Fotografie mit der Lochkamera

Industrielandschaft: zwei Versuche, Wirklichkeit fotografisch abzubilden. Das linke Foto wurde mit einer Spiegelreflex-Kamera gemacht – die bekannte, „normale" Art der Fotografie. Das rechte Foto wurde mit einer CAMERA OBSCURA gemacht, einer linsenlosen Lochkamera – die in ihren Möglichkeiten noch unbekannte, durchweg belächelte Art der Fotografie, oft nur verstanden als unzulängliche Vorstufe zur „richtigen" Fotografie.
Das rechte Foto also als Vorstufe zum linken? Oder nicht eher ein Foto, das nicht nur Wirklichkeit, sondern auch die Erfahrung mit dieser Wirklichkeit enthält?

„Eine Photographie der Krupp-Werke oder der AEG ergibt beinahe nichts über diese Institute. Die eigentliche Realität ist ins Funktionale gerutscht. Die Verdinglichung der menschlichen Beziehungen, also etwa der Fabrik, gibt die letzteren nicht mehr heraus. Es ist also tatsächlich ‚etwas aufzubauen', etwas ‚künstliches', ‚gestelltes'. Es ist also tatsächlich Kunst nötig."
Bertold Brecht

Fotografen gehen mit ihren Fotos auf die Wirklichkeit ein. Sie setzen sich mit ihr auseinander, sie ästhetisieren sie. Wenn mit der Fotografie Kritik an der Wirklichkeit geübt werden soll, so manifestiert sich diese Kritik zunächst im fotografischen Produkt, dem Foto. Mit allerlei verschiedenen Objektiven und Filtern, mit entsprechenden Fotopapieren und Chemikalien wird die Aufnahme zu dem, was sie sein soll.
Kreativität findet dabei zunächst im Kopf, vielleicht im Bauch statt: das Foto entsteht. Kreativität setzt dann wieder ein im Fotolabor. Das „dazwischen" bleibt ausgespart: die Kamera an sich wird als gegeben hingenommen. Das, was heute auf dem Markt ist an Spiegelreflexen, Zooms, Windern, Motoren, Ultraschall-Fokussierungen – es erscheint als technisch hochstehender, notwendiger und vor allem natürlicher Punkt in der Geschichte der Fotografie.
Daß dies nicht so ist, daß die Problematisierung der Apparate und der Selbstbau neuer, anderer Apparate zu einer neuen Art der Fotografie führen kann, das ist das Thema dieser mediendidaktischen Handreichungen.
Drei Spalten pro Seite, im Abendland von oben links nach unten rechts gelesen, zwingen uns dazu, etwas in einen deduktiven Rahmen zu bringen, was sich einem solchen Rahmen eigentlich widersetzt. Die CAMERA OBSCURA ist ein Thema mit ungeheuren Weitungen, ein Thema, das Problembereiche unterschiedlichster Ebenen streift: wie bohre ich ein gratfreies Loch in eine Aluminiumfolie – was bedeutet die Aufhebung der Zentralperspektive – wie bekomme ich einen Kasten optimal lichtdicht. – was heißt es eigentlich, die Entwicklung der Fotoapparate, die Entwicklung der Technik bis heute in Frage zu stellen?

© W&M 6/1981

Am Anfang war die Spielerei

Mit Experimenten fing es an: in vielen medien-didaktischen Werken zur Fotografie findet man Ausführungen zur Lochkamera. Also: Fotografie mit Hilfe eines lichtdichten Kastens, der statt mit einer Linse nur mit einem kleinen Loch versehen ist. Vorne ein Loch, hinten Fotopapier herein – es funktionierte nicht. Dies Bild war zu hell, jenes zu dunkel. Weiter experimentiert, einen Belichtungsmesser dazugenommen. Bald waren die Bilder fast immer richtig belichtet – aber warum?

Wir begannen zu verstehen, daß die Verhältnisse in der Camera Obscura ebenso *berechenbar* sind wie die Verhältnisse in der „normalen" Kamera *berechnet worden* sind – nur: in der „normalen" Kamera ist für uns berechnet worden, wir sehen nur das Endprodukt. Bei der Camera Obscura, der CO, mußten wir die Camera selber berechnen und stießen bald auf ein Thema mit Weitungen: warum ist die „normale" Kamera auf *eine* Perspektive festgelegt, warum hat sie einen so geringen Schärfentiefebereich, warum müssen alle Fotos immer so gestochen scharf sein, warum muß der Film in der Kamera immer plan liegen?

Ein Nachtrag zur Fotogeschichte

Die Fotografie ist kaum erfunden, da setzt eine bis jetzt laufende technische Entwicklung der Fotoapparate ein. Die einzelnen Komponenten des Gesamtsystems „Fotoapparat" – Linse, Verschluß, Sucher, Entfernungsmesser, Belichtungsmesser – werden verfeinert, miniaturisiert und schließlich zum Fotoapparat heutiger Prägung integriert. Höhepunkt ist derzeit das faszinierende Wort „Automatik": Belichtungszeit, Blende und Entfernung werden automatisch eingestellt – auch die Motivwahl geschieht bald automatisch: Weihnachten, Ostern, Geburtstag, Urlaub.

Der Fotograf wird erschlagen von der Vielfalt und Raffinesse der technischen Mittel, die ihm zur Verfügung stehen. Die physikalischen Grundlagen, wie Bilder überhaupt entstehen, kennt kaum noch jemand: das wird als Spezialproblem in das Gebiet der Wissenschaft abgedrängt und kann dort von denen sach- und fachgerecht verwaltet werden, denen es letztlich vor allem um Umsatz gehen muß. Zur Handhabung der Fotoapparate wird es stets unnötiger, den Apparat verstanden zu haben – ein Schritt, den die Fotografie in der Erwachsenenbildung wieder gehen muß. Denn: die Vielfalt und die hohen Preise der fotografischen Fachmarktikel behindern die Ausschöpfung der Möglichkeiten der Fotografie – mehr Geld für mehr Technik bedeutet nicht automatisch mehr Möglichkeiten.

Weniger kann mehr sein

Also: die Fotografie mit der Camera Obscura. Zuerst: alles in eine CO umbauen, was lichtdicht zu machen ist. Die erste CO war eine Teedose, die bereits recht interessante Bilder lieferte (s. S. VIII). Dann kamen die ersten selbstgebauten, aus Holz, mit auswechselbaren Cassetten, auswechselbaren Löchern. Die Bildebenen wurden geändert: weg von der planen Bildebene – die gebogene, gestaltete Bildebene hielt Einzug. Die Camera auf den Boden gestellt, ein Wassertropfen auf's Loch: ist das schon die Linse? Eine Blechdose als Camera, das Fotopapier auf dem Boden, die Dose voll Wasser: was passiert denn mit den Lichtstrahlen, wenn sie in der Camera durch's Wasser müssen? Die Camera mit 18 Löchern entstand: 18 kreisrunde Fotos auf einem Papier, wobei jedes Foto eine andere Perspektive der aufgenommenen Umwelt zeigt. Das Loch wurde exzentrisch angeordnet, schließlich ersetzte der Schlitz das Loch.

Abb. 3 Demonstration des Strahlenverlaufs. Aus „ars magna lucis et umbrae" (1646) von A. Kircher

Lauter Experimente, die entstanden aus einem Verbund von Kreativität und Kalkulation – denn sie waren und sind nur denkbar, wenn man sich mit den Grundlagen der Fotografie beschäftigt.

Landschaften wurden fotografiert: Bilder, die wie Träume sind, so weich gezeichnet. Schornsteine wurden fotografisch zum Einsturz gebracht, kleine Gegenstände konnten fotografisch vergrößert werden. Die Fotos, die allesamt recht lange belichtet werden mußten, gaben Bewegungen wieder, konnten auch Bewegungen weglassen: da sitzt man fünf Minuten in einem Menschengewirr auf einer Parkbank, und das entwickelte Foto zeigt doch nur einen menschenleeren Platz, auf dem man allein ist – denn abgebildet wurde nur, was gleichbleib während der Belichtung.

Die langsame Fotografie

So „nebenbei", „eben mal auf den Auslöser gedrückt", war diese Art des Fotografierens allerdings nicht zu machen.

Im Gegenteil: die CO–Fotografie zwingt zum bewußten Umgang mit dem Medium, ist langsam. Jede Camera macht zunächst nur *ein* Foto, dann muß man wieder in das Labor. Also wird jedes Foto *vorher* durchdacht, also macht man am besten Fotos in Gruppen – denn zusammen und arbeitsteilig geht's am besten. CO-Fotografie ist konzeptionelle Fotografie: erst denken, dann „knipsen". Mit der CO gewinnt man Gesprächspartner – die nicht glauben können, daß man mit diesen Kisten Fotos machen kann, Fotos, die mit keiner „normalen" Kamera gemacht werden können. So ein Gespräch führt dann manchmal weiter: vielleicht, ob das denn alles so gut war mit der Entwicklung der Technik, wie das bisher gelaufen ist.

