© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 80	S. 411 – 420	Innsbruck, Okt. 1993

Der Naturwissenschaftler Christoph Scheiner SJ in der optischen Literatur. Ein medizinhistorischer Beitrag

von

Franz DAXECKER *)

The Scientist Christoph Scheiner SJ (Order of the Jesuits) in Optical Literature. A Medical and Historical Contribution

Synopsis: The mathematician, physician and astronomer Christoph Scheiner was born in the Bavarian part of Swabia in 1573 or 1575. He entered the Order of the Jesuits and became a professor of mathematics and Hebrew in Ingolstadt. During the reign of the Archduke Maximilian he moved to Innsbruck and remained there after the latter's decease under his successor, the Archduke Leopold. His book, "Oculus: hoc est fundamentum", dealing with physical optics, was published in Innsbruck in 1619. In his main work, "Rosa ursina" (1626 to 1630), in volume II of this extensive work, he also dealt with the optics of the eye. In addition, Scheiner is considered to be the explorer of the sunspots and was therefore involved in a priority dispute with Galileo Galilei. However, unlike Galilei, he did not acknowledge the new teaching that the earth revolves around the sun. He is among the most important scientists of the first half of the 17th century. His life's work has been handed down by astronomers and ophthalmologists. In the present paper an attempt is made to discover from the optical and ophthalmological literature, how Scheiner's work was judged in the 18th, 19th, and 20th centuries. Six characteristic literary works have been evaluated for this purpose. The "Scheiner-test", facilitating the proof of defective vision, is mentioned most frequently. Scheiner also found out that when preparing the posterior pole of an animal's eye, objects can be seen inversely and laterally inverted. Moreover he realized that the curvature or the flattening of the lense of the eye is of importance for near and for adaptation. Further tests and observations of Scheiner's are explained.

1. Einleitung:

Der Mathematiker, Physiker und Astronom Christoph Scheiner wurde 1573 oder 1575 (v. BRAUNMÜHL 1891, DUHR 1913, RÖSCH 1959) im Markt Wald bei Mindelheim im bayerischen Schwaben geboren. Nach dem Eintritt in den Jesuitenorden wurde er Professor für Mathematik und Hebräisch in Ingolstadt. Scheiner kam 1615 erstmals nach Innsbruck. Erzherzog Maximilian, der Deutschmeister, hatte ein Fernrohr erhalten, das ihm alle Gegenstände verkehrt darstellte. Scheiner war gerufen worden, um diesen Mangel zu korrigieren. Durch Einbau einer zusätzlichen Sammellinse konnte Maximilian dann die Dinge aufrecht betrachten. Das Fernrohr brachte damals viele neue Entdeckungen in der Forschung. Konnten die Sterne bisher nur als Leuchtpunkte am Himmel betrachtet werden, so konnte jetzt auch eine Aussage über die Natur und den Aufbau der Gestirne gemacht werden.

Nach Maximilians Tod verblieb Scheiner auch unter seinem Nachfolger Erzherzog Leopold V. in Innsbruck.

*) Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. F. Daxecker, Klinik f. Augenheilkunde der Universität Innsbruck, Anichstraße 35, A-6020 Innsbruck, Österreich.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

In Innsbruck erschien 1619 bei Daniel Bauer sein Buch "Oculus: hoc est Fundamentum", das sich mit der physikalischen Optik des Auges beschäftigt. 1621 war Scheiner dann in Freiburg, später in Wien und ab 1624 bis 1633 in Rom. 1650 verstarb er in Neiße an der Oder. In Rom setzte er seine bereits in Ingolstadt begonnenen Studien über die Sonnenflecken fort und gab dort sein Werk "Rosa Ursina" (1626 - 1630) heraus, das Buch II dieses umfangreichen Werkes handelt ebenfalls von der physikalischen Optik des Auges. Wegen der Entdeckung der Sonnenflecken geriet er in einen Prioritätsstreit mit Galileo Galilei. Ein Grundsatz Scheiners war, daß die Beobachtung dem Argument vorzuziehen sei, eine Meinung, die damals durchaus nicht selbstverständlich war. Christoph Scheiner konnte damals allerdings nicht den Schritt tun, den Galilei tat, nämlich die Sonne als Zentrum der Planetenbewegung anzusehen. Vielleicht erlaubte ihm seine geistliche Stellung nicht jene neue Theorie zu vertreten, daß die Sonne im Zentrum der Planetenbewegung sei.

Die Bedeutung Scheiners wird erst in unserem Jahrhundert wieder erkannt, in der Zeit der Aufklärung und im vorigen Jahrhundert wurde er wegen seines Zwistes mit Galilei nicht richtig gewürdigt und auch beschuldigt, am Prozeß gegen Galilei direkt beteiligt gewesen zu sein.

Er gehört ohne Zweifel zu den bedeutendsten und interessantesten Naturwissenschaftlern in der ersten Hälfte des 17. Jhs. Sein Lebenswerk wird von den Astronomen und vor allem von den Ophthalmologen tradiert, der Scheiner'sche Versuch und die Umkehrung des Netzhautbildchens wird noch heute in der Augenheilkunde gelehrt.

Es ist das Ziel der vorliegenden Arbeit in der optischen bzw. ophthalmologischen Literatur Hinweise darauf zu finden wie Scheiners wissenschaftliche Arbeit im 18., 19. und 20. Jahrhundert gesehen wurde. Folgende Auswahl an Literatur stand dabei zur Verfügung:

A. PRIESTLEY (1776) Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik
B. HELMHOLTZ (1866) Handbuch der physiologischen Optik, Auflage 1909
C. MAUTHNER (1876) Vorlesung über die optischen Fehler des Auges
D. HIRSCHBERG (1908) Geschichte der Augenheilkunde, in: Graeve-Saemisch "Handbuch der gesamten Augenheilkunde", Bd. 13
E. CZAPSKI-EPPENSTEIN (1924) Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente
F. VELHAGEN (1972 Bd. II, Bd. IX 1983) Der Augenarzt.

