forschungsarbeiten zur Verbesserung der Abbildungseigenschaften von meniskenförmigen Brillenlinsen (vergl. 2.3.4.2) durch. Im Jahre 1801 gründete JOHANN HEINRICH AUGUST DUNCKER zusammen mit SAMUEL CHRISTOPH WAGENER, dem Leiter der Industrieschule der Rathenower Garnison, die „Königlich privilegierte optische Industrie-Anstalt“, die später zu den Rathenower Optischen Werken (ROW) wurden. Durch neue Erfindungen von DUNCKER war die Herstellung von Gläsern und Fassungen erstmals in Massenproduktion möglich. Ein Beispiel dazu ist die von ihm patentierte Vielspindelschleifmaschine, mit der eine effiziente Bearbeitung mehrerer Brillenlinsen unter Wasserzufuhr möglich wurde. Brillen konnten somit präziser und preiswerter hergestellt werden. Weitere

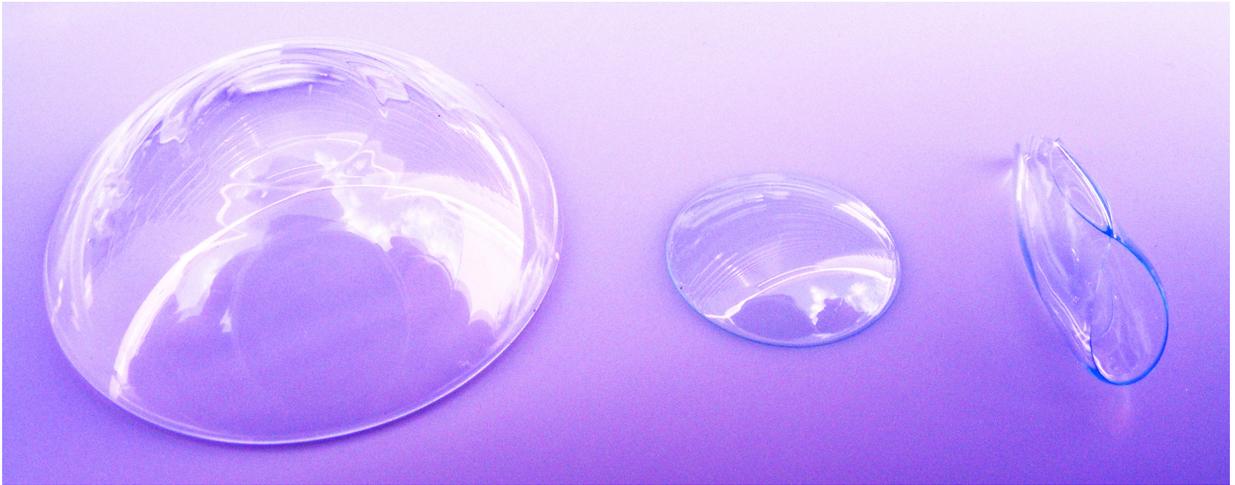
bedeutende technische Errungenschaften sowie Vorarbeiten angesehener Augenärzte trugen zur enormen Weiterentwicklung moderner Brillenlinsen bei. Ebenso trieb die enge Zusammenarbeit der Fa. CARL ZEISS mit dem schwedischen Augenarzt ALLVAR GULLSTRAND sowie den Wissenschaftlern ERNST KARL ABBE und OTTO SCHOTT Ende des 19. Jahrhunderts die Entwicklung von neuen Brillenlinsen entscheidend voran. Es wurde ein Verfahren entwickelt, das die Auswahl von Brillenlinsenmaterialien wesentlich erleichterte. Die Entwicklung neuer glastechnischer Schmelzverfahren erweiterte zudem die Palette an optischen Gläsern. Die Einführung der industriellen Fertigung von Brillenlinsen bewirkte eine Differenzierung innerhalb des Optikerberufes. Fortan wurden Feinoptiker in der Industrie für die Bearbeitung der optisch wirksamen Flächen eingesetzt. Im Geschäft hingegen befassten sich Augenoptiker mit der fachgerechten Anfertigung und Anpassung von Sehhilfen sowie der Ermittlung von Fehlsichtigkeiten [Hell1996, Meth2001, Rein2001, Schi1994, vonR1930].