Mit den wenigen langsamen Fotos wird auch die Bilderflut wohltuend eingedämmt. Lieber ein Weniger an beliebigen Fotos, dafür ein Mehr an solchen, die etwas aussagen über Denken, Gefühl und Erfahrung.

Vor Zufallstreffern waren und sind wir dabei glücklicherweise nie sicher. Jedes Foto ist bestimmt durch Kalkulation, Überraschung und Irritation.

Langsame Fotografie machte schließlich, etwa beim Versuch, mit den langen CO-Belichtungszeiten Portraits zu machen, auch den „Moment" wieder bewußter: daß er nur Teil ist eines viel komplexeren Beziehungsgefüges von Raum und Zeit *(s. auch S. XVI)*.

Technik in der Krise oder: Naturwissenschaft contra Kreativität

Aber leider, oder, vom Heute aus gesehen, glücklicherweise: Hindernisse waren zu überwinden. Da sollte man sich plötzlich (wieder) mit optischen Gesetzen befassen, da sollte man komplizierte Formeln anwenden, um den Bau einer Camera genau zu berechnen, um sie danach um so kreativer anwenden zu können – da sollte man die Möglichkeiten der CO genau kennenlernen, denn nur in Kenntnis der Produktionsmittel sollte wirkliche Kreativität entstehen, die nicht nur spontan sein wollte.

Da war eine Scheu gegenüber der Technik abzuwerfen. Da mußte differenziert werden zwischen der Wissenschaft und der Technik und dem, was aus ihr gemacht wurde. Denn eines war klar: nicht die optische Industrie hat die Bilder erfunden, sondern es ist das simple Loch, dem diese Ehre gebührt. Die Linse kam erst später und hatte vor allem den Sinn, durch Lichtbündelung hellere Bilder zu erzeugen. Der Ballast der komplizierten Präzisionstechnik kann also ohne Schaden abgeworfen werden. Bilder entstehen auch ohne Linsensysteme. Nur: der selbstgebaute Apparat zwingt zur Beschäftigung mit seinen Grundlagen. Und wirft eine Unzahl an Fragen auf, die für uns längst gelöst waren, es aber nicht sind: Was ist denn eigentlich „Licht"? Wieso kommt es auf dem CO-Foto zu Bildpunkten, die viel kleiner sind als der Lochdurchmesser? Also: keine Angst mehr vor der Beschäftigung mit der Naturwissenschaft. Die Auseinandersetzung mit dem, was Grundlage unserer Existenz ist, lohnt sich allemal, auch wenn sie für manchen gewiß noch oder bereits wieder ungewohnt ist.

© W&M 6/1981

Ein neuer visueller Zugang zur Realität

Fragen, die man sich bislang nicht oder zumindest nicht im Zusammenhang mit der Fotografie gestellt hat, werden aufgeworfen. Es ergeben sich – und das ist erstaunlich – aus einer Reduzierung des Ansatzes: Reduzierung der Technik bedeutet Erweiterung der gestalterischen Möglichkeiten, bedeutet neuen visuellen Zugang zur Realität.
Nachdem wir die wirklichen, heute verschütteten und allein im angelsächsischen Sprachraum noch ansatzweise bekannten Möglichkeiten der CO-Fotografie kennengelernt hatten, gewannen wir einen neuen, erweiterten Zugang zur Fotografie. Der Winder wanderte endgültig in die Ecke – nicht mehr das Bild sollte regieren, das *nach* zufälligen 36 „Schüssen" ausgewählt wurde, sondern das Nachdenken *vor* dem Fotografieren. Was will ich fotografieren, wie stehe ich im Denken und Fühlen dem Bildgegenstand gegenüber, welche Camera mit einer wie gestalteten Bildebene will ich benutzen? Gebogene Bildebenen, Weitwinkel-Aufnahmen mit einem Bildwinkel von bis zu 175 Grad (wobei Vertikalen vertikal bleiben), Ersetzen des Loches durch gekreuzte Schlitze, mit denen man Gebäude fotografisch zum Einsturz bringen kann, Abfangen des Lichtes an jeder beliebigen Stelle innerhalb des Kameragehäuses ohne Verlust von Schärfentiefe, Aufhebung der Zentralperspektive – und das alles angewendet auf die Fotografie der eigenen Umgebung.
Ein Schritt ist mit der Anwendung der CO-Fotografie getan – viele andere bleiben noch zu tun. Was ist etwa mit der Fotochemie? Muß das Fotopapier so aussehen, wie es ist?
Auch hier ist die CO ein Thema mit Weitungen: sie ist ein Anfang in einem Prozeß, der zum Hinterfragen von noch viel mehr führen sollte.

Schon heute verspricht die Fotografie mit der Camera Obscura uns einen neuen, weniger eingeengten Zugang zur Realität, verspricht eine größere Einheit von Einschätzung, Gefühl und Lust am Schaffen von Bildern.

CO und VHS

Die Beschäftigung mit der Camera Obscura ist eine Einführung in die Grundlagen der Fotografie. Durch Reduktion der komplizierten und zunehmend undurchschaubareren Technik wird Fotografie wieder nachvollziehbar, wird auch ihre Entwicklung durchschaubar und erst somit wirklich kritisierbar.
Das Verständnis für die Grundlagen der Fotografie erlaubt es, einen bislang ausgesparten Bereich in den fotografischen Ansatz einzubeziehen: den Fotoapparat selber. Selbstbau und Anwendung der CO erschließen neue Bereiche fotografischer Abbildung, machen auch die Implikationen angewandter Fototechnologie überhaupt bewußter. Kreativität setzt nicht erst im Fotolabor ein, sondern längst vorher.
Die Camera Obscura bietet dabei die Chance, auch durchgängige Trennung der gesellschaftlichen Bereiche, die ihre Fortsetzung findet im eigenen Denken, Fühlen, Handeln, in Frage zu stellen. Die CO bringt die Bereiche „Kunst, Kreativität, Freizeit" und „Mathematik, Naturwissenschaften, Technik" enger zusammen. Denkbar und wünschenswert wäre, wenn in einem Seminar zum Thema Kursleiter aus diesen verschiedenen Bereichen kooperieren würden, wobei auch Medienpädagogen einbezogen werden sollten. Die Autoren dieser Handreichungen jedenfalls haben in der Zusammenarbeit von Personen unterschiedlicher fachlicher Provenienz beim Thema Camera Obscura beste Erfahrungen gemacht.

Eine Premiere
oder: Warnung vor der Beschäftigung mit der CO

Für den, der sich intensiver mit der CO befaßt, hat dieses Thema „Laborcharakter":
Technik und Optik sind zu verstehen, anzuwenden; Fragen der Wahrnehmung tun sich auf, der Ökologie und der technischen Entwicklung; die Debatte um Kunst und Realismus, um die Trennung von Hand- und Kopfarbeit, um das Verhältnis von Denken, Fühlen und Erfahren ist wieder da.
Reduktion bedeutet Erweiterung: weniger kann mehr sein. CO-Fotografie zwingt dazu, sich mit den Grundlagen der Fotografie auseinanderzusetzen. Sie ist prozeßorientiert und fördert die Zusammenarbeit in der Gruppe. Sie befreit von den Zwängen „normaler" Kameras und zeigt, daß die als „normal" verstandene Art der Fotografie nur eine unter vielen möglichen ist. Sie macht die „normale" Fotografie nicht überflüssig, führt jedoch zu einem anderen Umgang mit diesem „Normalen".
Diese Handreichungen sind eine Premiere. Erstmals wird der Versuch unternommen, die Technik der Camera Obscura grundlegend zu beschreiben und dem vielen Halbwahren und Falschen etwas Richtiges entgegenzusetzen. Die CO-Fotografie wird reproduzierbar. Erstmalig – und das könnte der eigentliche Sinn dieser Handreichungen unter dem Aspekt ihrer Nutzbarkeit sein – wird die CO-Technik im Zusammenhang mit ihren gestalterischen Möglichkeiten betrachtet. Erst damit wird sie für den Einsatz in der Erwachsenenbildung wirklich brauchbar.