2. Auszüge aus der oben erwähnten Literatur:

A. Joseph PRIESTLEY "Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik"[1]

Er schreibt: "Scheiner brachte Entwürfe des Keplerschen Fernrohres zur Ausführung, er hat in bezug auf die Entdeckung der Sonnenflecke gleichviel Verdienste wie Galilei. Sein Buch 'Oculus' ist ... eine schätzbare Schrift ... über die Beschaffenheit des Sehens" (S. 83).

"Scheiner spürte dem Gesetze der Brechung gleichfalls nach und maß das Verhältnis des Einfalles und des Brechungswinkels aus Luft in Wasser von Grad zu Grad mit viel Genauigkeit. Die Resultate seiner Beobachtungen brachte er in einer Tabelle, welche man in A. Kirchers Ars Magna, p. 680, findet" (s. 86). In seinen "Bemerkungen das Sehen betreffend" schreibt Priestley auf S. 93 und 94 "Die wichtigsten Beobachtungen über das Sehen, welche in diesen Zeitraum fallen, gehören Scheiner zu. Ihm hat man einen schönen Versuch zu danken, wodurch der Satz, daß das Sehen durch Bilder geschieht, welche sich von den äußeren Gegenständen auf der Netzhaut malen, vollends bewiesen wird. Er schnitt hinten an einem Ochsen- oder Schafsauge die Häute weg, worauf er die Bilder solcher Gegenstände, die in der gehörigen Entfernung von diesen Augen sich befanden, deutlich und vortrefflich auf der bloßen Netzhaut abgemalt erblickte. An einem menschlichen Auge nahm er dasselbe wahr. Er machte diesen merkwürdigen Versuch zu Rom im Jahre 1625.[2]

... Daß bei Betrachtung entfernterer Gegenstände der Stern (= Pupille) sich erweitere, und, um nahe zu besehen, sich zusammenziehe, wußte Scheiner ganz wohl. Er erwies es durch Versuchte und erläuterte es durch Zeichnungen. Wenn eine Nadel oder sonst eine kleine Sache nahe vor das Auge eines Menschen gehalten wird, der sie aufmerksam ansieht, so erkennt man deutlich wie sich der Stern verengert, der, sobald die Sache entfernt wird, sich wieder erweitert. Er zeigte, daß die Sehstrahlen von einer Sache, die durch ein kleines Loch in einem dünnen Brettchen oder in einem Papier betrachtet wird, sich einander kreuzen, ehe sie ins Auge kommen. Denn wenn die Schärfe eines Messers hart an das Brettchen, auf der Seite nach dem Auge zu gehalten und längs demselben fortbewegt

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

wird, bis es an das Loch kommt, so wird derjenige Teil der Sache zuerst verdeckt werden, der in Absicht auf das Loch der Schärfe des Messers entgegengesetzt ist. Es ist bei diesem Versuche nicht nötig, daß die Klinge dicht an das Brettchen gehalten werde. Wenn man in ein Blech zwei oder mehr Löcher mit einer Nadel sticht, deren Entfernung voneinander nicht größer als der Durchmesser des Sternes (= Pupille) im Auge ist und das Blech hart an das eine Auge hält, während das andere geschlossen ist, so wird man, sagt er, einen entfernten Gegenstand so oft vervielfältigt sehen, als Löcher da sind und noch deutlicher, als wenn man sie ohne etwas vor das Auge zu halten betrachtet . . .

Wenn ein kleiner Körper in einem Loche, etwa einen Zoll im Durchmesser groß, aufgehängt wird und das Auge aus einem denklen Ort auf das Loch auf mehrere Fackeln oder Lichter sieht, so wird es nach Scheiners Erfahrung den kleineren Körper so viel mal sehen, als Fackeln da sind. Was das Auge empfindet, ist in der Tat nichts anderes als der Schatten des kleinen Körpers, der von jeder Fackel entsteht.[3]

Scheiner bemühte sich sehr die Dichtigkeit und brechende Kraft jeder Feuchtigkeit im Auge zu erforschen. Die wässrige Feuchtigkeit ist nach ihm in Absicht auf die vergrößernde Kraft wenig vom Wasser unterschieden, sowie die kristallene (= Linse des Auges) dem Glase nahekommt. Das Mittel zwischen beiden halte die gläserne Feuchtigkeit. Den Gang der Sehstrahlen durch die Feuchtigkeiten des Auges stellt er sehr genau und umständlich dar und zeigt, nachdem er alle möglichen Hypothesen über den Sitz des Sehens durchgegangen ist, daß er auf der Netzhaut zu suchen sei."

Unter der Überschrift "Erfindungen optischer Werkzeuge" weist Priestley auf folgendes hin "Was ich noch von Scheiner in Absicht auf optische Instrumente zu erwähnen habe, betrifft nur seine Erfindung, das Bild der Sonnenscheibe mit allen ihren Flecken mittels eines Teleskops (= Helioskop, Anm. d. Verf.) in einem verfinsterten Zimmer darzustellen.... Sie besteht in weiter nichts als darin, daß man ein Fernrohr nach der Sonne zurichtet, worauf der Beobachter entweder durchsieht und das Bild mit seinem Auge auffängt, oder man verändert die Stellung der Gläser (= Linsen) ein wenig und fängt das Bild auf einem weißen Bogen Papier auf. Alsdann können viele Personen zugleich ganz gemächlich das Sonnenbild betrachten, das mit all seinen Flecken und den vorüberziehenden Wolken sich auf die schönste Art darstellt" (S. 97).

In einem weiteren Abschnitt "Bemerkungen von Höfen und Nebensonnen" befaßt sich Priestley mit Scheiners Beobachtungen von Halophänomenen. (In der Fachliteratur ist es als "Römisches Phänomen" eingegangen. Anm. d. Verf.). Priestley bemerkt dazu "Das Römische Phänomen, welches Scheiner 1629, den 20. März wahrgenommen, ist so berühmt, weil es das erste seiner Art war, welches die Naturforscher aufmerksam darauf machte, daß meine Leser sich wundern würden, wenn sie hier keine Beschreibung davon fänden" (S. 443, es folgt eine ausführliche Beschreibung des Halophänomens samt einer Abbildung).

