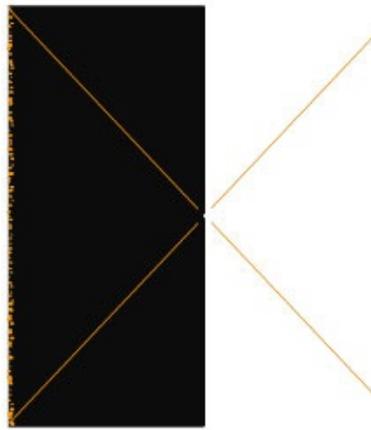


Tilman Stück

Die Geschichte

der



Lochkamera

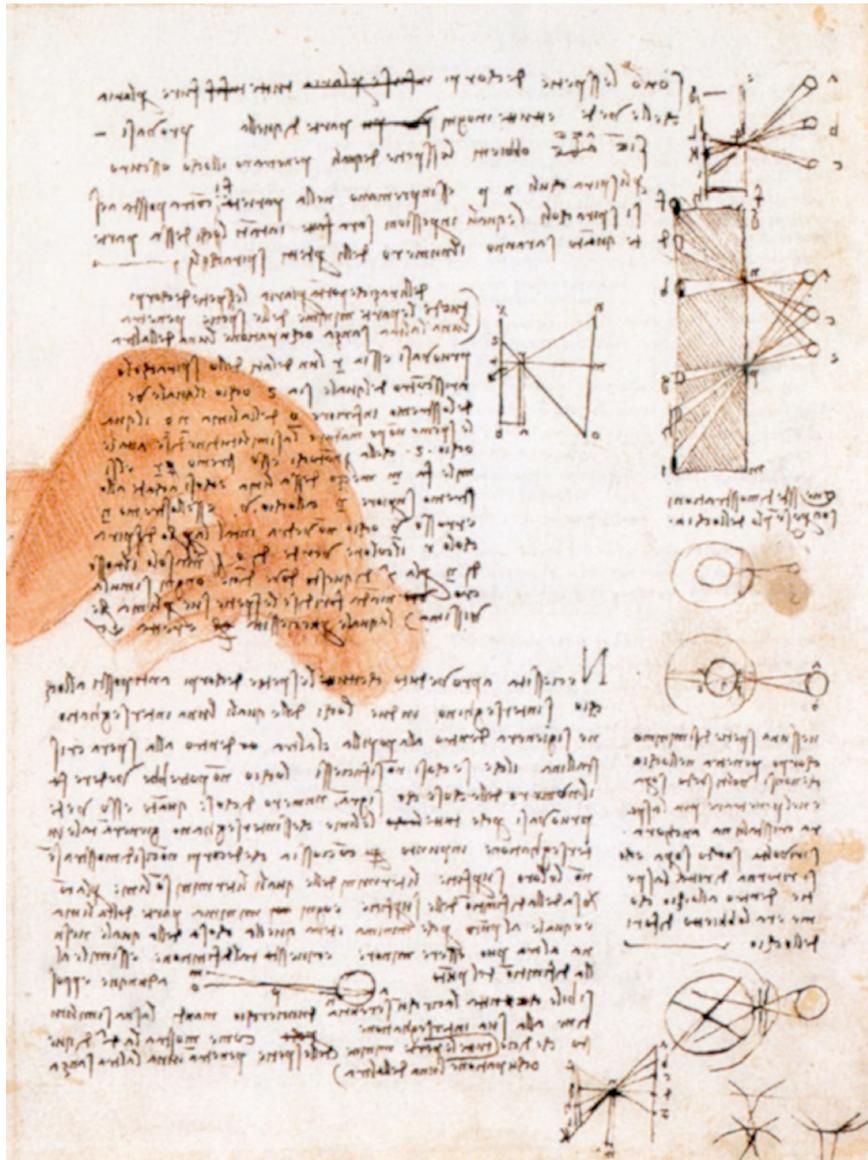
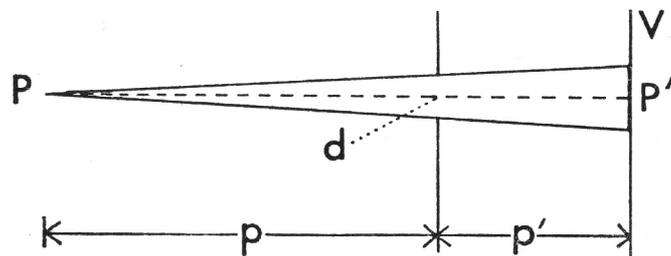


Abbildung 1: Da Vinci: Seite aus dem Codex Atlanticus



Lochkamera.

- d = sehr enge Öffnung.
- P = Gegenstandspunkt.
- p = Entfernung von dem Gegenstandspunkt bis zur Lochplatte.
- p' = Kameraauszug.
- V = Mattscheibe.
- P' = Bild des Gegenstandspunktes; es ist ein Fleck, der in der Mitte der Mattscheibe rund, an ihren Rändern elliptisch ist.

Abbildung 2: Strahlengang der Camera Obscura

„Für die einen, die reisen sind die Sterne Führer.
Für andere sind sie nichts als kleine Lichter.
Für wieder andere, die Gelehrten, sind sie Probleme.“

Antoine De Saint Exupéry

Geschichte der Lochkamera oder Camera Obscura

Im 4. Jhd. v.Chr. beobachtet **Aristoteles (384–322 v.Chr.)**, während einer Sonnenfinsternis unter einem Baum sitzend, dass die kleinen Lücken zwischen den Blättern jeweils ein spiegelverkehrtes Abbild der Sonnensichel auf den Boden projizieren. In dem Werk



Abbildung 3: Sonnentaler

"*Problemata physica*" beschreibt er diese Erscheinung¹ und erkennt, dass Licht von der Sonne zum Loch und von diesem zur Erde einen Doppelkegel bildet und deshalb die Sonnensicheln verkehrt herum abgebildet werden.

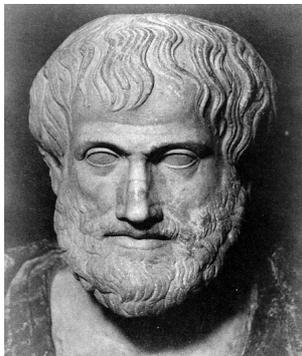


Abbildung 4: Aristoteles

Damit beschreibt Aristoteles das Grundprinzip der Camera Obscura. Auch die Beobachtung, dass „die Sonne, wenn sie durch viereckige Gebilde dringt, nicht rechteckig gebildete Formen sondern Kreise [erzeugt], wie z.B. wenn sie durch Flechtwerk dringt“, wird hinterfragt, ohne indes eine zufriedenstellende Erklärung zu finden.

