Camera Obscura

Ein Besuch in Mülheim an der Ruhr

Susanne M. Hoffmann

Vortrag: 15. 07. 2010

Niederschrift: 22. 07. 2010

Susanne M. Hoffmann

service@urania-uhura.de

Tel.: +49 (0)176-320 841 92

Inhaltsverzeichnis

1 Was ist eine Camera Obscura? 1

2 Geschichte der Camera Obscura 2

2.1 Blüte in der Frühen Neuzeit 2

2.2 Frühere Erwähnungen 4

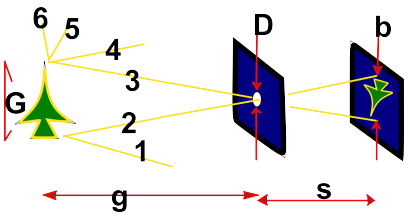
2.3 Nachfahren 5

3 Die Camera Obscura im Schlosspark Broich 6

1 Was ist eine Camera Obscura?

Als Camera Obscura bezeichnet man in erster Linie eine Lochkamera mit einer Linse. Der Begriff wird allerdings nicht immer so scharf verwendet – insbesondere bei Betrachtungen zur bildgebenden Vorrichtung wird mitunter auch die Lochkamera als eine (spezielle, einfachste) Form der Camera Obscura behandelt.

Die Bildentstehung in dieser Camera ist simpel: Licht trifft von außen auf eine Lochblende. Auf einem Schirm im Abstand d hinter dieser Blende entsteht ein umgekehrtes, reelles Bild.



Bildentstehung in der Lochkamera: Schema.

Am Objekt (links) „strahlt“ jeder Punkt in alle Richtungen Licht ab; Licht breitet sich geradlinig gleichförmig aus. Die Strahlen $1, 4, 5$ und 6 treffen die Kamera jedoch nicht; nur die Strahlen 2 und 3 sind für die Bildentstehung in der Kammer von Bedeutung. Da Strahl 3 von der Objektspitze ausgehend auf der Bildebene unten landet, Strahl 2 aber – vom Objektfuß ausgehend – oben landet, ist leicht einsichtig, dass auf dem Schirm ein umgekehrtes Bild entsteht.

Aus der Abbildung wird auch einsichtig, wie sich die Bildentstehung in der Lochkamera berechnen lässt: Gemäß dem Strahlensatz gilt für die

$$\text{Bildhöhe } b = \frac{D}{g}(g + s).$$

Der Schirm muss also im Abstand s von der Lochblende stehen, um ein scharfes Bild zu zeigen. Abhängig von der Gegenstandsweite g empfiehlt es sich also entweder, den Schirm beweglich zu lagern und/ oder mit einer Linse im Loch die Bildebene zu verschieben.

Ebenfalls aus dem Strahlensatz ergibt sich die Bildhöhe b in Abhängigkeit von der Höhe des Originals und seinem Abstand zur Lochblende:

$$\text{Bildhöhe } b = \frac{G}{g}s$$

2 Geschichte der Camera Obscura

Anwendungen der Camera Obscura gab es vor allem in der Malerei, der Optik, Astronomie und Physiologie. Daher erlebte sie ihre größte Blüte in der frühen Neuzeit, also ungefähr im 16. bis 18. Jahrhundert. Ich will hier die bedeutendsten Anwendungen und Erkenntnisse zusammentragen und anschließend ihre Vorläufer und Nachfahren ansprechen.

2.1 Blüte in der Frühen Neuzeit

Die ersten ausführlichen Experimente und Anwendungen der Camera Obscura werden Leonardo da Vinci zugeschrieben. Bis zur Moderne, in der sich diese Sichtweise aufgrund der sichereren Dokumentation durch Fotografie und Film ändert[1], ist die visuelle Kunst bestrebt, die Natur möglichst originalgetreu wiederzugeben. Die Lochkamera und die Camera Obscura bieten dafür eine exzellente Hilfe: Wenn das Bild auf die Leinwand projiziert ist, dann muss der Maler es nur noch nachzeichnen. Die Optik ist also eine Zeichenhilfe.

Ebenfalls ein vieldiskutiertes Thema der Wissenschaften ist die Funktionsweise des Auges. Bereits seit der Antike gab es zahlreiche Theorien, wie das Sehen funktioniert. Das ist einerseits wichtig für die Medizin, um Fehlsichtigkeiten zu korrigieren und Krankheiten heilen zu können. Andererseits interessiert sich aber auch die Kunst dafür, wie im Auge ein Bild entsteht, weil man im Falle dieses Verständnisses das Auge auch besser täuschen kann: Die Bilder könnten dann noch realistischer gefertigt werden.