Zur Geschichte der Camera Obscura
oder: Was die Fotoindustrie uns gerne vergessen lassen möchte

Viele Fotobücher beginnen mit einer historischen Rückblende auf die Camera Obscura – einer Rückblende, die meistens ebenso kurz wie unvollständig, manchmal auch falsch ist. Zur Darstellung der Geschichte der Camera Obscura ist eine kommentierte Zitatensammlung am besten geeignet; sie endet in dem Zeitraum, als die Einführung der Linse die linsenlose Lochkamera verdrängt.
Die Fotoindustrie möchte uns heute gerne glauben machen, daß die Geschichte der Fotografie nur von ihr geschrieben wurde. Sie wird es in der Tat zunehmend. Aber das war nicht immer so, denn:

Es begann in 1001 Nacht

Die der Camera Obscura zugrundeliegende Erscheinung hat als erster Ibn al Hasan Ibn al Haitam, genannt Alhazen, geschrieben. Er lebte vor etwa 1000 Jahren in Kairo; seine Schrift „Über die Gestalt der Finsternis" war den abendländischen Gelehrten der Renaissance bekannt und diente ihnen als Vorlage.
Wir zitieren einige Texte aus diesem Werk:
„Trifft das Licht der Sonne S zur Zeit ihrer Verfinsterung aus einem engen runden Loch L aus und gelangt zu einer dem Loch gegenüberliegenden parallelen ebenen Wand W, so hat das Bild Sichelgestalt, nur darf die Finsternis nicht eine totale sein. Eine ähnliche Erscheinung beobachtet man nicht beim Mond, weder zur Zeit der Finsternis noch am Anfang oder am Ende des Monats, wenn er sichelförmig ist, trotzdem seine Gestalt der Sonne im obigen Fall entspricht."[1]
Alhazen beweist schließlich:
„Das Licht, das von der leuchtenden Sichel ausgeht, die dem Rest der Sonne nach der Verfinsterung entspricht, liefert, wenn es aus einem kreisförmigen Loch in einem dichten Körper austritt und an einer dem Loch gegenüberliegenden parallelen Wand endigt, eine sichelförmige Figur, vorausgesetzt, daß das Verhältnis des Lochdurchmessers zum Sonnendurchmesser gleich ist dem Verhältnis des Abstandes des Loches von der Wand zu dem Abstand der Wand von der Sonne."[2]
Er zieht schließlich in seinem Handbuch der Astronomie, dem „Almagest", den „Beweis" des Ptolemäus heran, *„daß der Sonnendurchmesser 18 4/5 mal so groß ist wie der Monddurchmesser".*[3] Und weiter:
„Durch diesen Beweis ist gezeigt, daß, wenn ein leuchtender Körper einem Loch gegenübergestellt wird, dessen Durchmesser nicht kleiner als zehnmal von dem Durchmesser des Loches ist, dessen Licht sichelförmig erscheint, so erscheint das Licht nicht sichelförmig, sondern kreisförmig. Steht der Mond einem Licht gegenüber, bei dem die Sonne sichelförmig erscheint, und ist der Abstand vom Loch 1/18 so groß als der Abstand, bei dem das Sonnenlicht sichelförmig erscheint, so muß das Licht rund erscheinen."[4]
Die Zitate aus dem von Wiedemann übersetzten Text zeigen, daß Alhazen sich eingehend mit dem Problem befaßt hat; aber: Er wollte etwas sehen, das er gar nicht sehen konnte. Seine Beobachtungen können so nicht gewesen sein.
Auch die Mondsichel erscheint in der CO als Sichel und die Entfernung bzw. die Größe der Sonne läßt sich nicht aus einem Verhältnis bestimmen, in dem der Lochdurchmesser enthalten ist. Wie aus den geometrischen Gesetzen bekannt, gehört dazu die entsprechende Entfernung *und* der Durchmesser des *Abbildes*, nicht der des Loches.
In der Beobachtung des Alhazen zeigen sich deutlich die erheblichen Probleme der damaligen Zeit, die Erscheinungen der Natur in Gesetzen zu beschreiben und einzuordnen. Falsches steht neben Richtigem.
Die Beobachtung der Sonnensichel bei unterschiedlichen Lochdurchmessern ist exakt, und

der Hinweis darauf, daß sich Licht strahlenförmig von jedem Punkt ausbreitet, ist ein erster Weg zur Lösung des Problems.

Der Alhazen-Text läßt wegen des beschriebenen Mondsichelproblems die Vermutung zu, daß er nicht nur eigene Beobachtungen enthält, sondern als Übersetzer auch ältere Schriften referiert. Denn tatsächlich liegen uns ältere Erkenntnisse über die Camera Obscura vor: bereits im Altertum wird dieser Effekt erwähnt. Damals war die Unklarheit über alles, was das Licht betraf, groß – man spekulierte über alle Effekte, die uns heute (übrigens völlig zu Unrecht) selbstverständlich erscheinen: das Problem der Schatten, das der gradlinigen Ausbreitung des Lichts, das der Reflexion und besonders das Problem des Regenbogens, um nur einige zu nennen.

In der „Geschichte der Fotografie"[6] von Wolfgang Baier ist ein Zitat aus dem Aristoteles Werk „Problemata" aufgeführt, das einen optischen Effekt beschreibt: Bei einer Sonnenfinsternis zeigen die Schatten vom Laubwerk einer Platane die sichelförmige Figur der Sonne. Bei kleinen Löchern ist die Erscheinung deutlicher als bei größeren. Im Bildteil der „Geschichte der Fotografie" ist eine Fotografie von Hugo Erfurth reproduziert, die die sichelförmigen Schatten während der Sonnenfinsternis am 17. 4.1912 zeigen soll. Da das Bild unseres Erachtens nicht voll überzeugt, möchten wir bereits an dieser Stelle die eigene Initiative empfehlen, die Schattenfiguren eines Baumes während und nach einer Sonnenfinsternis zu fotografieren. Eine Erläuterung zu diesem Effekt befindet sich an anderer Stelle in diesen mediendidaktischen Handreichungen.

Als Vorläufer von Alhazen kann al Kindi (ca. 800 n.Ch.) genannt werden, der auch *„den Strahlengang von einem leuchtenden Körper durch die Öffnung zu einer Tafel untersucht und sie richtig darstellt, ohne jedoch etwa ausdrücklich von der Umkehrung des Bildes zu sprechen."*[7]

Nach Alhazen ist Levi ben Gerson (gestorben 1344 n.Ch.) zu nennen, der sich bei seinen Studien wohl wesentlich auf den Sonnenstrahl selbst konzentriert und den Lochblendeneffekt als gegebenen Umstand zur Untersuchung von Gestirnsstrahlen verwendet hat. *„Je kleiner die Öffnung am Fenster ist, desto genauer wird das Ergebnis der Messung werden."*[8]

Aus der verfügbaren Literatur kann entnommen werden, daß die Vorgeschichte der Camera Obscura vor Alhazen wenig hergibt und somit die arabische Gelehrtenschule der Jahrtausendwende das große Verdienst für sich in Anspruch nehmen kann, dieses wichtige Phänomen des Lichts eingehend beschrieben und der Nachwelt überliefert zu haben.

Die CO in der Renaissance

Eine Vertiefung und weitere technische Durchdringung zeigen die Ausführungen von Leonardo da Vinci, die ebenfalls in der „Geschichte der Fotografie" in einigen Passagen beschrieben werden. Leonardo da Vinci erfaßte dabei einen wesentlichen Aspekt: daß nämlich das Bild, das die Camera Obscura liefert, zuvor im Punkt der sich kreuzenden Strahlen enthalten sein muß. Ausführlicher als Baier ist bereits Otto Werner in „Zur Physik Leonardo da Vincis" auf die Camera Obscura bei Leonardo eingegangen. Dieser Arbeit können wir entnehmen, daß Leonardo eine ganze Reihe von Camera Obscura Kästen mit unterschiedlichen Strahlengängen entworfen hat. Sie sind abgebildet im „Codex Atlantico", mit dem er die Strahlengänge des Lichts,

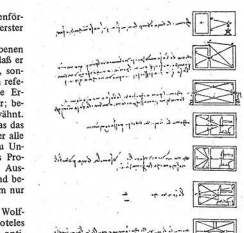

Abb. 4: Aus dem „codex atlantico" von Leonardo da Vinci

des Schalls, des Magnetismus und des Geruches darzustellen versucht. Leonardo befaßt sich auch mit der Frage, inwieweit verschiedene Formen des Blendenloches Einfluß auf das Abbild haben. Er erkannte bereits völlig richtig, daß der Abstand der Lochblende zum Abbild hier eine wesentliche Einflußgröße ist. Leonardo beschrieb auch die Umkehrung des Bildes durch den Strahlengang in der Camera Obscura und ging bereits auf die Farbigkeit des Bildes ein.

Da Leonardos Schriften zu seinen Lebzeiten jedoch nicht bekannt wurden, kann auch sein schriftliches Werk keinen Einfluß auf die weitere Entwicklung genommen haben.