In China ist es **MoTzu (470-391 v.Chr.)**, der diese Phänomene beschreibt und erklärt¹. MoTzu (geboren als MoTi) ist sich darüber im Klaren, daß Objekte Licht in alle Richtungen reflektieren und daß Strahlen von der Spitze eines Objektes den unteren Teil eines Bildes hervorrufen wenn sie durch eine Öffnung hindurchgehen. Er beschreibt, wie Lichtstrahlen, die durch ein schmales Loch

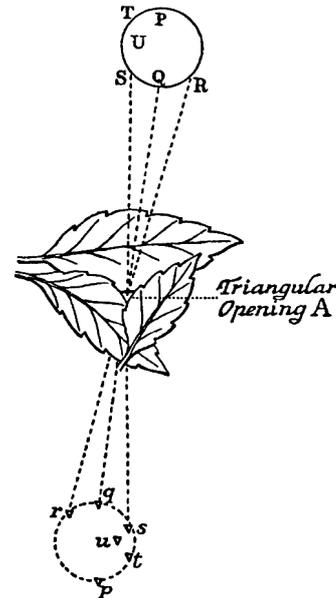


Abbildung 5: Sir William Bragg: „The Universe of Light“, 1933

dringen, auf einer gegenüberliegenden Wand ein Abbild erzeugen können, das den Objekten vor dem Loch entspricht und stellt tiefgründige Überlegungen zur Natur der Schatten an, wobei er realisiert, daß sie ihre Form deswegen erhalten, weil sich Licht geradlinig ausbreitet. Damit formuliert er das erste überlieferte Gesetz zur Optik. MoTzu ist in der Lage, daraus eine weitere Gesetzmäßigkeit abzuleiten, die erklärt, warum die Bilder, welche entstehen wenn Licht durch eine kleine Öffnung in einen abgedunkelten Raum fällt umgekehrt sind, d.h. er ist der Forscher, der die Rolle der Blendenöffnung bei der Bildentstehung entdeckt, die er als Sammelplatz („collecting place“) bezeichnet.

Euklid (325-265 v.Chr.) zeigt in seinen Arbeiten zur Geometrie und Optik, daß er die geradlinige Ausbreitung des Lichts verstanden hat und be-



Abbildung 6: Euklid

handelt Ideen zur binokularen Sicht. Zwei Kopien seiner Arbeit überdauern die Zeit und als sie **1573** übersetzt und mit Kommentaren veröffentlicht werden, fügt **Egnacio Danti** seine Beschreibung der Camera Obscura hinzu um zu zeigen wie Euklid zu seinen Schlußfolgerungen gelangt ist.

Im „Shih Chi“ und „Chien Han Shu“ aus der **Han Periode** ist das Schattenspiel des Magiers **Shao Ong** dokumentiert, der **121 v.Chr.** vor dem Kaiser Wu den Geist einer toten Konkubine erscheinen läßt. Solche Schattenspiele finden in der Folge in China und im asiatischen Raum weite Verbreitung.

Lukretius (98-55 v.Chr.) bezieht sich in seinem Werk „De Rerum Natura“ aus dem Jahre 60 v. Chr. auf eine Lichtbildschau oder ein Traumbild in poetischer Form.

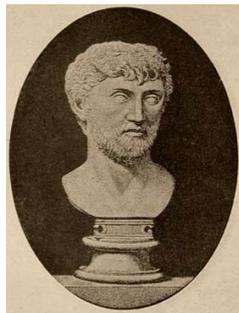


Abbildung 7: Lukretius



Abbildung 8: Heron

Ungefähr **125 n.Chr.** erscheint in Alexandria „De Speculis“ von **Heron**, das älteste überlieferte griechische Werk über Spiegel – plan, konvex und konkav. In „Caoptrica“ formuliert er das Gesetz, daß Ein- und

Ausfallswinkel gleich sind. In „Automatopietkes“ schreibt er über Phantomspiegel und Spiegelschrift.

Claudius Ptolemäus (127-145) setzt in Alexandria die Arbeiten von Heron und Euklid fort und ist der erste, der über Lichtbrechung schreibt, vermutlich, weil mittlerweile klares Glas verfügbar ist. Sein „Almagest“ erscheint im Jahre 140.

180 benutzt **Ting Huan** eine Lampe um Tiere und andere Wesen sichtbar zu machen, die sich in der aufsteigenden Warmluft zu be-

wegen scheinen. Seine „Pfeife, die Phantasien sichtbar werden läßt“ ist die erste Beschreibung der Kombination aus Beleuchtung und Bewegung.



Abbildung 9: Ptolemäus

Tuan Cheng Shih (800-1000) erwähnt Bilder in einer Pagode, **Yu Chao-Lung** benutzt im **10.Jhd.** Modellpagoden um Lochkamerabilder auf einen Schirm zu projizieren ohne jedoch Theorien zur Bildentstehung aus diesen Experimenten und Beobachtungen abzuleiten.

Zunächst in Basra und später in Alexandria und Kairo lebt und arbeitet der geniale Mathematiker, Optiker und Astronom **Abu Ali al Hasan Ibn al-Heitham (965-1039)**, auch unter dem Namen Alhazen bekannt. Er macht ein Experiment mit drei Laternen, deren Strahlen durch eine kleine Maueröffnung auf die Innenwand eines abgedunkelten Raumes projiziert werden². Durch diesen Versuch beweist er die Linearität der Lichtausbreitung und erkennt, daß beim Sehvorgang Licht ins Auge reflektiert wird. Er erkennt auch, daß die Lochöffnung sehr klein sein muß, um eine scharfe Abbildung zu erzielen. Er verfügt über Kenntnisse des Einflusses von konkaven, konvexen Linsen und Spiegeln auf die Bildentstehung. Alhazen ist es auch, der

mit dieser Methode, wahrscheinlich mittels Zelt, exakte Sternenkarten herstellt. Zwischen 1015 und 1020 arbeitet er an seinem großen Werk „Kitab al-Manazir“ (Optisches Lexikon), in dem

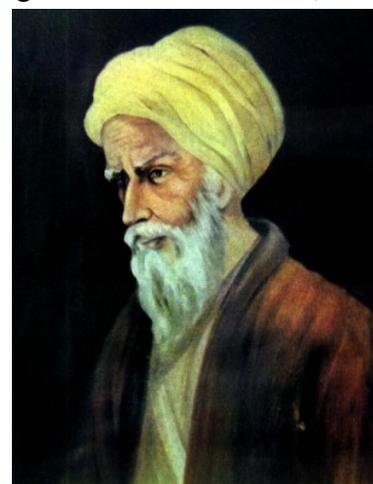


Abbildung 10: Alhazen

die Funktionsweise des Auges erstmalig mit einer Kamera verglichen wird. Es wird angenommen, daß Abu Ali Alhazen die Schriften von Aristoteles kannte. **1270** wird sein Buch ins Lateinische übersetzt, wodurch dieses Wissen das westliche Europa erreichen kann.

Anfang des 13. Jahrhunderts entdeckt **Albertus Magnus (1193-1280)** bereits die Oxidation und Schwärzung des Silbernitrats, die sich für die weitere Entwicklung der Camera Obscura zum Aufnahmegerät mehr als 600 Jahre später als bedeutungsvoll erweist.

Roger Bacon (1214-1294) gilt seiner Zeit



Abbildung 11: Roger Bacon

als einer der führenden Gelehrten des Abendlandes. Sein Beiname „Doctor Mirabilis“, verrät viel von der Bewunderung, die ihm seine Zeitgenossen zollen. Er besitzt nicht nur umfassende Kenntnisse der Mathematik und

Physik, sondern ist ein ebenso anerkannter Philosoph und Alchemist. Mit seinen Schriften begründet er den Beginn wissenschaftlicher Studien in Westeuropa.