Weitere Einsatzmöglichkeiten sind optische Tricks, die es bereits vor der Erfindung des Films gab, vor allem im Theater. In der Ausstellung im Broicher Wasserturm wird dazu ein Bild gezeigt: Da sieht man die Darstellung eines Geistes, gegen den der Ritter kämpft, um seine Prinzessin zu retten. Das Bild eines verhüllten anderen Schauspielers wird aus dem Bühnenkeller mit einem Spiegel auf die Bühne projiziert.

Physiologie und Optik. Unabhängig voneinander haben Leonardo da Vinci und Johannes Kepler das Auge mit einer solchen Kamera verglichen. Im Analogieschluss

[1] siehe vor allem die Philosophie Adornos

sind sie der Meinung, dass das Auge wie die Camera Obscura funktioniert. Die Camera Obscura oder vielmehr die Bildentstehung in der Linse wird erstmalig vollständig korrekt von Kepler (1604) beschrieben. Ansätze gibt es bereits bei della Porta, vor allem in der zweiten Auflage seiner Magia Naturalis von 1589 – in der ersten Auflage von 1558 findet sich ebenfalls ein (kürzerer) Abschnitt über die Lochkamera und die Lochkamera mit einem Hohlspiegel.[2]

Man kann also resümieren, dass erst Kepler die Linse wirklich verstanden hat und dass er damit auch die Camera Obscura und das Auge korrekt beschrieben hat.

Im Laufe dieses 17. Jahrhunderts gab es allerdings weitere systematische Experimente mit Linsen, insbesondere auch mit den Augenlinsen von frischen Leichen und Kadavern. Genannt werden sollte in diesem Zusammenhang die Jahreszahl 1657, da Kaspar Schott in jenem Jahr seine Untersuchungen anhand von Ochsenaugen publizierte und die Analogie der Camera Obscura und dem Auge endgültig nachwies.[3]

Astronomie. Astronomische Beobachtungen gab es natürlich ebenso zahlreich: Vor allem für Sonnenbeobachtungen ist das praktisch, denn die Sonne ist im Vergleich zu den anderen Himmelsphänomenen so unglaublich hell. Daher kann man sie nicht gut im Teleskop beobachten, denn die große Helligkeit würde ungedimmt (durch Filter) die Augen erblinden. Bei einer Lochkamera aber wird das Bild projiziert und mithin das Licht auf eine große Fläche verteilt. So ist die Beobachtung nicht nur ungefährlich, sondern außerdem – wie in der Malerei – leichter dokumentierbar: Astronomen sind schließlich nicht unbedingt mit zeichnerischem Talent gesegnet. Mithin ist die Projektionstechnik, bei der man das Bild nur nachzeichnen muss, eine wichtige Erleichterung der wissenschaftlich korrekten Beobachtung.[4]

Nach dem selben Prinzip ist auch die Beobachtungen von Transits mit der Camera Obscura ein beliebtes Target. Mir sind vor allem Berichte über die Merkurtransits und (partielle) Sonnenfinsternisse bekannt: Beginnend bei Thales von Milet, der die Sonnenbildchen im Schatten eines Baumes beobachtet haben soll[5], bis hin zu Gemma-

[2] Michael J. Gorman: Projecting Nature in Early-Modern Europe, in: [Lefèvre, 2007, S. 42]

[3] Norman Wenczel: The Optical Camera Obscura II, in: [Lefèvre, 2007, S. 24]

[4] Die Projektionsmethode ist auch heute noch eine beliebte Technik für Sonnenbeobachtungen: Ein Blatt Papier wird auf einen Schirm gelegt. Dann muss man nur noch den Sonnenrand und die Sonnenflecken nachzeichnen.

[5] Sie entstehen dadurch, dass die Spalte zwischen den Blättern wie eine Lochkamera wirken.

Frisius, der im 16. Jh. von einer Sonnenfinsternisbeobachtung in einer Camera berichtet. Ich will jedoch nicht ausschließen, dass auch die Venustransits 1761 und '69 mit Camerae Obscurae beobachtet worden sind.