Man kann jedoch davon ausgehen, daß zur Zeit der Renaissance viele Philosophen sich mit dem Problem des Lichts und wohl auch mit dem Camera Obscura-Phänomen beschäftigt haben. Es gelangte schließlich in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts zu ausgesprochener Popularität. In seinem damals berühmten und sehr häufig aufgelegten Werk „Magia Naturalis" beschreibt Johann Baptist della Porta die CO ausführlich. Er wendet sie geschickt als geschlossenes Zimmer oder als tragbaren dunklen Raum an, *„daß man im Finstern alles sehen könne / was außerhalb im Lichte der Sonne steht / und zwar mit seinen Farben."*[9]

In der „Geschichte der Fotografie" schreibt J. M. Eder: *„Nachdem durch Portas Beschreibung die CO in weiteren Kreisen bekannt geworden war, wurde dieser Apparat vielfach von umherziehenden Gauklern zu Schaustellungen aller Art, insbesondere Teufelserscheinungen benutzt, und es wurden in der Folge allerlei Abänderungen erdacht, die zu wunderlichen Darbietungen verhelfen sollten."*[10]

Schon della Porta soll das Beobachtungssystem durch Verwendung eines Spiegels geändert haben, um dem Betrachter ein aufrechtes Bild zeigen zu können. Baier sagt dazu, daß *„wir in dieser Vorrichtung den Vorläufer unserer Spiegelreflexkamera sehen können."*[11]

Viele bekannte Philosophen und Naturwissenschaftler können in der Nachfolgezeit mit der Camera Obscura in Verbindung gebracht werden. Sie wurde als astronomisches Beobachtungsinstrument verwendet, als Zeichenhilfe – auch als Belustigungsinstrument. Noch heute kann man im schottischen Edinburgh einen sogenannten „Outlook-Tower" besichtigen. Dieser Tower ist nichts anderes als eine Camera Obscura, die hier auf einem Tisch das Panorama der Stadt Edinburgh darbietet.

Camera Obscura mit Linse

Eine entscheidende Weiterentwicklung war schließlich der Einbau von Linsen, die eine erhebliche Verstärkung der Bildhelligkeit bewirkten. Baier zitiert in diesem Zusammenhang einen Brief von Sir Henry Wotton an Lord Bacon, in dem Wotton schreibt, daß der berühmte Astronom und Mathematiker Johannes Kepler (1571–1630) die Camera Obscura für Geländeaufnahmen einsetzt.

Das von ihm benutzte Zelt *„war drehbar und an einer Seite mit einem Loch von etwa 1 1/2 Zoll Durchmesser versehen, in das eine Röhre mit einer Konvexlinse gesteckt wurde; die auf ein Papier projizierten Bilder zeichnete er mit einer Feder nach."*[12]

Der Jesuitenpater Christoph Scheiner (1579–1650) schließlich machte mit Hilfe einer Camera Obscura, in die er eine Linse einbaute, die sehr wichtige Entdeckung der Sonnenflecken. Aus der Beobachtung der Bewegung dieser Flecken gelang es ihm, die Rotationszeit der Sonne und die Lage ihres Äquators zu ermitteln. Die Entdeckung der Sonnenflecken wurde damals allerdings bekämpft, da sie sich nicht mit der allgemeinen Vorstellung von der Reinheit der Sonne vertrug.

Sonnenflecken kann man übrigens mittels einer Camera Obscura ohne Linsenverstärkung beobachten. Bei einem Urlaubsbesuch des Schlosses im ungarischen Eger kann man etwa wie bei sonnigem Wetter der Sonnenschein vom Marmorboden des astronomischen Beobachtungsraumes aufgefangen wird, nachdem das Licht eine hoch oben angebrachte Lochblende passiert hat. Hält man ein weißes Papier in den Strahlengang, sieht man schwach die Flecken wie unscharfe Schatten. Man muß allerdings sehr scharfsinnig sein, denn die freundliche Führerin durch das astronomische Labor duldet derartige Extravaganzen nicht.

Alle wesentlichen Merkmale der Camera Obscura sind mit Ablauf der Renaissance in ihren Erscheinungsformen beschrieben: Die Entstehung von Bildern beim Durchgang von Strahlen durch kleine Öffnungen, die Umkehrung des Bildes, der Einfluß der Lochgröße und Form der Öffnung auf die Schärfe des Bildes und schließlich die Farbigkeit der Bilder. Allerdings: Weitgehend unbegriffen ist noch das naturwissenschaftliche Problem der Bildentstehung schlechthin.

Die „Erklärung", daß die Strahlen, die sich in der Lochblende kreuzen, zu einem Bild in der CO führen, ist keine Erklärung, die über das Faktum der bloßen Beschreibung von beobachtba-

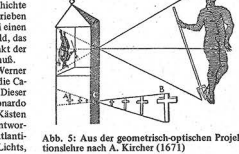

Abb. 5: Aus der geometrisch-optischen Projektionslehre nach A. Kircher (1671)

ren Tatsachen hinausgeht. Sie kann deshalb nicht befriedigen.
Die schon in der Antike geführte Diskussion über das Licht und seine Ausbreitungseigenschaften wird in der Renaissance, vermittelt über die arabischen Übersetzerschulen, erneut belebt.

Die Wellentheorie des Lichts

Das erste Modell aber, das eine weitergehende Erkenntnis über die sich kreuzenden Strahlen ermöglichte, ist die Theorie über die Wellennatur des Lichts, die von dem holländischen Mathematiker Christian Huygens (1629–1695) aufgestellt wurde. Sein Modell geht davon aus, daß das Licht sich ähnlich einer Wasserwelle ausbreitet. Jeder Punkt, den die voranschreitende Wellenfront erreicht, ist selbst wieder Ausgangspunkt einer kugelförmigen Welle. Die Wellenfront ist als Überlagerung aller auftretenden Kugelwellen aufzufassen. Erst diese Theorie kann das Problem der Unschärfe der Schattenkanten und auch die Entstehung der Bilder in der CO anschaulich erklären: es handelt sich dabei um die Beugung des Lichts.
Trifft nach dieser Theorie eine angenommene Wellenfront auf eine beliebige Öffnung, so werden alle in dieser Öffnung befindlichen ideellen Punkte zum Ausgangspunkt von Kugelwellen, die sich überlagern. Jeder ideelle Punkt der Durchtrittsfläche sendet also in den hinter der Abschirmung gelegenen Raum – z.B. einer Camera Obscura – wellenförmige Lichtstrahlen, die unterschiedlich lange Wegstrecken zurücklegen müssen. Dabei tritt zwangsläufig der Fall ein, daß sich die als sinusförmig angenommenen Wellen entweder gegenseitig auslöschen oder ihre Amplitude durch Addition verstärken. Dieser Effekt wird heute in jedem einschlägigen Physikbuch als Beugungsversuch an Spalten vorgestellt. Wir kommen an anderer Stelle darauf zurück.
Mit der sich entwickelnden Mathematik gelingt es, logische Widersprüche – weshalb sich z.B. die einzelnen Kugelwellen nicht in Richtung auf ihren Ausgangspunkt zurück ausbreiten – durch Verfeinerung des mathematischen Ansatzes zu überwinden.
Diese ersten, noch anschaulichen Ansätze der Lichttheorie werden durch die theoretische Weiterentwicklung immer schwieriger – und sind in Bezug auf die Camera Obscura nur in zweiter Linie von Interesse. In der vorhandenen populär wissenschaftlichen Literatur über die Entwicklung der Lichttheorie bis in unsere heutigen Tage ist die Anschaulichkeit nicht mehr vorhanden; das Licht kann in der wissenschaftlichen Vorstellungswelt nur noch als mathematische Fiktion behandelt werden. Eine alte Kontroverse gibt einen Vorgeschmack auf diese aktuelle Problematik: Es ist die Kontroverse der Goethe'schen Farbenlehre mit der Newton'schen Lichttheorie, die Kontroverse zwischen Intuition und wissenschaftlicher Deduktion. Zwei Zitate aus einem naturwissenschaftlichen Werk können dieses Problem verdeutlichen:
„Die einfachste Erscheinung der Newton'schen Theorie ist der engbegrenzte, einfarbige Lichtstrahl, der durch komplizierte Vorrichtungen von Licht anderer Farbe und anderer Richtung gereinigt ist. Der einfachste Begriff der Goethe'schen Lehre ist das helle, um uns flutende Tageslicht."[3]
„Es ist auch häufig ausgesprochen worden, daß sich hinter dieser Verschiedenheit der Absicht bei Goethe und bei Newton ein tiefer Unterschied der ganzen Weltbetrachtung zeige, und daß die grundsätzlich andersartige Einstellung des Dichters und des Mathematikers zur Welt zu so verschiedenen Lehren von der Farbe geführt habe."[4]

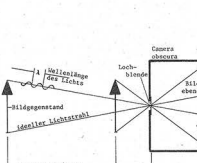

Abb. 6: Das Prinzip der Camera Obscura: die verwendeten Begriffe, die Entstehung des auf dem Kopf stehenden Bildes, die Bildgröße in Abhängigkeit von der Entfernung des Bildgegenstandes

Geometrische und optische Grundgesetze oder: Was man wissen muß, um die Camera Obscura zu verstehen

Der Abbildungsmaßstab

In Abbildung 6 wird anhand der gleichgroßen Pfeile gezeigt, daß die Größe der Abbildung in der Camera Obscura von dem Abstand abhängig ist, den die Pfeile von der Lochblende haben. Je näher der Gegenstand an die Lochblende heranrückt, desto größer wird sein Abbild in der Camera.