Während dieser Zeit entwickelten drei Ärzte, ADOLF EUGEN FICK, EUGÈNE KALT und AUGUST MÜLLER, unabhängig voneinander eine weitere Form der Sehhilfe – die **Kontaktlinse**, die im 20. Jahrhundert eine dynamische Entwicklung erlebte. Die Erfindung der Kontaktlinse in den Jahren 1887 bis 1889 ergab sich allerdings nicht aus der Eitelkeit der Brillenträger, sondern aus rein medizinisch-therapeutischen Zwecken. Zur optischen Korrektur von hohen Fehlsichtigkeiten oder Keratokonusaugen³ wurden zunächst geblasene oder geschliffene Sklerallinsen⁴ aus Glas benutzt (Abb. 5a). Der Einsatz solcher Glas-Sklerallinsen war jedoch problematisch, so dass eine erfolgreiche Anwendung trotz deren Innovation eingeschränkt war. Die Probleme ergaben sich zum einen bei der Herstellung, zum anderen auch bei ihrer Anpassung auf dem Auge. Erst nach dem Zweiten Weltkrieg, als die ersten Corneallinsen⁵ (formstabile Kontaktlinsen) aus PMMA im Drehverfahren hergestellt wurden, nahm die Bedeutung der Kontaktlinse als optisches Korrektionsmittel zu (Abb. 5b). Anpassprobleme, die

³ Kugelförmige Vorwölbung des zentralen Hornhautbereiches, der eine Sehminderung nach sich zieht.

⁴ Sklera ist der medizinische Fachausdruck für die Lederhaut.

⁵ Cornea ist der medizinische Fachausdruck für die Hornhaut.



a)
Abb. 5: Kontaktlinsen
 a) Sklerallinse
 b) formstabile Kontaktlinse
 c) weiche Kontaktlinse

auf die Härte der Polymethylmethacrylatlinsen zurückzuführen sind, konnten mit der Entwicklung von weichen Kontaktlinsen einige Jahre später behoben werden (Abb. 5c). Durch verstärkte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konnte sich die Kontaktlinse im Laufe der Jahre zu einer komfortablen und verträglichen Sehhilfe entwickeln [Baro2008, Scho2005].

Die Situation des Berufsstandes der Optiker im letzten Jahrhundert war geprägt von zunehmendem Wettbewerbsdruck, der sich aus der Einführung der Gewerbefreiheit in Deutschland 1869 ergab. Demnach konnten Kaufleute, ohne die entsprechende optische Ausbildung, preiswerte, industriell gefertigte Brillen in verschiedenen Stärken in ihren Warenhäusern und auf Basaren anbieten. Die Kunden erwarben die für sie passende Sehhilfe durch Ausprobieren, bis die optimale Sehschärfe erreicht war. Um die Handels-, Gewerbe- und Standesinteressen der Optiker zu wahren, wurde im Jahre 1905 in Dresden der „Centralverband der Inhaber

optischer Geschäfte“⁶ gegründet. Der Verband verfolgte in erster Linie das Interesse, der Öffentlichkeit zu zeigen, dass nur ausgebildete Optiker, welche in den 20er bis 30er Jahren Augenoptiker genannt wurden, das erforderliche Wissen und die praktischen Fähigkeiten zum Anfertigen und Anpassen der Sehhilfen haben und demzufolge eine fachkundige Beratung der Kunden durchführen können. Des Weiteren wurde 1909 in Mainz das ehrgeizige Projekt umgesetzt, die erste Fachschule für Optiker zu gründen. Drei Jahre später wurde die „Deutsche Optiker-Schule“ in Berlin eröffnet, welche sich aus Mitteln der optischen Industrie finanzierte. 1917 wurde in Jena die „Großherzogliche Sächsische Optikerschule“ gegründet, die Teil eines älteren Plans der CARL-ZEISS-Stiftung war. Die Umsetzung wurde durch den DOV (Deutscher Optiker-Verband e. V.) unterstützt, der an der Konzeptionierung der Lehrpläne und Prüfungsordnung mitwirkte und somit zur Vereinheitlichung der Ausbildung im Augenoptikerberuf beitrug [Morg2001, Pfaf2006, Pist1934].

⁶ Zirka ein Jahrzehnt später umbenannt in „Deutscher-Optiker Verband“ (DOV).