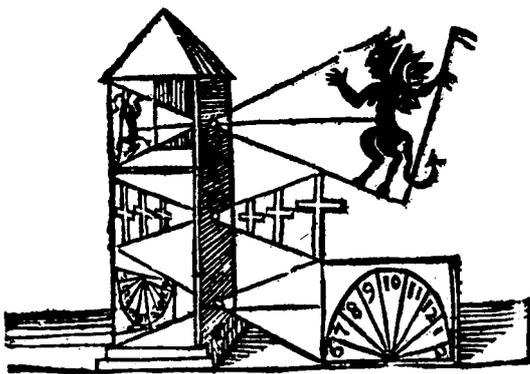


Abbildung 12: Zeichnung einer Camera Obscura mit drei Lochöffnungen aus dem 13. Jhd. von R. Bacon

Um **1300** beschreibt **Kamal ad Din al-Farisi** eine Camera Obscura, ebenso **Levi Ben Gerson** im Jahre **1321**, der sie zur Beobachtung von Mond- und Sonnenfinsternissen

empfiehlt. Auch Theodor von Freiberg (1250-1311) beschäftigt sich, inspiriert von Alhazens Schriften mit den Prinzipien der Camera Obscura.



Petrus von Alexandrien baut **1342** einen lichtdichten Kasten mit

Abbildung 13: Alberti

kleinem Loch in der Vorderwand, der auf der Rückwand ein auf dem Kopf stehendes seitenverkehrtes Bild entstehen lässt.

Johannes de Fontana benutzt um **1420** eine Camera Obscura zur Beobachtung der Sonne und von Sonnenfinsternissen, wobei er sich dadurch auszeichnet, daß er ein tragbares System einsetzt.



Leonardo da Vinci (1452-1519)

Abbildung 14: Leonardo da Vinci

Leon Battista Alberti benutzt die Camera Obscura als er um **1435** die geometrischen

Gesetze des perspektivischen Zeichnens ergründetⁱⁱ. Auch

Leonardo da Vinci (1452-1519) beschäftigt sich neben anderem mit der Camera Obscuraⁱⁱⁱ.

1475 befestigt **Paolo Toscanelli** einen Bronzering mit Lochöffnung in einem Fenster der Kathedrale von Florenz, die noch immer in Gebrauch ist. An

sonnigen Tagen wird ein Bild der Sonne durch das Loch auf den Fußboden projiziert. Zusammen mit einer entsprechenden Markierung dient die Anordnung zur Zeitbestimmung. Einige Jahre später wird eine ähnliche Anordnung in die Kuppel des Peterdoms im Vatikan eingebaut.



Abbildung 15: Toscanelli

1580 benutzen päpstliche Astronomen so ein System um Papst Gregor XIII davon zu überzeugen, daß die Tagundnachtgleiche sich vom 21.März auf den 11.März verschoben hat, was zwei Jahre später zur Einführung des Gregorianischen Kalenders führt. Die Burg Eder verfügt über eine Camera Obscura zu Beobachtungszwecken, die den Ansturm der Türken 1552 erblickt und noch immer funktionstüchtig ist.

Francesco Maurolico (1494-1575) beschreibt und erklärt bereits **1521** in seinem Werk „*Theorameta de Lumine et Umbra*“, dass er ebenfalls über Kenntnisse der Camera Obscura verfügt. Der auch als **Franciscus Maurolycus** bekannte Mathematiker aus Messina löst das von Aristoteles gestellte Problem, dass eine quadratische Öffnung einen runden Lichtfleck oder Sonnentaler hervorruft. Seine Ergebnisse werden 1535 in „*Cosmographica*“ veröffentlicht.



Abbildung 16: Albrecht Dürer

1525 veröffentlicht **Albrecht Dürer** sein Buch „*Underweysung der messung mit dem zirckel un richtscheyt*“, das die erste Zusammenfassung der mathematisch-geometrischen Verfahren der Zentralperspektive darstellt und damit auch die Grundlagen der **Darstellenden Geometrie** bildet^{iv}.

1550 erscheint „*De Subtilitat*“ von **Girolamo Cardano (1501-1576)**, einem Physiker und Professor für Mathematik und einer der berühmtesten

Mediziner seiner Zeit mit einer reich bebilderten Darstellung der Camera Obscura. Er verwendet auch konvexe Linsen vor der Lochöffnung und präsentiert



Abbildung 17: Cardano

wilde Szenen mit passenden akustischen Effekten um sein Publikum mit der Camera Obscura zu beeindrucken. 1570 wird Cardano der Ketzerei bezichtigt, eingekerkert und verliert sein Recht, Bücher zu veröffentlichen. Durch die Verwendung von Linsen ist es möglich, ein schärferes und helleres Bild zu erhalten mit dem Nachteil, dass der Abstand der Projektionsfläche auf die Brechkraft der Linse abgestimmt sein muss.

Erasmus Reinhold (1511-1553), ein deutscher Astronom und Mathematiker aus Wittenberg benutzt die Camera Obscura zur Sonnenbeobachtung und erkennt dabei, daß man ein um so schärferes aber lichtschwächeres Bild erhält, je kleiner das Loch ist. Er stellte weiter fest, daß höhere Helligkeit bei bleibender Schärfe durch Sammellinsen erreichbar ist.

Er berichtet von zwei Sonnenfinsternissen in den Jahren 1544 und 1545. Sein Assistent Georg Purbach erwähnt 1542 in „*Theoretica Novae*

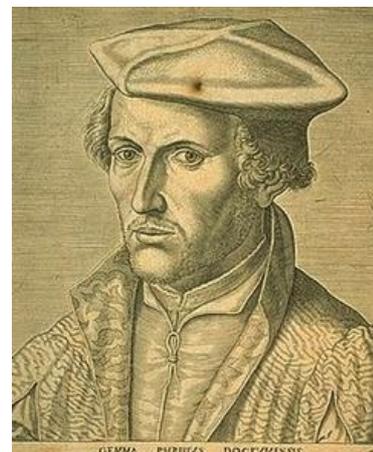


Abbildung 18: Gemma-Frisius

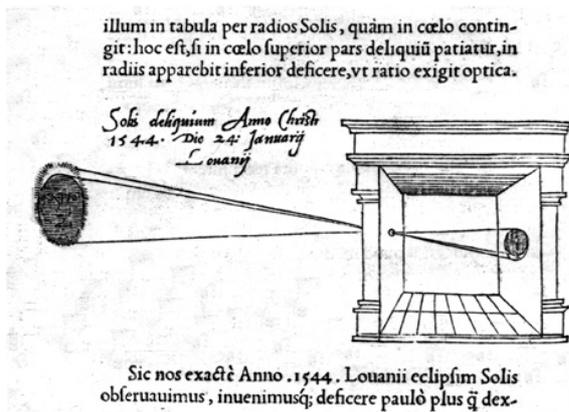


Abbildung 19: Darstellung der Camera Obscura nach Gemma-Frisius

„Planetarum“, daß man damit auch „Dinge auf der Straße“ beobachten kann.