Das Bild

Aufgrund der sich in der Lochblende kreuzenden Lichtstrahlen steht das Abbild in der Camera Obscura auf dem Kopf und ist seitenverkehrt, wenn man es als Mattscheibenbild betrachtet. Das z.B. auf Fotopapier fotografierte Bild ist, von der Schichtseite her betrachtet, ebenfalls seitenverkehrt. Die Kontaktkopie ergibt ein seitenrichtiges Bild, wenn Originalaufnahme und Kontaktpapier mit den Schichtseiten aufeinandergelegt werden. Bei planer Bildebene ist das Bild streng zentralperspektivisch und verzeichnungsfrei.

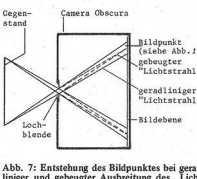

Abb. 7: Entstehung des Bildpunktes bei geradliniger und gebeugter Ausbreitung des „Lichtstrahles"

Das ist die Camera Obscura

Die Camera Obscura ist ein gegen Streulicht abgedichteter Kasten, versehen mit einer kleinen Öffnung, der Lochblende, in dem auf der der Öffnung gegenüberliegenden Seite kraft der Beugung des Lichts ein auf dem Kopf stehendes, seitenverkehrtes Bild der vor dem Loch befindlichen Gegenstände entsteht.

Begriffe zur Camera Obscura

- a *Gegenstandsweite, in mm gemessen, ist die Entfernung zwischen einem ausgewählten Bildgegenstand (Motiv) und Lochblende.*
- ā *Bildweite, gemessen in mm, ist die Entfernung zwischen der Bildebene und der Lochblende und somit ein Konstruktionsmaß des Kameragehäuses.*
- d *Lochblendendurchmesser, gemessen in mm, ist das Maß für die Größe der Lichtdurchtrittsfläche in der Lochblende.*
- k *Blende, ist das Verhältnis Bildweite ā geteilt durch den Lochblendendurchmesser, k = ā/d*
- s *Auflösung, ist ein errechneter Wert, der die Anzahl der Linien angibt, die innerhalb eines mm getrennt voneinander abgebildet werden können.*
- λ *Lambda, Wellenlänge des zum Fotografieren verwendeten Lichts, angegeben in nm oder nm (zehn hoch minus 9 Meter).*

Die Beugung der Lichtstrahlen

Um die bereits vorgestellte *Huygensache Wellentheorie* zu veranschaulichen, soll zunächst in Abbildung 7 das Problem gezeigt werden, das entsteht, wenn man die Abstraktion des Lichtstrahls allein als Erklärungsversuch heranzieht.
Die Abbildung zeigt, daß bei angenommener gradliniger Ausbreitung vom Gegenstandspunkt aus – in diesem Fall der Endpunkt der gezeichneten Strecke – der Bildpunkt immer größer sein muß als die Lochblendenöffnung. Die Beispielsweise in einem Mattscheibenbild des oder die Betrachtung einer Camera Obscura-Fotografie zeigen bei günstiger Wahl der Blendenöffnung jedoch eine erstaunliche Schärfe des einzelnen Bildpunktes – und nicht die bei gradlinigem Strahlenverlauf zu erwartende diffuse Zeichnung.
Die Schärfe des einzelnen Bildpunktes kann vielmehr nur entstehen, wenn man den in Abbildung 7 mit unterbrochener Linie eingezeichneten Strahlenverlauf annimmt.
An diesem Punkt ist es nun erforderlich, darauf hinzuweisen, daß der Begriff „Lichtstrahl" eingeschränkt werden muß, da er im physikalischen Sinne nicht so real ist wie er erscheint, wenn die Sonne durch die Wolken bricht und man die Strahlenbündel deutlich vor Augen hat. Es sind hier die Grenzen zwischen den Schattenzonen und den beleuchteten Luftzonen, in denen das Licht an Dunstteilchen gestreut wird, die das Erscheinungsbild des „Strahls" dem Betrachter suggerieren.
Daß wir diese Selbstverständlichkeiten in diesem Zusammenhang erwähnen, erscheint uns wichtig für das Verständnis des Problems, sich zwischen dem einfachen Betrachten und einer sich auf zahllose Abstraktionen stützenden physikalischen Theorie zurechtzufinden. Diese Einschränkung gilt auch für die schon erwähnte Wellentheorie des Lichts, die nach dem heuti-

gen Stand der Erkenntnis in der hier aufgeführten Form sicher in vieler Hinsicht überholt ist und feiner gesponnenen Überlegungen Platz machen mußte.
Die Anwendung der Wellentheorie auf die Camera Obscura ist jedoch nachvollziehbar und zudem anschaulich; sie ist daher geeignet, ein gewisses Verständnis für die Entstehung des Bildes zu ermöglichen.

Der Bildpunkt

In Abbildung 8 wird angenommen, daß eine Front gradlinig voranschreitender Lichtwellen auf die Öffnung der Lochblende trifft, die hier stark vergrößert gezeichnet ist. Die eingezeichneten „Strahlen" sollen Lichtwellen der Wellenlänge (*Lambda*) darstellen. Jeder Punkt der voranschreitenden Wellenfront erzeugt erneut eine Kugelwelle, die sich nach vorn ausbreitet und deren Überlagerung (*Interferenz*) eben die Wellenfront ist, die in den Raum hinter der Lochblende flutet; dies ist ein wesentlicher Bestandteil der Wellentheorie. Allerdings baut sich nach dem Passieren der Blendenöffnung keine geschlossene Wellenfront mehr auf, da die dazu erforderlichen Komponenten der Randstrahlen nicht in den dunklen Raum der Camera Obscura eindringen können – sie werden durch den Lochblendenträger selbst abgeschattet. Die Abbildung 8 zeigt das in stark vereinfachter Form, indem von jedem Punkt der Lochblendenöffnung „Strahlen" im Winkel von 0 Grad, 15 Grad, 30 Grad, 45 Grad und 60 Grad ausgehen.
Betrachtet man in diesem Liniengewirr zwei bestimmte Strahlen genauer, wie in Abbildung 9 dargestellt, so zeigt sich offensichtlich, daß die von der Randzone zum Bildpunkt zurückgelegte Strecke größer ist als die vom Zentrum der Lochblende aus.
Sofern die Wegländge vom Randbereich her 3/4 Lambda länger ist, können sich die sinusförmig angenommenen Wellen aller Randzonenpunkte addieren, d.h. ihre Helligkeit verstärkt sich, ohne daß sie von den Strahlen des Zentralbereichs durch Subtraktion der Amplituden ausgelöscht werden.

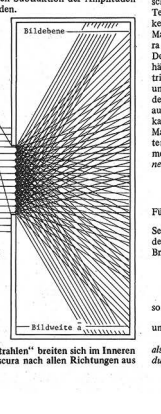

Abb. 8: Die „Strahlen" breiten sich im Inneren der Camera Obscura nach allen Richtungen aus

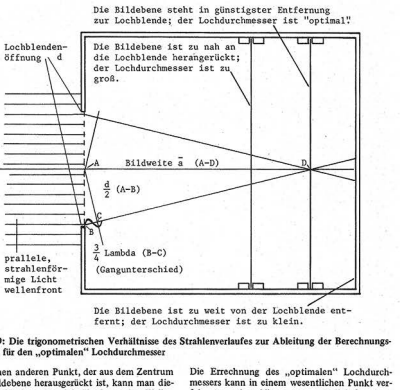

Abb. 9: Die trigonometrischen Verhältnisse des Strahlenverlaufes zur Ableitung der Berechnungsformel für den „optimalen" Lochdurchmesser

Für einen anderen Punkt, der aus dem Zentrum der Bildebene herausgerückt ist, kann man dieses Auslöschen der sich überlagernden Wellen feststellen – Wellentäler fressen Wellenberge.
Eine systematische Untersuchung aller Punkte der Bildebene würde eine in konzentrischen Kreisen aufgebaute Lichtverteilung zeigen, mit einem sehr viel helleren Zentrum und zum Rand hin immer schwächer werdenden Lichtringen. Die Abbildung 8 soll prinzipiell die Intensitätsverteilung veranschaulichen. Das beschriebene Phänomen wird in der geometrischen Optik als Beugung bezeichnet. Die dem Text beigefügten Abbildungen geben die Winkelverhältnisse nicht in dem zeichnerischen Maßstab wieder, wie diese Winkel in der Camera Obscura tatsächlich auftreten.
Dennoch lassen sich die geometrischen Verhältnisse der Abbildung 9 mit Hilfe einfacher trigonometrischer Beziehungen so erfassen und zu einer Berechnungsformel ableiten, daß der „günstigste" Lochdurchmesser in Bezug auf die jeweilige Wellenlänge errechnet werden kann.
Man zieht dazu die Ähnlichkeit der abgebildeten Dreiecke heran, die sich aus dem angenommenen Strahlenverlauf ergeben: Für das *kleine* Dreieck gilt:

$$\sin\alpha = \frac{3}{4}\lambda : \frac{d}{2}$$

Für das *große* Dreieck gilt: $\sin\alpha = \frac{d}{2} : \overline{a}$.