Im 17. Jahrhundert wurden auch andere Dinge mit der Camera Obscura beobachtet; sie war parallel zum Teleskop ein wichtiges Beobachtungsinstrument. Eindeutige Berichte über ihre Verwendung gibt es z. B. von Reinerus Gemma-Frisius aus dem 16. Jahrhundert und dann sehr zahlreich aus dem 17. Jahrhundert: Johannes Kepler wollte einen Merkurtransit (1607) beobachten, doch glaubt man heute, seine Beobachtung neu auswertend, dass er einen besonders großen Sonnenfleck gesehen hat. Christopher Scheiner hat seine „Dunkle Kammer" nicht nur mit einer Linse, sondern mit einem Teleskop ergänzt und die Vorrichtung „Helioscope" oder „Pantograph" genannt.[6] In der mythischen Sprache des Athanasius Kircher[7] bilden sich derartige Verfahren daher als *natura pictrix*, der „Malerin Natur" ab – also einer Vorstufe zur Lichtzeichnung (photo-graphie). Diese Inszenierung der Natur als Künstlerin und Gestalterin kulminiert bei Winterschmidt[8], der 1769 ein Sonnenbild in ein großes Auditorium projiziert: Schattentheater mit Fliegen und anderem Kleinen nehmen hier die Filmdramaturgie der 1920er vorweg.

Man kann auch den Mond damit beobachten und Helligkeitsschätzungen von Gestirnen vornehmen. Insbesondere photometrische Messungen der Mondhelligkeiten und ihren Vergleich mit hellen Gestirnen lässt sich aufgrund der Flächigkeit des Objektes am besten mit optischen Hilfsmitteln realisieren.

2.2 Frühere Erwähnungen

Im *Buch der Optik* des großen arabischen Universalgelehrten al-Ḥaytham, das das gesamte Mittelalter und vor allem die christliche Neuzeit beeinflusste, wird zwar eine bahnbrechend neue Theorie des Sehens entwickelt. Die Analogie zur Camera Obscura schließt der große Gelehrte jedoch nicht. Die arabische Vokabel für die „Dunkle Kammer", *al-bayt al-muẓlim*, kommt zwar in Buch 1, Kapitel 3 wiederholt vor. Er beschreibt hier ausführlich eine Sonnenbeobachtung mit der Lochkamera und auch

[6] Michael J. Gorman: Projecting Nature in Early-Modern Europe, in: [Lefèvre, 2007, S. 29 ff]
[7] ebd., [Lefèvre, 2007, S. 45]
[8] ebd., [Lefèvre, 2007, S. 48]

nächtliche Beobachtungen damit, indem er systematisch eine Kerze betrachtet und die Bildumkehr korrekt feststellt. Von Linsen ist jedoch keine Rede.

Diese Stelle, Kapitel 1 bis 3 wurden jedoch (wahrscheinlich) nicht ins mittelalterliche Latein übersetzt und trugen folglich sicher wenig zum christlichen Weltbild bei.[9]

Unstrittig scheint jedoch derzeit in der Geschichtsforschung, dass Roger Bacon (13. Jh.) Alhazen rezipierte und von diesem umfangreich inspiriert wurde. Ob er die Idee zur Brille jedoch von diesem hatte, ist nicht überliefert. Die Theorie des Sehens von al-Ḥaytham, nach der die Dinge ein „pneuma“ (Licht-Luft-Gemisch) aussenden, das vom Auge empfangen wird, durchbricht jedenfalls das aristotelesche Dogma und weist bereits den Weg zur modernen Sehtheorie. Alḥaytham glaubte, dass jeder Punkt im Auge das gesamte Bild des Objekts „kennt“ und irrte mithin. Allerdings ist in seiner Zeit bereits die Umkehrung[10] des Bildweges ein Durchbruch, der auch zunächst in beiden Kulturkreisen zwei Jahrhunderte braucht, um Leser zu finden (Bacon und al-Fārisī).

2.3 Nachfahren

Die Camera Obscura kann also optisch als Vorläufer des Teleskops gesehen werden, da sie wie das *Fern*rohr dazu benutzt wird, ferne Objekte in der Landschaft und am Himmel „live“ zu beobachten. Insbesondere bei sehr hellen und sehr großen Objekten, bei denen die direkte Beobachtung durch ein Teleskop entweder nicht gut realisierbar oder gesundheitsschädigend ist, eignet sich eine Projektionsmethode, wie sie die Camera Obscura bietet.