Reinerus Gemma-Frisius (1508-1555) beobachtet ebenfalls die Sonnenfinsternis von 1544 in einem abgedunkelten Raum und veröffentlicht seine Ergebnisse im darauf folgenden Jahr samt einer Zeichnung des Apparates und seiner Funktionsweise in seinem Buch „De Radio Astronomico et Geometrica“. Die gleiche Anordnung findet sich bei Kopernikus, Tycho Brahe, M. Mostlein und Kepler.

1572 erscheint seine Übersetzung von Alhazens Werk über Optik.



Abbildung 20: Battista della Porta

einer konkaven Linse vor der Lochöffnung. In der zweiten Edition, die 1589 herausgebracht wird, wird die Verwendung von konvexen Linsen beschrieben. Dadurch und durch seine öffentlichen Aufführungen erreicht er eine so große Öffentlichkeit, daß er fälschlicherweise oft auch als Entdecker der

Der Neapolitaner **Battista della Porta (1538-1615)** gibt 1558 in "Magiae Naturalis Libri" eine ausführliche Beschreibung der Camera Obscura³. In dieser ersten Edition schreibt er über die Verwendung

Camera Obscura angesehen wird. Porta ist auch einer der Ersten, die sich mit der Konservierung von Tönen befassen, die praktische Umsetzung muß jedoch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts auf Edison warten. Sein Buch wird 1658 ins Englische übersetzt.

1565 wird das **Silberchlorid** von Georg Fabricius entdeckt.

1568 beschreibt der Venezianer **Daniele Barbaro** in seinem Werk *La pratica della perspettiva* eine Lochkamera mit Glaslinse. Er benutzt die Camera obscura als Zeichenhilfe, indem er ein Loch in seinen Fensterladen bohrt, dahinter eine Bikonvexlinse anordnet und dann im geeigneten Abstand von der Linse auf einem Bogen Papier das Schauspiel beobachtet.



Abbildung 21: Daniele Barbaro

1570 konstruiert **Robert Boyle** eine Boxkamera mit Linsen zur Landschaftsbetrachtung.

1572 baut **Friedrich Risner** (+ 1580) ein transportables kleines Zelt zur Anfertigung topographischer Zeichnungen.

Ab **1600** werden sogenannte Naturselbstdrucke angefertigt, das heißt Kontaktkopien oder

Photogramme durch Schwärzung von Silbernitrat.

Johannes Kepler (1571-1630) schreibt 1604 in seinem Buch „*Ad vitellionem paralipomena, Zusätze zur Optik des Vitello*“,: „*Daß der Sonnenstrahl, der durch irgendeine Spalte dringt, in Form eines Kreises auf die gegenüberliegende Fläche auffällt, ist eine allen geläufige Tatsache. Dies erblickt man unter rissigen Dächern, in Kirchen mit durchlöchernten Fensterscheiben, und ebenso unter jedem Baume. Von der wunderbaren Erscheinung dieser Sache angezogen, haben sich die Alten um die Erforschung der Ursachen Mühe gegeben. Aber ich habe bis heute noch keinen gefunden, der eine richtige Erklärung geliefert hätte.*“

Er baut 1620 eine transportable Camera Obscura und prägt Ende des 16. Jhd. den Ausdruck "Camera Obscura". Er verwendet ein



Abbildung 23: Kepler



Abbildung 22: Quadratur des Kreises aus „Mutat quadrata rotundis“. Die hier dargestellte Quadratur des Kreises aus dem Jahr 1647 ähnelt der scheinbaren Paradoxie von Bild und Lochform.

drehbar gelagertes Zelt, wobei er eine Röhre mit einer Sammellinse durch ein Loch der Wandung steckt und das projizierte Bild nachzeichnet. Kepler überliefert zwei

Vorstellungen: Erstens: Ein leuchtender Punkt strahlt radial in alle Richtungen. Zweitens: Eine leuchtende Fläche kann als Ensemble unendlich vieler Punkte angesehen werden. So gesehen entwirft jedes von den Punkten der Lichtquelle ausgehende, vom Loch begrenzte Lichtbündel auf dem Schirm ein eigenes Bild des Loches. In der Überlagerung sämtlicher Bilder des Loches entsteht ein hybrides Gebilde, das der Form der Lichtquelle (des Loches) umso ähnlicher wird, je kleiner (je größer) das Loch und/oder je entfernter (je näher) der Schirm ist. Dadurch gelingt es ihm, den scheinbaren Widerspruch zwischen der „Geradlinigkeit der Lichtausbreitung“ und der bis dahin angenommenen „Krümmung des Lichtes“, wie sie in kreisförmigen Sonnentälern angeblich zum Ausdruck kommt, aufzulösen und eine rein geometrische Erklärung zu liefern. Dieser Paradigmenwechsel 1679 kommt einer optischen Revolution gleich und

Camera Obscura mit einem Spiegel, der im Winkel von 45° zur Linse angeordnet ist und das Bild auf einen Zeichentisch projiziert. Diese elegante Anordnung entspricht im Prinzip einer modernen Spiegelreflexkamera.

1679 konstruiert **Robert Hooke** (1635 – 1703), ein Schüler von Boyle, ebenfalls eine transportable Camera Obscura.

Johann Zahn verbessert den Entwurf von Sturm und liefert 1685 in seinem *Werk*

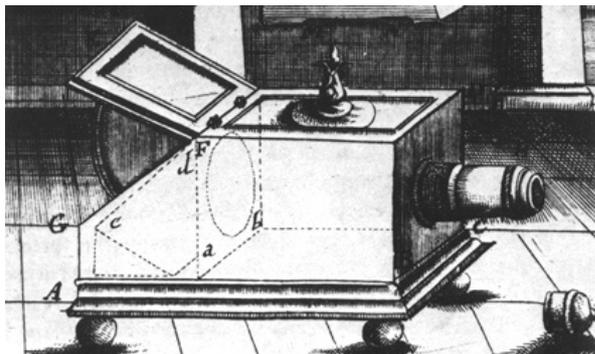


Abbildung 28: Lochkamera von Johann Zahn

„*Oculus Artificialis Teledioptricus*“ nicht nur die erste Beschreibung einer Spiegelreflexkamera sondern auch die Konstruktion einer „galileischen“ Teleskoplinse, die den Prinzipien einer modernen Teleskoplinse entspricht. Er benutzt verschiedene Objektive mit unterschiedlichen Brennweiten und gibt seiner Kamera innen einen schwarzen Anstrich um Reflexionen zu vermindern. Bis auf den mechanischen Verschluss stellt Zahns Kamera den Prototyp der heutigen Kameramodelle dar.



Abbildung 29: Lochkamera von 1769

Christian Huygens (1629-1692)

baut nicht später als 1659 in Holland die erste Projektionslampe,

allerdings ohne viel Aufsehen darum zu machen. Er beschäftigt sich

mit der Wellennatur des Lichts und experimentiert mit unterschiedlichen

Glassorten. Es wird angenommen, daß er 1677 die erste achromatische Linse herstellt.

Erst 1730 greift **Chester More Hall** in England diese Idee auf und entwickelt aus der Kombination von Flint- und Crown Glas ebenfalls achromatische Linsen.