Setzt man die Formelausdrücke für sin α einander gleich und ordnet sie dabei übersichtlich auf Bruchstrichen an

$$\frac{3\cdot\lambda\cdot 2}{4\cdot d} = \frac{d}{2\cdot a}$$

so ergibt die Umstellung $d^2 = 3\cdot\lambda\cdot\overline{a}$

und daraus: $d = \sqrt{3\cdot\lambda\cdot\overline{a}}$ *(Formel 1)*

als Formel für den optimalen Lochblendendurchmesser.

Die Errechnung des „optimalen" Lochdurchmessers kann in einem wesentlichen Punkt verfeinert werden. Nimmt man nämlich für einen dicht vor der Lochblende gelegenen Gegenstandspunkt keine parallele Ausbreitung der „Strahlen" an und berücksichtigt den sich ergebenden kleinen Winkel zwischen den Lochblendenändern zum Gegenstandspunkt hin, kommt man zu einer komplizierteren Formel, deren Ableitung hier nicht vorgeführt wird:

$$d = \sqrt{\frac{3\cdot\lambda\cdot\overline{a}}{\frac{\overline{a}}{a}+1}} \qquad \textit{(Formel 2)}$$

Bei unendlicher Entfernung wird das Verhältnis $\overline{a}/a$ = Null, und die Formel geht in die vorher gefundene einfache Form über. Aus beiden Formeln lassen sich unter Verwendung einer ausgewählten Wellenlänge des sichtbaren Lichts, hier Lambda = 0,00043 mm, die in Abbildung 10 eingezeichneten Kurvenscharen errechnen. Sie gelten für unendliche Entfernung zwischen Lochblende und Gegenstand sowie für verschiedene Verhältnisse $\overline{a}/a$, also im Nahbereich der Lochblende bis hin zum Verhältnis 1/16, d.h., daß die Entfernung Gegenstand-Lochblende den 16ten Teil der Bildweite beträgt. An einem Zahlenbeispiel ergäben sich folgende Verhältnisse:
Bildweite 220 mm
Gegenstandsweite 220/16 = ca. 14 mm
Es handelt sich also um eine Nahaufnahme, wobei das Abbild gegenüber dem Gegenstand um den Faktor 14 vergrößert wäre; ein Pfennig käme ca. 22 cm groß auf das Bild.
Interessant ist auch die Wirkung, die eintritt, wenn das Loch kleiner als der optimale Lochdurchmesser gewählt wird. Da der Gangunterschied von 3/4 Lambda erhalten bleiben muß, um zu einer Überlagerung und damit Verstärkung der Amplituden zu kommen, kann die verstärkende Überlagerung nur dadurch zustandekommen, daß die Winkelabweichung größer wird. Das hat eine Vergrößerung des zentralen Beugungsscheibchens, das ja den Bildpunkt darstellt, zufolge. Das Bild wird also unschärfer.

© W&M 6/1981

Genauer gesagt: Alle im „Unendlichen" stehenden Gegenstände werden unschärfer als möglich, die im Nahbereich stehenden Gegenstände können entsprechend der *Formel 2* schärfer abgebildet werden.

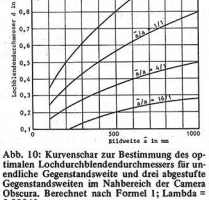

Abb. 10: Kurvenschar zur Bestimmung des optimalen Lochdurchblendendurchmessers für unendliche Gegenstandsweite und drei abgestufte Gegenstandsweiten im Nahbereich der Camera Obscura. Berechnet nach Formel 1; Lambda = 0,00043 mm.

Die Schärfentiefe

Das vorher Gesagte läßt einen bestimmten Schärfentiefebereich für den jeweiligen „optimalen" Lochdurchmesser erwarten. Ausgehend von unendlicher Gegenstandsweite ist eine zunehmende Unschärfe gegeben, je näher die Gegenstände der Lochblende rücken. Im Nahbereich ist der im unendlichen „optimale" Durchmesser eben nicht mehr optimal – was durch Anwendung der *Formel 2* nachgerechnet werden kann.

Allerdings ist der Übergang vom Bereich relativer Schärfe in den Bereich relativer Unschärfe fließend und läßt sich nicht so sauber eingrenzen, wie dies bei der Linsenfotografie der Fall ist.

Als Faustformel möchten wir vorschlagen, den Schärfentiefebereich der Lochkamera von unendlicher Gegenstandsweite bis zu der Entfernung im Nahbereich anzugeben, die entsprechend der Camera-Konstruktion als Bildweite vorhanden ist – also a/a = 1/1; dies unter der Voraussetzung des knapp dimensionierten „optimalen" Lochdurchmessers.

Ein Blick auf die Kurvenschar der Abbildung 10 zeigt, daß im absoluten Nahbereich die Verhältnisse sich drastisch zuspitzen. Die jeweiligen Schärfentiefebereiche dürften eng begrenzt sein, was in der fotografischen Praxis eine genaue Beachtung der geometrisch-optischen Zusammenhänge erforderlich macht.

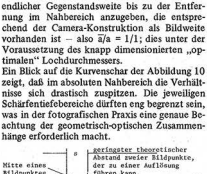

Abb. 11: Der Kurvenzug A zeigt die prinzipielle Verteilung der Lichtintensität eines ideellen Bildpunktes

Die Bildschärfe

Die weitere Betrachtung der in Abbildung 11 dargestellten Verhältnisse führt zu der theoretisch möglichen Schärfe des Bildes.

Darunter soll der Abstand verstanden werden, der mindestens eingehalten werden muß, damit zwei Punkte auf der Bildebene voneinander zu unterscheiden sind.

Wegen der beschriebenen Beugung der „Strahlen" und dem sich bildenden hellen Zentrum, umgeben von schwächeren Lichtringen, können zwei Punkte nur dann unterschieden werden, wenn zwei helle Zentren nur so dicht aneinanderrücken, daß zwischen ihnen der Abstand verbleibt, der zur Ausbildung einer dunklen Zone erforderlich ist (s. Abb. 11).

Die Formel lautet

$$s = k \cdot \lambda \quad (\textit{Formel 3})$$

Nimmt man wieder 220 mm Bildweite an und einen Lochdurchmesser von 0,5 mm, so ist k = 220/0,5 = ca. 440 und somit

$$s = 440 \cdot 0{,}00043 \text{ mm} = 0{,}19 \text{ mm}$$

Auf der Strecke eines Millimeters könnte man also ca. 5 Linien getrennt voneinander auf dem Bild unterscheiden, was bei einem Aufnahmeformat von 40 x 50 cm schon ein sehr guter Wert ist.

Wenden wir nun die *Formel 3* auf die Kleinbild-Fotografie an und setzen z.B. Blende 22 voraus, so können wir errechnen:

$$s = 0{,}00043 \times 22 = \text{ca. } 0{,}0095 \text{ mm}$$

Das sind also 105 Linien pro Millimeter. Vergrößern wir das Kleinbild-Negativ nun auf 40 x 50 cm Größe (Faktor 14), so verbleiben lediglich 7,5 Linien pro Millimeter als theoretische Grenzauflösung – ein Wert, der in der fotografischen Praxis aufgrund der Unruhigkeitlichkeit des Aufnahmematerials und der Linsenfehler nicht erreicht wird.

Die großformatige CO Fotografie erreicht also hier einen Grad an Auflösung, der dem eines entsprechend vergrößerten Kleinbildes durchaus nahekommt, in der Praxis sogar besser sein kann, weil bei der CO Fotografie keine Linsenfehler vorhanden sind.

Zur fotografischen Praxis

oder: Was man zur Berechnung der Belichtungszeit noch wissen muß

Unterziehen wir nun einige der verwendeten Begriffe und mathematischen Beziehungen einer abschließenden Betrachtung, wobei es uns wesentlich auf die praktische Anwendung in der Fotografie mit der Camera Obscura ankommt.

Wellenlänge des Lichts

Wenden wir uns zunächst der bereits eingeführten, aber nicht näher erläuterten Wellenlänge des Lichts zu. Der sichtbare Bereich des Lichts läßt sich mit Hilfe eines Prismas in die Spektralfarben aufteilen. Das langwellige rote Licht hat eine Wellenlänge von Lambda = ca. 0,0007 mm und das kurzwellige violette Licht dagegen Lambda = 0,00038 mm. Es stellt sich damit die Frage, welche Wellenlänge man in die Formel einsetzen will, die wir für die Errechnung des optimalen Lochdurchmessers entwickelt haben (*Formel 1*):

Der im Rechenbeispiel angegebene Wert von 0,00043 mm ist der Wert, für den nach Angabe eines Fotopapierherstellers das verwendete Fotopapier eine maximale Empfindlichkeit hat (s. Abb. 12).

Lochdurchmesser

Zum optimalen Lochdurchmesser muß angemerkt werden, daß er nicht als unumstößliche Voraussetzung für das Entstehen eines Bildes angesehen werden kann. Jedes Loch läßt ein mehr oder weniger scharfes Bild in der Camera Obscura entstehen.