In dem Abschnitt "Vom deutlichen und undeutlichen Sehen" weist Priestley darauf hin, daß J. de la Motte einen "nach Scheiner angeführten Versuch nachmachen wollte, wobei er fand, daß ein entfernter Gegenstand vielfach erscheint, wenn man ihn durch zwei oder mehrere Löcher betrachtet, die mit einer Nadel in ein Kartenblatt nicht weiter voneinander als die Weite des Öffnung des Auges beträgt, gestochen sind. Es wollte ihm aller Bemühungen ungeachtet der Versuch nicht gelingen, als ein Freund, der ihn zu besuchen kam, auf sein Verlangen die Probe machte und sie diesem vollkommen gelang. Sein Freund war kurzsichtig, er aber nicht. Als er demselben ein Hohlglas gab, das er hart an das Kartenblatt halten mußte, so erschien der Gegenstand nur einfach" (S. 489).

B. Hermann v. HELMHOLTZ "Handbuch der physiologischen Optik"

Helmholtz schreibt "Zur Geschichte der Theorie des Sehens": "Derjenige, welcher zuerst eine klare Vorstellung von der Brechung der Strahlen im Auge und von der Entstehung und Lage des Netzhautbildchens gehabt hat, ist Kepler . . . Keplers Theorie wurde noch weiter ausgeführt durch den berühmten Jesuiten Scheiner, der den Bau des Auges, die Brechung in den Feuchtigkeiten weiter untersuchte. Er bewies, daß die optischen Bilder auf der Netzhaut entworfen werden, in dem er an Augen von Tieren die Netzhaut hinten freilegte. An einem menschlichen Auge stellte er den Versuch 1625 zu Rom an.[4] Die brechende Kraft der wässerigen Flüssigkeit setzte er der des Wassers gleich, die Linse dem Glase, den Glaskörper zwischen beide" (Bd. I, S. 96).

"Eine noch nähere Erläuterung der Adaptationserscheinungen und der verschiedenen Lage des Vereinigungspunktes der Strahlen zur Netzhaut gibt der Scheinersche Versuch. Man steche durch ein Kartenblatt mit einer Nadel zwei Löcher, deren Entfernung kleiner ist als der Durchmesser der Pupille und blicke nun durch die beiden Löcher nach einem feinen Gegenstande hin, der sich dunkel auf einen hellen Grund oder hell auf einem dunklen Grund scharf abzeichnet, z.B. nach einer Nadel, die man vor den hellen Hintergrund des Fensters hält und zwar vertikal, wenn die Löcher des Kartenblattes horizontal nebeneinander liegen, dagegen horizontal, wenn letztere vertikal übereinander stehen. Fixiert man nun die Nadel selbst, so sieht man sie einfach, fixiert man dagegen einen näheren oder ferneren Gegenstand, so erscheint sie doppelt" (Bd. I, S. 104 und 105).

In der "Geschichte der Akkommodationslehre" bemerkt Helmholtz "Die Tatsache, daß sich die Pupille beim Nahesehen verengt, war von Scheiner gefunden worden" (Bd. I, S. 136).[5] In Punkt 4 dieses Kapitels (Bd. I, S. 138)

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

schreibt er: Ansichten, nach welchen die Akkommodation durch Verschiebung der Linse bewirkt wird: Diese Annahme war die älteste, denn schon Kepler, aus dessen Theorie des Sehens sich zuerst die Notwendigkeit der Akkommodation ergab, stellte sie auf und sie hat zu jederzeit viele Anhänger gehabt. Ihm folgten Scheiner . . ."

In der "Geschichte des Mischungsgesetzes" wird Czermak erwähnt (Bd. II, S. 134). "Czermak hat den Scheinerschen Versuch benutzt, in dem er durch einen Schirm mit zwei engen Öffnungen sah, welche mit verschiedenfarbigen Gläsern bedeckt war. Soweit die Objekte einfach erscheinen, erscheinen sie auch in der Mischfarbe."

C. Ludwig MAUTHNER "Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges"

Mauthner schreibt "Die Theorie des Sehens wurde zunächst durch den berühmten Jesuiten Christopherus Scheiner weiter gefördert, welcher auch als derjenige genannt wird, der zuerst das auf der Retina entstehende umgekehrte Bildchen demonstrierte. Helmholtz führte in seiner physiologischen Optik an, daß Scheiner an Tieraugen die Retina im hinteren Abschnitt des Bulbus durch Entfernen der Sclerotica und Chorioidea bloßlegte, und später, im Jahr 1625, zu Rom den Versuch an einem menschlichen Auge anstellte.[6] Doch glaube ich hier erwähnen zu sollen, daß in den vom Helmholtz zitierten berühmten Werk Scheiners: Oculus sive fundamentum opticum, das zu Innsbruck im Jahre 1619 erschien, von dieser Demonstrierung des Netzhautbildes im Tierauge ebensowenig die Rede ist, als in der gleichfalls erwähnten, im Jahr 1652, zu London veröffentlichten Ausgabe dieses Werkes, die nur einen unveränderten Abdruck der ersten darstellt" (S. 3).[7]

"Der erste, welcher die Linsenakkommodation annahm, war jedoch Descartes nicht. Christophorus Scheiner nämlich hatte bereits vor ihm im Jahre 1619 auf die Rolle, welche die Linse bei der Akkommodation durch Krümmungsänderung ihrer Oberflächen spielen könnte hingewiesen. Scheiner wird von Helmholtz zu jenen gerechnet, welche die Akkommodation als durch die Verschiebung der Linse bewirkt sehen, aber gerade in der von Helmholtz zitierten Stelle von Scheiners Oculus wird die Krümmungsänderung der Linsen welche in erster (Lib. III, pag. 163) Linie, die Verschiebung des Crystalles dagegen erst in zweiter Linie angeführt, und den Ciliarfortsätzen bei der Form der Linse dieselbe Rolle zugeteilt, die sie auch in der neuesten . . . Akkommodationstheorie spielen" (S. 29).[8]