Ihr Einsatz in Sälen für ein großes Publikum lässt sich auch künstlerisch inszenieren und bereichert die Theatertechnik. Sehr kleine Objekte (kleine Puppen, Fliegen u. a.) können auf diese Art vergrößert (leinwandfüllend) dargestellt werden. Insofern ist die Camera Obscura auch eine Art Mikroskop, also Vorrichtung zur Sichtbarmachung des Kleinen.

Gleichzeitig kann die Camera Obscura auch als Vorläuferin von Film- und Foto-Kamera betrachtet werden, denn wie in diesen wird das Bild eines Äußeren auf eine

[9] A. I. Sabra: Alhazens Optics in Europe (...), in: [Lefèvre, 2007, S. 53–57]

[10] Nach Aristoteles sendet das Auge Sehstrahlen aus und „scannt“ die Objekte.

Wand in einem Kasten abgebildet – nur dass die Camera Obscura das Bild dort nicht automatisch aufzeichnet und in stehenden oder laufenden Bildern archivierbar macht. Am nächsten verwand mit dem Fotoapparat ist gewiss Hookes „tragbare“ Camera, deren Praktikabilität allerdings fraglich ist. Der Ansatz jedenfalls, sich einen Kopfhelm mit gewaltiger „Nase“ überzustülpen, mit dessen Hilfe man „mal eben schnell“ ein schönes Bild in der Landschaft skizzieren können sollte,[11] entspricht im Grunde einer modernen Anwendung der Fotografie.

11. Jh.	Ḥaṣān bin al-Haytham	*Kitāb al-manāẓir*
13. Jh.	al-Fārisī	Kommentare zum *Kitāb al-manāẓir*
13. Jh.	Roger Bacon	*De Multiplicatione Specierum*
16. Jh.	Leonardo da Vinci	*Codex Atlanticus* und *Manuscript D*
1545	Reinerus Gemma-Frisius	*De Radio Astronomica et Geometrica*
1589	Giambatista della Porta	*Magia Naturalis*
1604	Johannes Kepler	*Ad Vitellionem Paralipomena*
1607	Johannes Kepler	*Phaenomenon singulare* (Merkurtransit)
1604/ 11	Johannes Kepler	Essay 1604 und *Dioptrice*, 1611
1626–30	Christopher Scheiner	*Rosa Ursina Sive Sol* (Sonne)
1637	René Descartes	*Dioptriques*
1646	Athanasius Kircher	*Ars Magna Lucis et Umbrae*
1694	Robert Hooke	portable Camera Obscura: „picture box“
1698	Constantijn Huygens	*Kosmotheoros* (Beob.)
1769	A. W. Winterschmidt	*Solar microscope show*

Tabelle 1: Die Geschichte der Camera Obscura tabellarisch.

3 Die Camera Obscura im Schlosspark Broich

Im Ruhrgebiet befindet sich die derzeitige Superlative: die weltweit größte begehbare Camera Obscura. Sie ist im Wasserturm am nordwestlichen Ende des Schlossparks von Broich installiert. In dem Turm befindet sich eine Ausstellung zur Filmgeschichte und so wird auch diese Camera als Vorläufermodell der Foto- und Filmkamera inszeniert. Genauso gut könnte die Camera aber auch als Vorläuferin des Teleskops gesehen

[11] Norma Wenczal: The Optical Camera Obscura II, in: [Lefèvre, 2007, S. 15]

werden und diese konkrete Installation erinnert auch in gewisser Weise an ein Periskop:

Abb.: Camera Obscura im Schlosspark Broich: links der Wasserturm; Mitte: der Projektionstisch im Hörsaal (innen); rechts: Spiegeloptik außen und seine Lichtschachtöffnung im Hörsaal.

Aus dem Turm ragt oben ein Rohr nach außen, in dem ein Spiegel untergebracht ist. Er spiegelt das Bild der Landschaft in den Turm, lenkt es gerade in den Schacht unter sich. Darin befindet sich eine Linse, die verstellbar gelagert ist, um auf verschiedene Bildtiefen zu fokussieren.

Danke. . .

. . . für die wunderschöne Exkursion, die vielen Anregungen und den Auftrag, dieses faszinierende Thema wieder aufzugreifen!

Literatur

[Lefèvre, 2007] Lefèvre, Wolfgang [Hrsg.]: Inside the Camera Obscura, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, 2007, Preprint 333

[Simonyi, 1997] Simonyi, Karoly: Kulturgeschichte der Physik, Verlag Harri Deutsch, 1997