Das rechnerische Verfahren setzt uns lediglich in die Lage, einen unter bestimmten Bedingungen „optimalen" Lochdurchmesser zu bestimmen, wenn man eine möglichst scharfe Fotografie machen möchte. Das muß aber nicht immer der Fall sein.

Diese Frage stellt sich beim Fotografieren spätestens dann, wenn die Sonne nicht scheint und der Tag auch nicht sehr hell ist. Man muß dann den Lochdurchmesser vergrößern, um die Belichtungszeit nicht allzu lang werden zu lassen.

Diese Bemerkung führt uns bereits zu dem weitergehenden Problem, wie überhaupt die Belichtungszeit in Erfahrung zu bringen ist – egal, ob die Sonne scheint oder nicht.

Hierzu die folgende Überlegung, die uns zu einer handhabbaren Verfahrensweise führen soll.

Um z.B. bei einem Schwarz-Weiß-Film zu einem Bild zu kommen, ist es erforderlich, daß die lichtempfindliche Schicht eine bestimmte Lichtmenge auffängt, die zu einer mittleren Schwärzung führt.

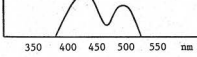

Abb. 12: Keilspektrogramm eines Fotopapieres bei Kunstlicht. Die max. Empfindlichkeit liegt bei ca. 430 nm = 0,00043 mm.

Empfindlichkeit des Aufnahmematerials

Die unterschiedliche Empfindlichkeit des Aufnahmematerials ist in der Empfindlichkeitsskala in DIN-Werten und ASA-Werten industriemäßig vorgegeben, s. Abb. 16. Die Abstufung ist dabei so gewählt, daß die Verdoppelung der ASA-Werte wie auch das Weiterzählen von drei Schritten auf der DIN-Reihe bei halbierter Lichtmenge die gleiche mittlere Schwärzung des Filmmaterials zufolge hat *(weiter auf S. X).*

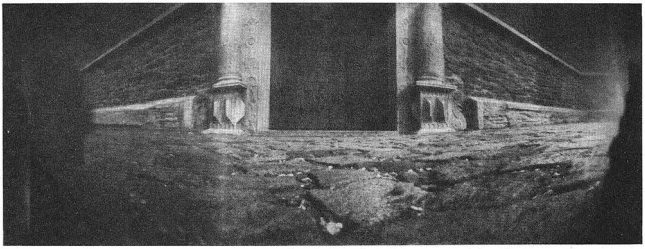

Abb. 13: Dieses Foto wurde mit einer Teedose gemacht. Das eingelegte Fotopapier wurde in Richtung auf die Lochblende geknickt.

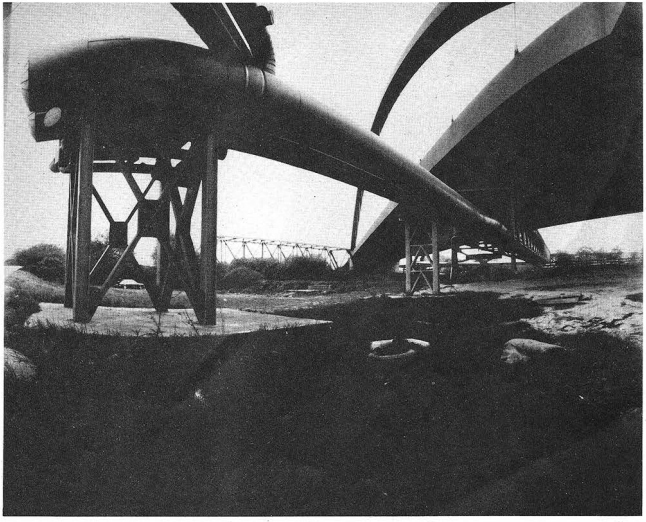

Abb. 14: Diese Fotografie aus der Serie „Fremde Heimat" entstand in Essen. (Gebogene Bildebene, Planfilm, Belichtungszeit ca. 3 min., Blende 430)

© W&M 6/1981

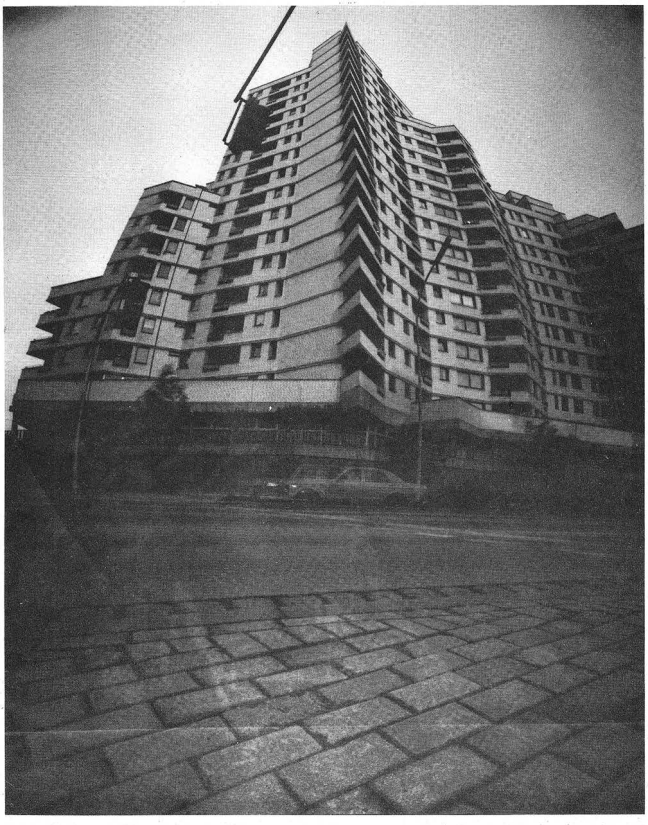

Abb. 15: Mit gebogener Bildebene und auf Planfilm wurde dieses Hochhaus in Gelsenkirchen fotografiert. Die Belichtungszeit betrug etwa 6 min., bei Blende 430. (Aus der Serie „Fremde Heimat")

© W&M 6/1981

DIN	ASA
6	3
7 8	
9	6
10 11	
12	12
13 14	
15	25
16 17	
18	50
19 20	
21	100
22 23	
24	200
25 26	
27	400

Abb. 16: Zahlenreihe der Empfindlichkeit des Filmmaterials

Bildweite und Lochdurchmesser

Diese Halbierung bzw. Verdoppelung der Empfindlichkeit des Aufnahmematerials ist es, die auch in anderer Hinsicht in dem System der Berechnung der erforderlichen Belichtungszeit angewendet werden kann. Zweifelsfrei können wir davon ausgehen, daß das Loch der Lochblende bzw. die Durchtrittsfläche der Lochblende ebenfalls halbiert oder verdoppelt werden kann, um dadurch zu einer Zahlenreihe zu kommen, die ähnlich der der ASA-Reihe verläuft.
Gehen wir von einem quadratischen Lochblendenquerschnitt aus, der die Abmessungen a · a haben soll und verdoppeln wir diese Fläche, so ergeben sich folgende mathematische Beziehungen:

$F_1 = a \cdot a \qquad F_2 = 2 \cdot a \cdot a = a_2 \cdot a_2$

$F_2 = 2 \cdot a^2 = a_2^2$

$\frac{a^2}{a_2^2} = 2; \frac{a}{a_2} = \sqrt{2} = 1{,}4$

Bei Verdoppelung der Fläche verhalten sich also die Seitenlängen des Quadrats wie 1/1,4. Dasselbe Verhältnis errechnet man bei runden Lochblendenformen für den Lochdurchmesser:

$d_1 / d_2 = 1 / 1{,}4$

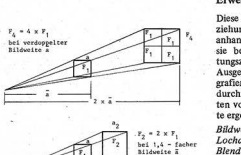

Abb. 17: Bei Verdoppelung der Bildweise a vierfacht sich die im gleichen Winkel bestrahlte Fläche (oben), bei 1,4 facher Bildweite a verdoppelt sich die im gleichen Raumwinkel bestrahlte Fläche (unten)