Auf S. 121 bemerkt er folgendes "Aber die vollste Bewunderung erfaßt uns, wenn wir sehen, wie Scheiner im Betreff der schwierigsten optischen Fragen seiner Zeit um Jahrhunderte vorauseilte. Scheiner läßt nämlich bereits die von den Endpunkten eines Objektes gezogenen Linien, wenn er gleich dieselben nicht als ungebrochen zeichnet, in der Linse und zwar nahe ihrem hinteren Pole sich durchkreuzen und nennt den dadurch entstehenden Winkel den Gesichtswinkel, Angulus visorius. Von diesem Kreuzungspunkte der Sehlinien unterscheidet Scheiner sehr wohl den Drehpunkt des Auges, legt den selbst in das Zentrum der Skleralsphäre und bezeichnet ihn als unbeweglich" . . . Er spricht es ferner aus, daß man einen doppelten Gesichtswinkel unterscheiden müsse, daß er außer jenem Winkel, unter welchem die Objekte vermöge ihrer Größe erscheinen und aus dessen Größe wir direkt auf die Größe des Objektes schließen, einen zweiten gäbe, welcher als solcher nicht existiert, sondern erst durch die Bewegung des Auges, in dem dabei die Sehachse verschiedene Stellungen einnimmt, durch diese sukzessiven Richtungen der Sehachse gebildet wird.

'Quid conferat anguli visorii inventio?' fragt Scheiner selbst.[9] Der erste Punkt seiner Antwort lautet 'Die Ergründung der Wahrheit in einer so verwickelten Sache muß an und für sich als der würdigste Lohn angesehen werden. Wer die Schriftstellen über Optik liest, der wird ein Labyrinth, aus dem kein Ausweg sich zeigt, betreten und kymmerische Finsternis vorfinden.'[10] Jawohl kymmerische Finsternis! In ihr hat man auch noch nach Scheiner jahrhundertelang gewandelt. Mehr als 200 Jahre später verlegte Volkmann den Kreuzungspunkt der Richtungslinien noch in den Drehpunkt des Auges, versetzte Johannes Müller den Drehpunkt in die Mitte der hinteren Sklералfläche, um 1870 fängt man an zu beweisen, daß der Drehpunkt des Auges wirklich unbeweglich sei!"

Mauthner beschreibt auf S. 866 die Geschichte des Netzhautbildes "Kepler hatte gezeigt, daß und wie ein umgekehrtes Bild der Objekte auf der Netzhaut entworfen wird. Es galt zunächst das umgekehrte Netzhautbildchen zu demonstrieren. Diese Demonstrierung des Netzhautbildes wird dem Pater Scheiner zugeschrieben. Ich habe schon einmal angeführt, daß in Scheiners 'Oculus, 1619' von der Demonstrierung des Netzhautbildes im Tierauge keine Rede ist, das Scheiner zu jener Zeit noch überhaupt noch nie ein menschliches Auge untersucht hatte, sowie, daß in der Londoner Ausgabe von 1652 ebensowenig von der Darstellung des Netzhautbildes im Tierauge oder im Menschenauge (an welch' letzterem Scheiner es im Jahr 1625 zu Rom demonstriert haben soll) etwas vorkommt."[11]

D. Julius HIRSCHBERG "Geschichte der Augenheilkunde", in GRAEVE-SAEMISCH "Handbuch der gesamten Augenheilkunde", Bd. 13

Im dritten Buch "Die Augenheilkunde in der Neuzeit" schreibt Hirschberg auf S. 309 "In den ersten Ausgaben seines Oculus s. fundamentum opticum (Oeniponti, 1619, Friburgi 1621) ist von einer Darstellung des Netzhautbildchens noch nicht die Rede. Schott gibt an, daß Scheiner 1625 das Netzhautbildchen zu Rom demonstriert hat. In seinem berühmten, die Sonnenflecken behandelnden Werke "Rosa Ursina" (1626 - 1630, S. 110) berichtet

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

dann Scheiner selber, daß er den Versuch ausführen sah. In seiner 'Ars magna lucis et umbrae' (1646, S. 161) hat der Jesuitenpater Athanasius Kircher dann im Collegio Romano den Versuch einem 'sehr scharfsinnigen Optiker' zugeschrieben und ihn selber nachgemacht. . . . Den Pater Scheiner können wir nicht verlassen, ohne desjenigen Versuches zu gedenken, der heute noch seinen Namen trägt. Man steche durch ein Kartenblatt mit der Nadel zwei feine Löcher, deren Entfernung kleiner ist als der Durchmesser der Pupille; und blicke durch die beiden Löcher nach einem feinen Gegenstand . . ." (S. 309 u. 310).

Hirschberg weist noch auf folgendes hin "Übrigens war Scheiner der erste, welcher das Brechungsverhältnis der verschiedenen durchsichtigen Teile des Auges einer (allerdings etwas oberflächlichen) Prüfung unterzog; er fand die Brechung der wässrigen Feuchtigkeit des Auges gleich der des Wassers, die des Krystalles nahezu der gleich des Glases und die des Glaskörpers zwischen beiden.

Wenn er auch bezüglich des Ganges der Lichtstrahlen an Kepler sich anschloß und die Netzhaut, auf der das Bildchen entsteht, für den Sitz des Sehens erklärte; so gab er doch für die Nahe-Einrichtung (Accommodation) eine andere Erklärung, nämlich durch Wölbung des Krystalls, was ja übrigens zufällig auch ganz richtig ist; und machte dabei die ebenfalls richtige Beobachtung, daß bei Betrachtung naher Gegenstände die Pupille sich verengert." (S. 310) Dann weiter auf S. 311: "Verschaffe dir verschiedene Glaskugeln von verschiedenem Durchmesser. Stelle den Menschen einem Fenster gegenüber, so daß sich des letzteren Bild in seiner Hornhaut spiegelt. An seinen Schläfenwinkel halte die Kugeln, eine nach der andern, bis du diejenige findest, welche ein ebenso großes Fensterbild entwirft. Die Hornhaut ist dann ein Teil einer ebensolchen Kugel, wie die gewählte. Die kannst prüfen, ob beide Hornhäute gleich sind.