Obwohl diese Linsen aus Gründen der Geheimhaltung bei unterschiedlichen Herstellern bestellt werden gelangen sie zu dem gleichen Linsenschleifer

Georg Bass, der realisiert worum es dabei geht. 20 Jahre lang behält er das Geheimnis für sich bevor er John Dolland davon erzählt, der 1759 seinen eigenen Achromaten baut und zum Patent anmeldet.

1704 gibt **Sir Isaac Newton** in seinem Werk „*Opticks*“ eine Erklärung des Prinzips einer Camera Obscura mit Konvexlinse und setzt sie in Analogie zum Auge.



Abbildung 30: Christian Huygens



Abbildung 31: Nicephore Niepce

Ebenfalls 1704 gibt es einen Eintrag zur Camera Obscura in *John Harris's Lexikon Technikum* und der Hinweis, dass Lochkameras in London verkauft werden.

1727 zeigt Johann Heinrich Schulze (1684-1744), dass die Schwärzung von Silbernitrat auf Lichteinfluß zurückzuführen ist.

1770 entdeckt Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) nicht nur die Lichtempfindlichkeit von Silberchlorid sondern auch, dass geschwärztes Silberchlorid durch Ammoniak unlöslich wird und damit fixiert wird.

1772 baut **Joseph Priestley** eine kleine und eine große Camera Obscura.

1793 erscheint der erste Bericht von **Claude** (1763-1828) und **Joseph Nicéphore Niepce** (1765-1833) aus Caligari in Italien über die Idee, Bilder auf chemischem Weg zu fixieren. 1798 werden Experimente zur Fixierung durchgeführt.



Abbildung 33: Niepce: Der Kardinal Amboise, 1826



Abbildung 32: Niepce: Die erste Fotografie, 1827

1799 experimentiert der Chemiestudent Thomas Wedgwood (1771-1805) mit Silbernitrat und stellt sogenannte Naturselbstdrucke her, d.h. Kontaktkopien von organischen Strukturen.

Die Fixierung scheitert. Seine Ergebnisse publiziert er 1802 zusammen mit Humphrey Davy.

1816 macht Joseph Nicéphore Niepce, der 1826 als Entdecker der Photographie in die Geschichte eingeht, Experimente mit der Camera Obscura und Silberpapier. Wegen der fehlenden Rückführung unverbraucher Silbersalze



Abbildung 34: Daquerre dunkeln diese Aufnahmen nach. Louis Jacques Mandé Daquerre entwickelt eine Methode mit Asphaltlack auf Zinnplatten, die er zunächst zur Kopie von Stichen einsetzt. 1827 kombiniert Niepce diese Methode mit der Camera Obscura und arbeitet ab 1829 mit Daquerre zusammen bis er im Jahre 1833 stirbt.

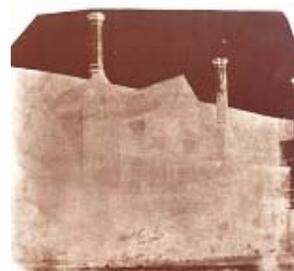


Abbildung 35: Talbot: Lacock Abbey, 1835

W.H. Fox Talbot benutzt die Camera Obscura zur Anfertigung halt-

barer Bilder. Im Sommer **1835** fertigt er zunächst sogenannte Photogramme („photo-



Abbildung 36: Talbot

genic drawings“), d.h. Kontaktkopien pflanzlicher Strukturen u.Ä. auf mit Silberchlorid imprägniertem Papier, die mit Hilfe einer sehr starken Kochsalzlösung fixiert werden. Die berühmten Photographien von Lacock Abbey werden im August 1835 mit einer Lochkamera aufgenommen. Am 25. Januar 1839 erfährt er erstaunt, daß das Daquerreverfahren (Jodsilberdämpfe werden in Quecksilber entwickelt) am 7. Januar 1839 ohne Einzelheiten bekannt gegeben wurde und meldet daraufhin seine eigene Entdeckung der Royal Institution. Der Januar 1839 gilt somit als Sternstunde der Photographie, da seitdem nicht nur ein Bild eingefangen werden kann sondern auch die irreversible

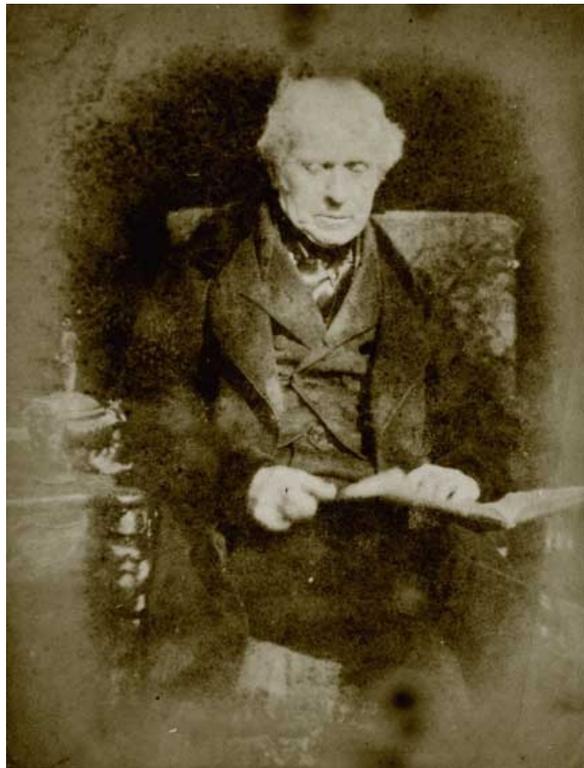


Abbildung 37: Calotypie von Hill: „Sir David Brewster“

Schwärzung proportional zur Lichtmenge gelingt.

Im September 1840 verbessert Fox Talbot sein Verfahren mit Chlorsilberpapier im Negativ-Positiv Prozess und einer Fixierung mit Kochsalz und entwickelt die Calotypie, wodurch sich die Belichtungszeit auf 10-20 Sekunden verkürzt. Im gleichen Jahr entwickelt Bayard das erste Direktpositivverfahren auf Papier und **John Gooddard** gelingt es, die Lichtemp-



Abbildung 38: Talbot und Brewster

findlichkeit der Daquerreotypien durch Behandlung mit Brom und Jod weiter zu verbessern, so daß sich auf dieser Grundlage seit **1841** der boomende Zweig der professionellen Portraitphotographie entwickeln kann. Daquerreotypien sind auf dem europäischen Kontinent und Amerika weit verbreitet, in England wird das Verfahren wegen Patentschutz und hoher Lizenzgebühren durch den Lizenznehmer Richard Beard so gut wie gar nicht umgesetzt. In den 50er Jahren gibt es kaum noch Daquerrotypien und im Jahre 1860 gilt das Verfahren bereits als überholt.

Der schottische Wissenschaftler **Sir David Brewster (1781-1868)** arbeitet mit der Camera Obscura und prägt **1856** im angelsächsischen den Begriff „Pin-Hole“. Er bevorzugt die Calotypie gegenüber der Daquerrotypie insbesondere wegen der Vervielfältigbarkeit.