Also das seit Jahrtausenden bekannte Spiegelbild des Auges, das die Griechen von dem Krystall ableiten, ist ganz richtig auf die Hornhaut bezogen, und die Grundlage für die Ophthalmometrie gelegt.

Der Sehnerv pflanzt sich nasenwärts vom hinteren Endpunkt der Seh-Achse ein, bei Ochs, Schaf, Ziege, Schwein, – wahrscheinlich auch beim Menschen, nach der Lage des knöchernen Kanals.

Die Farbe der Pupille ist die der Aderhautoberfläche im Hintergrunde. Dies folgt auch aus der Betrachtung der Tieraugen.[12] Die Pupillenverengerung auf Lichteinfall ist (physiologische) Zusammenziehung der Regenbogenhaut, nicht (physikalische) Folge der Lichtstrahlung, denn sie fehlt im frisch herausgeschnittenen Auge."[13]

E. CZAPSKI-EPPENSTEIN "Grundzüge der Theorie der optischen Systeme"

EPPENSTEIN berichtet in seinem Beitrag "Die Wirkung der Strahlenbegrenzung und des Auffangschirmes" auf S. 202 "Der Scheinersche Versuch: Sehen wir einmal von unserer Voraussetzung zur Achse konzentrischer Blenden ab und denken uns die Aperturblende aus mehreren, z. B. zwei getrennten (etwa in einer achsensenkrechten Ebene liegenden, der Achse benachbarten) Öffnungen bestehend. Dann wird die Eintrittspupille ebenfalls aus zwei Öffnungen bestehen, wir erhalten zwei Projektionszentren im Dingraum, zwei Zeichnungen in der Einstellungsebene und zwei ähnliche in der Mattscheibenebene, also zwei verschiedene Bilder des Dingraumes."

Im Beitrag M. v. ROHR über "Das Auge" (S. 374) heißt es "Man beobachtet bei der Einstellung auf nähere Gegenstände die zuerst von Christoph Scheiner 1619 beschriebene Verengerung der Pupille, ein Vorrücken des vorderen Linsenscheitels und eine Zunahme der Krümmung der vorderen und der hinteren Linsenfläche." Auf S. 377: Der Drehpunkt des Auges, "schon von Kepler 1604 angedeutet, von Scheiner 1619 (Oculus) sehr anschaulich entwickelt, später vergessen, erst wieder von Müller 1826 und Volkmann 1836 aufgefunden." Auf S. 393 "Eine scharfe Fassung der perspektivischen Gesetze für das blickende Auge scheint in der alten Zeit nicht ausgesprochen worden zu sein, denn, wie schon gesagt, wurde die neue von Kepler und Scheiner entwickelte Erkenntnis der Augendrehung zunächst noch nicht angenommen."

Im Beitrag M. v. ROHR und W. MERTE "Das fotografische Objektiv" (S. 454) wird auf das Teleobjektiv hingewiesen. "Schon Kepler kannte 1611 die Eigenschaften der Linsenverbindungen. Schon 3 Jahre danach verwandte sie Scheiner zu der Schirmdarstellung von Sonnenflecken und Verzerrungen des Sonnenumrisses, wozu sich das damalige auch für die Himmelsbeobachtung verwandte holländische Fernrohr darbot."

Im Beitrag von A. KÖNIG "Die Verfahren zur Messung der Bestimmungsstücke optischer Instrumente" wird gesagt: "Bei den anderen Ophthalmometern stützt sich die Messung nach dem Vorgang von Scheiner auf die Größe des Spiegelbildes eines Gegenstandes (zwei Marken) von bekannter Größe und Entfernung" (S. 651).

F. Karl VELHAGEN "Der Augenarzt", Bd. II, Bd. IX

H. SCHOBER schreibt in seinem Beitrag "Bestimmung der Sehschärfe und Korrektur von Fehlsichtigkeit" (Bd. II, S. 217 und 218) über das Koinzidenzrefraktometer nach Hartinger "Bei ihm wird nicht die Bildschärfe auf der Netzhaut, sondern ähnlich wie bei vielen photographischen Kameras und beim Raumbildentfernungsmesser die 'Koinzidenz', d. h. das Fehlen einer seitlichen Verschiebung der nach dem Scheiner-Verfahren entstandenen Doppelbilder, die durch ein Höhenprisma voneinander getrennt sind, als Einstellkriterium benützt."

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

W. MÜNCHOW schreibt in der "Geschichte der Augenheilkunde" (Bd. IX, S. 247) "Mit dem Namen eines anderen Jesuiten wird noch heute eine Demonstration der physiologischen Optik bezeichnet, der 'Scheinersche Versuch': in ein Blatt werden mit einer Nadel waagrecht nebeneinander zwei Löcher gestochen, die einen Abstand voneinander haben, der kleiner als der Pupillendurchmesser ist. Wenn nun durch diese beiden Löcher ein feiner Gegenstand, etwa eine senkrecht gehaltene Nadel, vor einem hellen Hintergrund betrachtet wird, so sieht ihn der eine Beobachter einfach, ein anderer doppelt. Scheiner vermutete eine Beziehung zu dem in der Netzhaut entworfenen Bild, die richtige Erklärung fand erst der französische Mathematiker, Philipp de la Hire.[14] ... Von Scheiner stammt ferner eine Berichtigung in der Anatomie des Auges. Während bisher der Eintritt des Sehnerven in der Mitte des hinteren Augenabschnittes angenommen und beschrieben worden ist, verwies er auf die leicht seitlich verschobene Eintrittsstelle, die nasal gelegene Papille. Ferner hat Scheiner als erster die verschiedenen Brechungsverhältnisse der optischen Medien des Auges untersucht: Kammerwasser, Linse und Glaskörper. Schließlich übernahm er gewissermaßen als Vorgriff auf die Ophthalmometrie erste genaue Messungen der Hornhautkrümmung."

3. Diskussion:

Der Großteil der vorhin besprochenen Versuche und Beobachtungen Scheiners befindet sich in seinem Buch "Oculus", der geringere Teil in seinem Werk "Rosa Ursina" (DAXECKER 1992).

Die Tab. 1 zeigt eine Zusammenstellung der Versuche und Beobachtungen Scheiner, wie sie in der vorangegangenen Literatur Erwähnung findet.

Tab. 1: Zusammenfassung der bei den einzelnen Autoren (A - F) beschriebenen Beobachtungen Scheiners.

a) Scheiner-Versuch (Doppelbilder)	A	B	C	D	E	F
b) umgekehrtes Netzhautbildchen	A	B	C	D		
c) Akkommodation der Linse		B	C	D	E	
d) Pupillenvereingung bei Akkommodation	A	B		D	E	
e) Krümmungsradius der Hornhaut				D	E	F
f) Brechung der Lichtstrahlen	A	B				F
g) Drehpunkt des Auges			C		E	
h) nasaler Eintritt des Sehnerves				D		F
i) Helioskop	A				E	
j) Pupillenfarbe				D		
k) Nebensonne	A					
l) Camera obscura	A					
m) Gesichtswinkel (Angulus visorius)			C			
n) Czermak-Versuch		B				

Im folgenden einige kurze Erläuterungen zu den Beobachtungen Scheiners:

a) Scheiner-Versuch (Doppelbilder):
Dabei werden in ein Blatt in einem Abstand, der geringer ist als der Pupillendurchmesser, zwei oder mehrere Löcher gestochen und ein feiner Gegenstand fixiert, ein ametroper Proband (kurz- oder weitsichtig) sieht dann den Gegenstand ein- oder mehrfach abgebildet (Abb. 1). Bei einem Normalsichtigen gelingt dieser Versuch nicht (Oculus, S. 37). Es ist der häufigst erwähnte Versuch Scheiners. Er wird heute noch in modernen automatischen Refraktometern zur Brillenbestimmung benützt.

b) Umgekehrtes Netzhautbildchen:
Scheiner präparierte den hinteren Pol eines (Tier-)Auges ab und konnte dann beim Durchblick durch dieses Auge die Gegenstände umgekehrt und seitenverkehrt sehen (Rosa Ursina, S. 110). Daß die Netzhaut der Ort der Abbildung ist, wurde vor ihm bereits von Kepler festgestellt.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

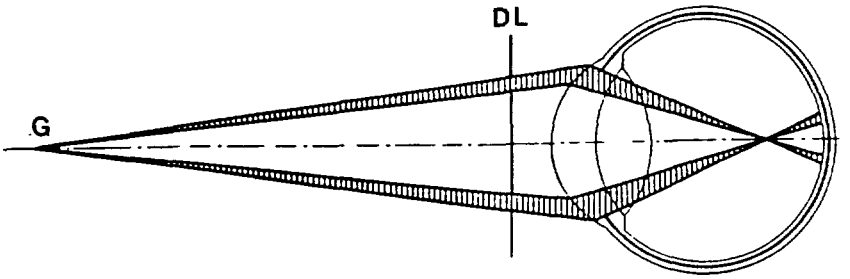

Abb. 1: Schematische Darstellung des Scheiner-Versuches. Vom punktförmigen Objekt G gelangen durch die Blende DL zwei Strahlenbüschel ins Auge. Sie kreuzen sich beim myopen Auge vor, beim Emmetropen Auge auf und beim hyperopen Auge hinter der Netzhaut. Bei Ametropie wird ein Doppelbild gesehen.

c) Akkommodation der Linse:
Christoph Scheiner beobachtete als erster, daß sich "die Form der Kristallinse ein wenig abflacht oder zusammenballt", um das nahe Sehen zu ermöglichen (Oculus, S. 23).

d) Pupillenverengung bei Akkommodation:
Er beschreibt einen Versuch, bei dem eine Nadel aus der Entfernung zum Auge zu führen ist, dabei konnte er eine Verengung der Pupille beobachten (Oculus, S. 31).

e) Krümmungsradius der Hornhaut:
Er hielt verschieden große Glaskugeln in das Auge, das darauf und auf das Auge projizierte Fenster war bei gleichem Krümmungsradius auf beiden in gleicher Größe zu sehen (Oculus, S. 13). Er zeigt hiermit den ersten Ansatz für die Entwicklung eines Ophthalmometers (Abb. 2).

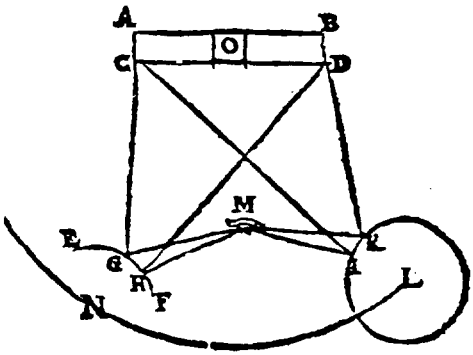

Abb. 2: Das Fenster A, B, C, D wird auf der Kornea E, F gespiegelt, insbesondere auf G, H und diesem gleich ist I, K auf der Glaskugel L bei gleicher Distanz des Auges M (aus Oculus, S. 13).

f) Brechung der Lichtstrahlen:
Er bestimmte die Brechungsindices von Augenflüssigkeiten und der Linse, in dem er kugelförmig geblasene Fläschchen mit Kammerwasser oder Glaskörper füllte, ins Wasser tauchte und beobachtete, ob kleine unter sie geschobene Dinge eine Verkleinerung oder Vergrößerung erfahren (Oculus, S. 64).