Weitere frühe Photographen, die mit der Lochkamera arbeiten sind Sir William Crookes, John Spiller, William Wiveleslie Abney und der englische Archäologe **Flinders Petrie (1853-1942)**, der sie ab 1880 bei seinen Ausgrabungen in Ägypten einsetzt. Die

Kamera von Petrie verfügt über eine einfache Linse vor der Lochöffnung.

Josef Petzval (1807-1891) ist vermutlich der erste, der Mitte des 19. Jahrhunderts beginnt,

eine Formel zur Bestimmung des optimalen Lochdurchmessers für beste Schärfeleistung zu entwickeln. Diese Arbeit wird später von dem Britischen Nobelpreisträger **Lord Raleigh (William Strutt) (1842-1919)** verbessert und die Ergebnisse 10-jähriger Studien **1891** in seinem Buch „Nature“ veröffentlicht. Die Gleichung ist bis heute gültig, auch wenn danach weitere Gleichungen veröffentlicht wurden, die sich aus der Formel von Raleigh herleiten.

Formel nach Raleigh für optimale Schärfe:

$$d = 1,9 \sqrt{f \times l}$$

d = Lochdurchmesser (für Objektentfernung >1m)
 f = Auszug
 l = Wellenlänge des Lichtes (z.B. gelb- grün: 550 nm bzw 0,00055 mm)

In den 90er Jahren des 19.Jhd. wird die Photographie mit der Lochkamera populär und entsprechende Kameras werden in Europa, den USA und Japan verkauft. Die erste kommerzielle Lochkamera wird **1887** von **Dehors und Deslandres** in Frankreich entwickelt. Diese Kamera verfügt über eine drehbare Scheibe mit sechs Lochöffnungen, angeordnet in drei Paaren von ähnlicher Größe. Eine amerikanische Firma baut den „Ready Photographer“ mit Faltbalg, einer Trockenplatte und einer Lochblende aus Blech. Ebenfalls aus Amerika kommt „the Glen Pinhole Camera“ mit sechs Trockenplatten, Chemikalien, Schalen, einem Kopierahmen und rotem Papier für die Sicherheitsbeleuchtung. Im Jahre **1892** werden alleine in London 4000 Lochkameras („**Photonimbuses**“) verkauft von denen kein einziges Exemplar

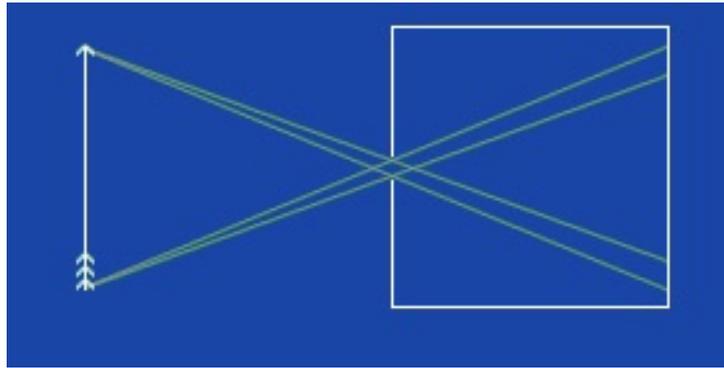


Abbildung 39: Warum eine Lochkamera unscharf ist

erhalten geblieben ist.

Eine Zeit lang wird die Lochkamera wegen ihrer Unschärfe von Piktoralisten (ca. **1890-1914**) benutzt und

findet dort einen Nischenplatz doch spätestens mit dem Ende des 1. Weltkriegs gilt die Lochkamera als überholt und wird durch preisgünstige kommerzielle Kameramodelle verdrängt. Weder das Bauhaus in Weimar noch andere künstlerische Strömungen messen ihr eine Bedeutung bei. Prof. Brehm aus weist in Amerika vereinzelt auf die Bedeutung der Lochkamera bei der Ausbildung von Studenten hin und entwickelt **1940** die Kodak-Lochkamera zum Selberbauen. Dadurch erwirbt die Fotografie mit der Lochkamera entgültig den Ruf einer primitiven Technik für Heranwachsende.

Eine Renaissance erlebt die Lochkamera in der Zeit von etwa 1965 bis 1975 und in den späten 90'er Jahren des 20.Jhd bis heute.

Die Lochkamera hat, allen technischen Verfeinerungen der Aufnahmegerate zum Trotz, ihren Reiz und ihre Bedeutung behalten und wird von Fotografen und Künstlern aus den unterschiedlichsten Gründen zum Einsatz gebracht .

so z.B.

- August Strindberg (1849-1912)
- Man Ray (1890-1976)
- Anselm Adams (1902-1984)

Heutzutage gibt es die Möglichkeit, entweder selber eine Lochkamera zu bauen, wobei die Bildschärfe entscheidend von der Güte der Lochöffnung abhängt oder eins der teuren kommerziellen Modelle zu erwerben.

Literatur

Deutschsprachig:

- Reinhard Merz und Dieter Findeisen: *Fotografieren mit der selbstgebauten Lochkamera*, Augustus Verlag, Augsburg, 1997, ISBN 3-8043-5112-3
- Peter Olpe: *Die Lochkamera - Funktion und Selbstbau*, Lindemanns Verlag, Stuttgart 1995, ISBN 3-928126-62-8
- Thomas Bachler: *Arbeiten mit der Camera obscura*, Lindemanns 2001, ISBN 3895062227
- Peter Olpe: *Lochkamera*. Lindemanns 2001. ISBN 3895061727
- Ulrich Clamor Schmidt-Ploch. *Die Lochkamera. Abbildungsoptimierung. Physikalische Hintergründe*. BoD GmbH, Norderstedt 2001. ISBN 3831112614
- Hans Knuchel, *Camera Obscura*, (1992), Lars Müller Edition, Baden, Switzerland ISBN 3-906700-49-6

Englischsprachig:

- Adam Fuss: *Pinhole Photographs* (Smithsonian Photographers at Work), Smithsonian Institution Press ISBN 1560986220
- Thomas Harding: *One Room Schoolhouses of Arkansas as Seen through a Pinhole*, University of Arkansas Press ISBN 1557282714 ISBN 1557282722
- John Warren Oakes: *Minimal Aperture Photography Using Pinhole Cameras*, ISBN 0819153702 & 0819153699
- Eric Renner, Center For Contemporary Arts Staff (Editor): *International Pinhole Photography Exhibition, Center for Contemporary Arts of Santa Fe*, ISBN 0929762010
- Eric Renner: *Pinhole Photography: Rediscovering a Historic Technique*, (Second edition, 1999), Focal Press, Butterworth-Heinemann, Newton, MA, USA ISBN 0-240-80350-7
- Jim Shull: *The Hole Thing. A Manual of Pinhole Photography*, Morgan & Morgan, Inc., New York 1974, ISBN 0-87100-047-4
- Lauren Smith, *Pinhole Vision I*, LBS Produc ISBN 0960779604
- Lauren Smith: *Pinhole Vision II*, LBS Produc ISBN: 0-96079612
- Lauren Smith: *The Visionary Pinhole*, Gibbs M. Smith, Inc., Peregrine Smith Books, Salt Lake City, 1985, ISBN 0-87905-206
- Philip Steadman: *Vermeer's Camera*, Oxford 2001, ISBN 0192803026
- Martha Casanave, *Past Lives*, (1991), David R. Godine, Boston, MA, USA ISBN 0-87923-872-0
- Thomas Harding, *One Room Schoolhouses of Arkansas as Seen through a Pinhole*, University of Arkansas Press ISBN: 1557282714 ISBN: 1557282722
- Ruth Thorne-Thomsen, *Within this Garden*, (1993), The Museum of Contemporary Photography, Columbia College, Chicago, Ill., USA ISBN 0-93026-30-3 Paper, 0-89381-549-7 Cloth
- Pinhole Journal, erscheint dreimal jährlich (April, August and Dezember) bei:

Pinhole Resource

Star Route 15, Box 1355

San Lorenzo, New Mexico 88041

Tel: (505) 536-9942 (membership: incl. curators, historians, educators, students, photographers, camera clubs etc.) Also sells cameras and other pinhole related items, such as books, drilled pinholes in various sizes, zone-plates, etc. Also run workshops.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Da Vinci: Seite aus dem Codex Atlanticus.....	2
Abbildung 2: Strahlengang der Camera Obscura.....	3
Abbildung 3: Sonnentaler.....	5
Abbildung 4: Aristoteles.....	5
Abbildung 5: Sir William Bragg: „The Universe of Light“, 1933.....	5
Abbildung 6: Euklid.....	5
Abbildung 7: Lukretius.....	6
Abbildung 8: Heron.....	6
Abbildung 9: Ptolemäus.....	6
Abbildung 10: Alhazen.....	6
Abbildung 11: Roger Bacon.....	7
Abbildung 12: Zeichnung einer Camera Obscura mit drei Lochöffnungen aus dem 13. Jhd. von R. Bacon.....	7
Abbildung 13: Alberti.....	7
Abbildung 14: Leonardo da Vinci.....	7
Abbildung 15: Toscanelli.....	7
Abbildung 16: Albrecht Dürer.....	8
Abbildung 17: Cardano.....	8
Abbildung 18: Gemma-Frisius.....	8
Abbildung 19: Darstellung der Camera Obscura nach Gemma-Frisius.....	9
Abbildung 20: Battista della Porta.....	9
Abbildung 21: Daniele Barbaro.....	9
Abbildung 22: Quadratur des Kreises aus „Mutat quadrata rotundis“.....	10
Abbildung 23: Kepler.....	10
Abbildung 24: Christoph Scheiner.....	11
Abbildung 25: Athanasius Kircher.....	11
Abbildung 26: Camera Obscura von Kircher.....	11
Abbildung 27: Sturm.....	11
Abbildung 28: Lochkamera von Johann Zahn.....	12
Abbildung 29: Lochkamera von 1769.....	12
Abbildung 30: Christian Huygens.....	12
Abbildung 31: Nicephore Niepce.....	12
Abbildung 32: Niepce: Die erste Fotografie, 1827.....	13
Abbildung 33: Niepce: Der Kardinal Amboise, 1826.....	13
Abbildung 34: Daquerre.....	13
Abbildung 35: Talbot: Lacock Abbey, 1835.....	13
Abbildung 36: Talbot.....	14
Abbildung 37: Calotypie von Hill: „Sir David Brewster“.....	14
Abbildung 38: Talbot und Brewster.....	14
Abbildung 39: Warum eine Lochkamera unscharf ist.....	15

Anmerkungen:

1: Aristoteles, *Problemata Physica*, 330 v.Chr.

#6: *Why is it when the sun passes through quadrilateral, as for instance in wickerwood, it does not produce figures rectangular in shape but circular ?*

#11: *Why is it that an eclipse of the sun, if one looks at it through a sieve or through leaves, such as a plane-tree or other broadleaved tree, or if one joins the fingers of one hand over the fingers of the other, the rays are crescent-shaped where they reach the earth? Is it for the same reason as that when light shines through a rectangular peep-hole, it appears circular in the form of a cone?*

W.S.Hett, transl.,
Aristotle, *Problemata Physica*, Book XV, Chapter 911bl
(Cambridge, MA: Loeb Classical Library, Harvard University Press, 1936),
333-335 & 341

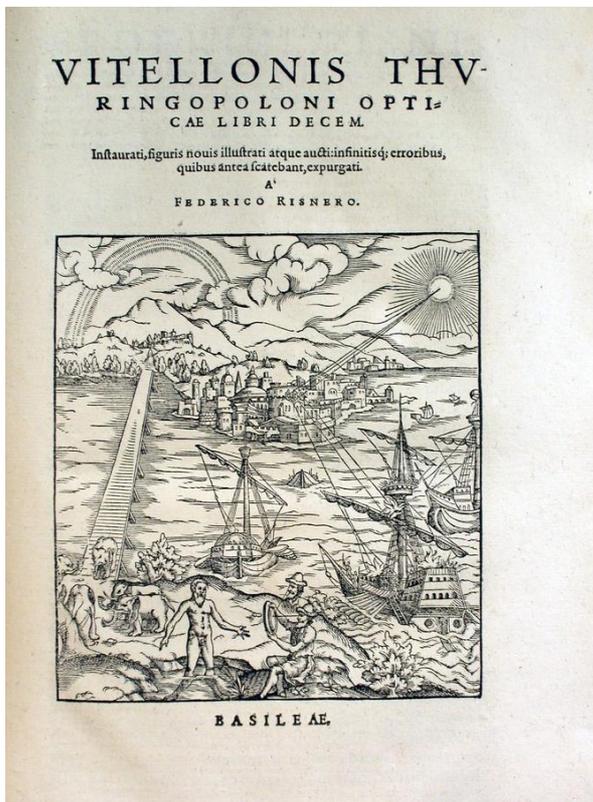
i : MoTzu (470-391 v.Chr)

CANON: The turning over of the shadow is because the crisscross has a point from which it is prolonged with the shadow.

EXPLANATION: The light's entry into the curve is like the shooting of arrows from a bow. The entry of that which comes from below is upward, the entry of that which comes from high up is downward. The legs cover the light from below, and therefor form a shadow above; the head covers the light from above, and therefor forms a shadow below. This is because at a certain distance there is a point which coincides with the light; therefor the revolution of the shadow is on the inside.

Angus C. Graham,
Later Mohist Logic, Ethics, Science
(London: School of Oriental and African Studies,
University of Hong Kong with University of London Press, 1978),
375-379

2 : Alhazen, *Optik*, Theorem 29, 1020 n.Chr



Light and colour penetrate transparent bodies searately: That lights and colours are not mixed in the air or in transparent bodies is shown by the following. When in one place several candles are put at various different points, all opposite an opening leading into a dark place (locus obscuras), with a wall or an opaque body opposite the opening, the light (luces) of these candles appear on the body or that wall separately and corresponding in number to the candles. Each one of them appears opposite one candle on a line passing through the opening.

Ibn al-Haitham, *Opticae Thesaurus* [1572],
ed. F. Risner, Basel, in
A.C.Crombie, „The Mechanistic Hypothesis and
the Scientific Study of Vision:
Some optical Ideas as a background
to the Invention of the Microscope“,
in *Historical Aspects of Microscopy*,
ed. S.Bradbury and G.L.E.Turner
(Cambridge, MA: Heffer and Son, 1967),
108-12

Anmerkungen:

ii Rerum Italicarum Scriptores (xxv296):

Alberti painted wonderful pictures, which were exhibited in some sort of small closed box, viewed through a very small aperture. The pictures showed marvelous verisimilitude; one picture was nocturnal, showing the moon and stars, the other diurnal, showing a day scene.

James Waterhouse,
„Camera Obscura“,
in Encycopaedia Britannica (New York:
Encycopaedia Britannica Company, 1910),
102

iii Leonardo da Vinci (1452-1519):

If you transmit the rays of the sun through a hole in the shape of a star you will see a beautiful effect of perspektive in the spot where the sun's rays pass.

Leonardo [C.7a (9b)]

Only one line of the image, of all those that reach the visual power, has no intersection; and this has no sensible dimensions because it is a mathematical line which originates from a mathematical point, which has no dimensions. According to my adversary, necessity requires that the central line of every image that enters by small and narrow openings into a dark chamber shall be turned upside down, together with the images of the bodies that surround it.

Leonardo [W. 19152a]

That I must first show the distance of the sun from the earth; and, by means of a ray passing through a small hole into a dark chamber, detects its real size; and besides this, by means of the aqueous sphere calculate the size of the globe.

Leonardo [Leic. Ia]

A method of seeing the sun eclipsed without pain to the eye. Take a piece of paper and pierce holes in it with a needle, and look at the sun through these holes.

Leonardo [Trib. 6b]

The edges of a color transmitted through a small hole are more conspicuous than the central portions.

Leonardo [C.A. 190a]

An experiment, showing how objects transmit their images or picture, intersecting within the eye in the crystalline humour. This is shown when the images of illuminated objects penetrate into a very dark chamber by some small round hole. Then, you will receive these images on a white paper placed within this dark room and rather near to the hole, and you will see all the objects on this paper in their proper forms and colors, but much smaller...and let the little perforation be made in a very thin plate of iron.

Leonardo [D. 80]

What difference is there in the way in which images pass through narrow openings and through large openings, or in those which pass by the sides of shaded bodies? By moving the edges of the opening through which the images are admitted, the images of immovable objects are made to move.

Leonardo [W. 19149a]

I say that the front of a building – or any open piazza or field – which is illuminated by the sun has a dwelling opposite to it, and if, in the front which does not face the sun, you make a small round hole, all the illuminated objects will project their images through that hole and be visible inside the dwelling on the opposite wall which should be made white; and there, in fact, they will be upside down, and if you make similar openings in several places in the same wall you will have the same result from each. Hence the images of the illuminated objects are all everywhere on this wall and all in each minutest part of it. The reason, as we clearly know, is that this hole must admit some light to the

Anmerkungen:

said dwelling, and the light admitted by it is derived from one or many luminous bodies. If these bodies are of various colors and shapes the rays forming the images are of various colors and shapes, and so will the representations be on the wall.

Leonardo [C.A. 135b]

Leonardo da Vinci,
The Notebooks of Leonardo da Vinci,
ed. Jean Paul Richter (New York: Dover Publications, 1970).
Leonardo's contributions to pinhole optics are in the following Manuscripts:
D. 8a; A. 64b; Br. M. 174b; W. 19152a and b; D. 5r; A. 9b; C. A. 190a; A. 9b;
W. 19150b; A. 42b; C. A. 135b; W. 19149a; B. N. 2038. Dürer
Triv. 6b; F. 5a; C. 6a; Leic. 1a; C. 7a (9b); W.19148b; C.A. 204b.

iv Albrecht Dürer „Underweysung der messung mit dem zirckel un richtscheyt“ (1525)

[I travelled to Italy] to learn the secrets of the art of perspective from a man who is willing to teach me.

Perspective is a Latin word meaning „Seeing through“ [seeing through the small aperture]. To this same „seeing through“ belongs five things.

- 1. The first is the eye that sees.*
- 2. The second is the object seen.*
- 3. The third is the distance between (eye and object).*
- 4. The fourth; one sees everything by means of straight lines, that is to say the shortest lines.*
- 5. The fifth is the dividing from one another of the things seen.*

William Martin Conway,
The Writings of Albrecht Dürer
(New York: Philosophical Library, 1958),
208

3: Giovanni Battista Della Porta, *Magiae Naturalis Libri* (III, vol.4, Porta, Naples, Italy, 1558)

Obwohl das Prinzip der Bildenstehung durch kleine Öffnungen zuvor bereits beschrieben wurde. erscheint es hier erstmals im Zusammenhang mit der Camera Obscura.

CHAP. VI.

Other operations of a Concave-Glass.

Before I part from the operations of this Glass, I will tell you some use of it, that is very pleasant and admirable, whence great secrets of Nature may appear unto us. As,

To see all things in the dark, that are outwardly done in the Sun, with the colours of them.

You must shut all the Chamber windows, and it will do well to shut up all holes besides, lest any light breaking in should spoil all. Onely make one hole, that shall be a hand's breadth and length; above this fit a little leaden or brasse Table, and glew it, so thick as a paper, open a round hole in the middle of it, as great as your little finger: over against this, let there be white walls of paper, or white clothes, so shall you see all that is done without in the Sun, and those that walk in the streets, like to Antipodes, and what is right will be the left, and all things changed; and the farther they are off from the hole, the greater they will appear. If you bring your paper, or white Table neerer, they will shew less and clearer; but you must stay a while, for the Images will not be seen presently: because a strong similitude doth sometimes make a great sensation with the sense, and brings in such an affection, that not onely when the senses do act, are they in the organs, and do trouble them, but when they have done acting, they will stay long in them: which may easily be perceived. For when men walk in the Sun, if they come into the dark, that affection continues, that we can see nothing, or very scantily; because the affection made by the light, is still in our eyes; and when that is gone by degrees, we see clearly in dark places. Now will I declare what I ever concealed till now, and thought to conceal continually. If you put a small centicular Crystal glass to the hole, you shall presently see

Ccc 2

364 NATURAL MAGICK. Book 17.

all things clearer, the countenances of men walking, the colours, Garments, and all things as if you stood hard by; you shall see them with so much pleasure, that those that see it can never enough admire it. But if you will

Basic books, Faksimile edition (1957)

Anmerkungen:

v Sir David Brewster :

Pictures thus taken are accurate representations of the object, whether it be lineal, superficial, or solid, as seen from or through the hole; and if we throw sufficient light upon the object, or make the material which receives the image very sensitive, we should require no other camera for giving us photographs of all size. The only source of error which we can conceive, is that which may arise from the inflexion of light, but we believe that it would exercise a small influence, if any, and it is only by experiment that this effect can be ascertained. The Rev. Mr. Egerton and I have obtained photographs of a bust, in the course of ten minutes, with a very faint sun, and through an aperture less than a hundredth of an inch; and I have no doubt that when chemistry has furnished us with a material more sensitive to light, a camera without lenses, and with only a pinhole, will be the favorite instrument of the photographer. At present, no sitter could preserve his composure and expression during the number of minutes which are required to complete the picture.

Sir David Brewster Sir David Brewster,
The Stereoscope: It's History, Theory, and Construction
(London:J.Murray, 1856),
136-137