g) Drehpunkt des Auges:
Scheiner schreibt dazu: So bewegt sich das Auge in seiner Höhle kugelig um seinen eigenen Mittelpunkt, der zusammenfällt mit dem Mittelpunkt des Glaskörpers, der Grenzmembran, der Aderhaut, der Netzhaut und der hinteren Sehnenhaut, daraus folgt, daß bei einer Augenbewe-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

gung das Augenzentrum in Ruhe bleibt (Oculus, S. 245). Dies ist von praktischer Bedeutung, z.B. bei der Konstruktion von Brillengläsern, die eine Durchbiegung haben sollen, um einen Astigmatismus schiefer Bündel zu vermeiden (v. ROHR 1915).

h) Nasaler Eintritt des Sehnerven:
Bis zu Scheiner wurde das Auge so dargestellt, daß der Sehnerv am hinteren Pol gegenüber der Pupille ins Auge eintritt (Oculus, S. 17), dieser Irrtum wurde von ihm korrigiert: Der Sehnerv tritt von der Seite ein (Abb. 3).

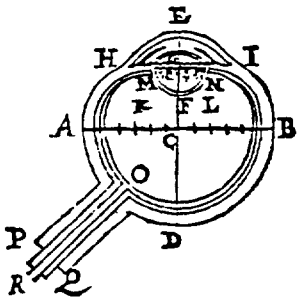

Abb. 3: Der Sehnerv tritt von nasal her in das Auge ein, die Schichten und Abschnitte des Auges sind genau dargestellt.

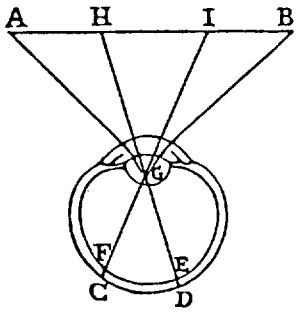

Abb. 4: Lichtstrahlen gehen von den Endpunkten eines Objektes aus, kreuzen sich in der Linse und treffen auf der Netzhaut auf.

i) Helioskop:
Scheiner konstruierte ein Fernrohr, das das Bild der Sonnenflecken auf ein Blatt Papier projizierte. Dadurch konnte eine direkte Betrachtung der Sonne durch das Fernrohr vermieden werden (Rosa Ursina, Buch II, S. 77).

j) Pupillenfarbe:
Scheiner konnte beobachten, daß die Pupille immer schwarz ist und daß der kreisrunde Streifen, der die Pupille umgibt, die Aderhaut ist, nach deren Farbe die Augen schwarz, blau, grau, gelb oder braun sind (Oculus, S. 29).

k) Nebensonnen:
Nebensonnen und Halos sind atmosphärisch-optischer Natur, die durch Brechung des Sonnenlichtes in den Eiskristallen der Atmosphäre entstehen. Sie erscheinen meist farbig, wobei rot der Sonne zugewandt ist und befinden sich auf gleicher Höhe mit ihr (GOERCKE 1988, 1991).

l) Camera obscura:
Christoph Scheiner stellte auch einen Versuch mit der "Camera obscura" an und konnte durch Abdecken eines Strahles nachweisen, daß die Lichtstrahlen, die durch eine winzige Öffnung fallen, sich kreuzen (GOERCKE 1991, Oculus, S. 32).

m) Gesichtswinkel (Angulus visorius):
Auf S. 225 im "Oculus" befindet sich eine Darstellung (Abb. 4), in der Scheiner Strahlen von den Endpunkten eines Objektes ausgehen läßt, die sich am hinteren Pole der Linse kreuzen und auf die Netzhaut auftreffen.

n) Czermak-Versuch:
Czermak variiert den Scheinerschen Versuch, in dem er die beiden eng beieinanderliegenden Öffnungen mit verschieden farbigen Gläsern bedeckt, die bei Einfachsehen in der Mischfarbe, bei Doppeltsehen als zwei Farben erscheinen.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

4. Zusammenfassung:

Der Mathematiker, Physiker und Astronom Christoph Scheiner wurde 1573 oder 1575 im Bayerischen Schwaben geboren, trat in den Jesuitenorden ein und wurde Professor für Mathematik und Hebräisch in Ingolstadt. Unter Erzherzog Maximilian kam er nach Innsbruck, nach dessen Tod verblieb er auch unter seinem Nachfolger Erzherzog Leopold V. In Innsbruck erschien 1619 sein Buch "Oculus: hoc est fundamentum", das sich mit der physikalischen Optik beschäftigt. In seinem Hauptwerk "Rosa Ursina" (1626 - 1630) beschäftigte er sich im Buch II dieses umfangreichen Werkes ebenfalls mit der Optik des Auges. Scheiner gilt auch als Entdecker der Sonnenflecken, deswegen geriet er in einen Prioritätsstreit mit Galileo Galilei. Er anerkannte jedoch nicht wie Galilei die neue Lehre, daß die Erde um die Sonne kreist. Er gehört zu den bedeutendsten Naturwissenschaftlern der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts. Sein Lebenswerk wird von den Astronomen und Ophthalmologen überliefert. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, aus der optischen und ophthalmologischen Literatur Hinweise darauf zu finden, wie Scheiners Arbeit im 18., 19. und 20. Jahrhundert beurteilt wurde. Dazu werden 6 charakteristische Werke der Literatur ausgewertet. Der "Scheiner-Versuch", mit dem der Nachweis einer Fehlsichtigkeit möglich ist, wird am häufigsten erwähnt. Scheiner fand auch, daß beim Abpräparieren des hinteren Poles eines Tierauges die Gegenstände umgekehrt und seitenverkehrt gesehen werden können. Ferner fand er, daß die Krümmung oder Abflachung der Linse des Auges für die Fern- bzw. Naheinstellung von Bedeutung ist. Weitere Versuche und Beobachtungen Scheiners werden erläutert.

5. Literatur:

BRAUNMÜHL, A. v. (1891): Christoph Scheiner als Mathematiker, Physiker und Astronom. – Bamberg, Bayerische Bibliothek, **24.** Bd., 92 pp.

CZAPSKI-EPPENSTEIN (1924): Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente (3. Aufl.). – J.A. Barth, Leipzig, 747 pp.

DAXECKER, F. (1992): Christoph Scheiner's Eye Studies. – Doc. Ophthalmol. **81:** 27 - 35.

DUHR, B. (1913): Geschichte der Jesuiten in den Ländern deutscher Zunge. – Freiburg: Herdersche Verlagshandlung, Freiburg, Bd. **2,** 2. Teil: 226 - 229.

GOERCKE, E. (1988): Die 3 klassischen Halo-Phänomene. – Ingolstädter Heimatblätter **30:** 1 - 3.

– (1991): Christoph Scheiners Versuche mit der "Camera obscura". – In: Stadtarchiv Ingolstadt (Hrsg.), Die Jesuiten in Ingolstadt, p. 144 - 146. Ausstellungskatalog. Ingolstadt.

– (1991): Scheiners Beobachtung eines Halophänomens. – In: Stadtarchiv Ingolstadt (Hrsg.), Die Jesuiten in Ingolstadt, p. 148 - 149. Ausstellungskatalog. Ingolstadt.

HELMHOLTZ, H. v. (1909): Handbuch der physiologischen Optik. – L. Voss, Hamburg u. Leipzig, 546 pp.

HIRSCHBERG, J. (1908): Geschichte der Augenheilkunde. – In: GRAEVE-SAEMISCH (Hrsg.), Handbuch der gesamten Augenheilkunde. – W. Engelmann, Leipzig, Bd. **13** (2. Aufl.), 546 pp.

MAUTHNER, L. (1876): Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges. – W. Braumüller, Wien, 878 pp.

PRIESTLEY, J. (1776): Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik, übersetzt von G.S. Klügel. – J.F. Junius, Leipzig, 568 pp.

RÖSCH, H. (1959): Christoph Scheiner. Lebensbilder aus dem Bayrischen Schwaben. – München: Hueber, p. 183 - 211.

ROHR v., M. (1915): Das Auftreten des Augendrehpunktes in der Physiologie und in der technischen Optik. – Zeitschr. f. Instrumentenkunde **35:** 187 - 215.

– (1919): Ausgewählte Stücke aus Christoph Scheiner Augenbuch. – Zeitschr. f. ophth. Optik **7:** 35 - 44, 53 - 64, 76 - 91, 101 - 113, 121 - 133.

SCHEINER, CH. (1619): Oculus hoc est: Fundamentum opticum. – Apud Danielem Agricolam, Oeniponti, 254 pp.

– (1626 - 1630): Rosa Ursina sive sol. – Apud Andream Phaeum Typographum Ducalem, Braccioni, 774 pp.

VELHAGEN, K. (1972, 1983): Der Augenarzt. – G. Thieme, Leipzig, Bd. **II,** 1740 pp., Bd. **IX,** 734 pp.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Anmerkungen:

1 Priestleys Buch in der Übersetzung von Georg Simon Klügel aus dem Jahr 1776 ist seiner Zeit entsprechend noch in vielem unkritisch.

2 Scheiner beschreibt diesen Versuch in seiner "Rosa Ursina", S. 110. Er schreibt: Daß sich übrigens die Strahlen kreuzen, ehe das Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut zustande komme, habe ich nicht nur in meinem "Auge" mit vielen sehr einleuchtenden Versuchen und Gründen dargetan, sondern es auch hier in Rom im Jubeljahre (1625) auf das deutlichste gesehen, wo nach Entfernung der Sehnenhaut am Grunde des Auges das von einer Kerze hineinfallende Licht mit gekreuzten Strahlen auf die Netzhaut auftraf: und diesen Versuch habe ich öfter an vielen Tieraugen gemacht. Ausgeführt aber wurde dieser Versuch am Auge von mir zu gefallen und in Gegenwart des R.P. Nicolaus Zucchi (Nicolo Zucchi, Jesuit, Mathematiker am Collegio Romano in Rom). In: v. Rohr (1919).

3 v. Rohr (1919 beschreibt dies als entoptische Erscheinung.

4 siehe Fußnote 2, von einem menschlichen Auge wird dort nichts gesagt.

5 Die Lichtreaktion der Pupille ist vielleicht schon Leonardo da Vinci bekanntgewesen und zwischen 1419 und 1516 niedergeschrieben worden (v. Rohr, 1919, S. 41).

6 siehe Anmerkung 4.

7 L. Mauthners Ergebnis ist hier zu vervollständigen, siehe Anmerkung 2.

8 Scheiner beschreibt in seinem "Oculus" mehrmals den Akkommodationsvorgang, wobei er manchmal die Meinung vertritt, daß die Akkommodation durch eine Verlängerung oder Verkürzung des Auges zustande kommt, er schreibt aber auch, daß die Form der Kristallinse sich ein wenig abflacht oder zusammenballt (Oculus, S. 23). Ein Hinweis auf die Krümmungsänderung der Kristallinse bei der Akkommodation auch in "Rosa Ursina", S. 108.

9 "Was bringt die Einführung des Gesichtswinkels?" Er versucht den Unterschied zwischen Gesichtsfeld und Blickfeld zu entwickeln.

10 Kimmerier, mythisches Volk am Okeanos, nördlich des Schwarzen Meeres, stets in Nacht und Nebel gehüllt, sprichtwörtlich. Siehe Homer, Odyssee, 11. Buch.

11 siehe Anmerkung 2.

12 Abhängigkeit der Pupillenfarbe von der Pigmentation, Oculus, S. 29.

13 Scheiner beobachtet, daß bei enukleiertem Auge die Pupillenreaktion auf Licht fehlt (Oculus, S. 30).

14 Philipp de la Hire, 1614 bis 1718, französischer Mathematiker und Architekt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 80

Autor(en)/Author(s): Daxecker Franz

Artikel/Article: Der Naturwissenschaftler Christoph Scheiner SJ in der optischen Literatur. Ein medizinischer Beitrag. 411-420