Eine weitere Beziehung ist in dieser Hinsicht interessant. Eine Halbierung oder Verdoppelung der Lichtmenge kann auch dadurch herbeigeführt werden, indem man den Abstand zwischen der Lochblende und der Bildebene vergrößert. Aus der Abbildung 0 können wir entnehmen, daß bei einer Verdoppelung der Bildweite die im gleichen Winkel bestrahlte Fläche sich vervierfacht. Die Proportionalitätsrechnung zeigt, daß hingegen die Verdoppelung der bestrahlten Fläche bei einer um das 1,4-fache vergrößerten Entfernung gegeben ist.
Diese Proportionalität der geometrischen Verhältnisse in Bezug auf den Lochblendenquerschnitt und in Bezug auf die Bildweite findet in der bekannten Blendenreihe 4,0–5,6–8–11 usw. ihren Ausdruck, was an vier Zahlenbeispielen vorgeführt werden soll:

a) *Lochdurchmesser* d = 10 mm
Bildweite a = 220 mm
Blende k = a/d = 220/10 = Blende 22

b) Verdoppelung der Lochblenden-Durchtrittsfläche, d.h. multiplizieren des Lochdurchmessers mit 1,4
Lochdurchmesser d = 10 mm x 1,4 = = 14 mm
Bildweite a = 220 mm
Blende k = a/d = 220/14 = Blende 16

c) Halbieren der im gleichen Winkel bestrahlten Fläche, d.h. dividieren der Bildweite mit 1,4
Lochdurchmesser d = 10 mm
Bildweite a = 220/1,4 = 157 mm
Blende k = a/d = 157/10 = Blende 16

d) Verdoppelung der Lochblenden-Durchtrittsfläche wie bei b) und halbieren der im gleichen Winkel bestrahlten Fläche wie bei c)
Dann ist
Lochdurchmesser d = 10 mm x 1,4 = 14 mm
Bildweite a = 220 mm/1,4 = = 157 mm
Blende k = a/d = 157/14 = Blende 11

Der gegenüber dem Wert 22 halbierte neue Blendenwert 11 beinhaltet also
– die Verdopplung der Lochblenden-Durchtrittsfläche und
– die Verdoppelung der im gleichen Winkel bestrahlen Fläche,
so daß der Bildebene die vierfache Lichtmenge zugeführt wird.

Erweiterte Blendenreihe

Diese in der Fotografie allgemein üblichen Beziehungen sind hier deshalb noch einmal kurz anhand der Beispiele vorgeführt worden, weil sie bei der Bestimmung der richtigen Belichtungszeit eine grundlegende Rolle spielen.
Ausgehend von der Tatsache, daß beim Fotografieren mit der Camera Obscura kleine Lochdurchmesser erforderlich sind, die bei Bildweiten von 20 oder 30 cm recht hohe Blendenwerte ergeben, z.B.

Bildweite 300 mm
Lochdurchmesser 0,6 mm
Blendenwert 300/0,6 = 500

muß die übliche Zahlenreihe der Blendenwerte über die Zahl 22 hinaus erweitert werden, wie das in Abbildung 18 geschehen ist.
Dabei gilt die „eiserne" Regel, die sich jeder merken sollte:
Ein Blendenschritt in der Zahlenreihe – z.B. 5,6 auf 8 – bedeutet eine Halbierung der Lichtmenge auf der Bildebene – damit wird eine Verdopplung der Belichtungszeit erforderlich.

Schieber zur Ermittlung der Zeit-/Blenden-Kombination

(zum Ausschneiden/Kopieren)

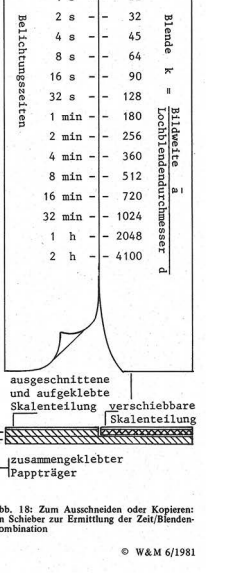

Abb. 18: Zum Ausschneiden oder Kopieren: ein Schieber zur Ermittlung der Zeit/Blenden-Kombination

© W&M 6/1981

Berechnung der Belichtungszeit

Zu dem Problemkreis der richtigen Belichtung bleibt jetzt noch der Abschluß nachzureichen, wie nämlich die dargestellte erweiterte Blendenreihe am besten angewendet wird.
Das ist relativ einfach zu bewerkstelligen. Man mißt mit einem handelsüblichen Belichtungsmesser die Belichtungszeit für Blende 22 und rechnet die für die Camera Obscura-Fotografie erforderliche Belichtungszeit durch jeweilige Verdopplung je Blendenschritt bis zu den angegebenen Blendenwert hoch.
Einfacher ist es, sich zuvor eine dem Rechenschieber ähnliche Schiebeeinrichtung zu bauen, wie Abbildung 0 zeigt. Sie können sich diese Abbildung kopieren, die Skalen an den Linien entlang ausschneiden und die beiden Teile auf separate Pappstreifen kleben.
Stellen Sie nun den Belichtungsmesserwert für Blende 22 auf dem Schieber ein und lesen Sie die erforderliche Zeit am gegebenen Blendenwert ab.
Verwendet man Fotopapier als Aufnahmematerial, kann man zunächst von der Empfindlichkeit entsprechend ASA 6 (*Erfahrungswert*) ausgehen. Auf diesen Empfindlichkeitswert ASA 6 muß der Belichtungsmesser natürlich vor der Messung eingestellt worden sein.

Belichtungszeit bei weitwinkligen Aufnahmen

Bei weitwinkligen Aufnahmen stellt sich das Problem des Randlichtabfalls.

Es wird hervorgerufen durch den schrägen Verlauf der „Strahlen" durch die Lochblende:
- Der runde Lochblendenquerschnitt verengt sich zu einer Ellipse mit verringerter Durchtrittsfläche des Lichtes
- der verlängerte Strahlenweg zum Bildrand führt zu einer verminderten Lichtintensität, und
- um diese Fehler zu kompensieren, wäre eigentlich eine Vergrößerung des Lochblendenquerschnitts in Richtung Bildrand nötig – eine Forderung, die jedoch technisch nicht zu realisieren ist.

Das alles führt dazu, daß abhängig vom Kopierumfang des verwendeten Aufnahmematerials Aufnahmewinkel bis ca. 100 Grad bei planer Filmlage realisiert werden können, ohne daß es dabei zu einem störenden Lichtabfall in den Bildecken kommt.
Die Belichtungszeit sollte dann allerdings ca. 1/2-Blendenschritt länger gewählt werden. In diesem Punkt können wir jedoch auf eine erstaunliche Eigenschaft der Camera Obscura hinweisen:
Bei Verwendung einer halbkreisähnlich gekrümmten Bildebene in Verbindung mit ausgeprägt querformatigem Aufnahmematerial tritt der Randlichtabfall nicht in Erscheinung. Bei einwandfreier Gestaltung der Lochblendenebene – ohne Grate und ohne hervorstehende Gehäuseteile – sind Winkel von ca. 175 Grad ohne Schwierigkeiten realisierbar. Um dem schon kurz angedeuteten Intensitätsabfall des Lichtes aufgrund der schrägen Durchtrittsrichtung zu den Bildseiten hin entgegenzuwirken, kann man sich mit einem rechteckigen Lochblendenquerschnitt helfen. Abbildung 19 ist eine derartige Aufnahme – Bildwinkel ca. 175 Grad.

Die Welt als Camera

Bevor wir uns anschließend der fotografischen Praxis selbst zuwenden, möchten wir auf das im historischen Teil bereits angesprochene Problem der *Sonnenschel im Laubwerk einer Platane* noch einmal zurückkommen.
Fragen wir uns, wie groß muß eigentlich das Loch im Laubwerk der Platane sein, um zu einem „optimalen" Bild der Sonnenschel auf der Straßenfläche zu kommen.
Gehen wir aus von willkürlich gesetzten 10 m Bildweite – also Abstand „Lochblende" zu Bildebene, also Straße – und wenden darauf die Formel für den günstigsten Lochdurchmesser an:

$\bar{a}$ = 10.000 mm
Lambda = 0,0006 mm
d = 3 $\bar{a}$

errechnen wir den Durchmesser

d = 3,6 mm

Mit diesem errechneten Wert erklärt sich auch die undeutliche Ausprägung der von Hugo Erfurth fotografierten Schattenfiguren.
Die weitaus meisten „Löcher" im Blätterdach der Platane dürften wesentlich größer gewesen sein als der optimale Lochdurchmesser, was dann zu einer erheblich weicheren Zeichnung der Konturen führte. Zudem dürften die Konturen aus einer Mischung von Schattenrissen der „Lochblenden" und dem verschwommenen Beugungsbild der Sonne bestehen.

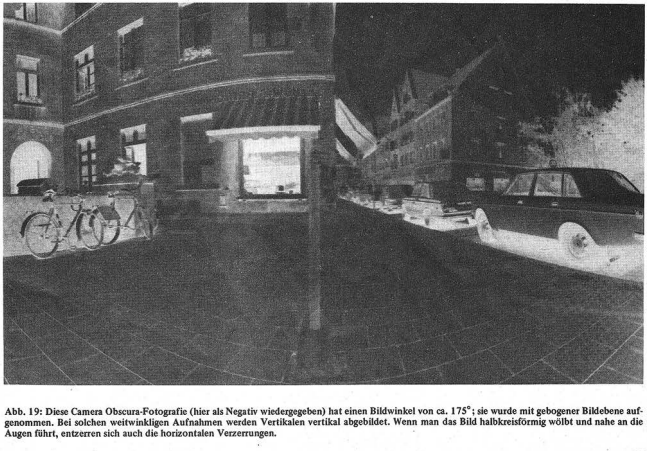

Abb. 19: Diese Camera Obscura-Fotografie (hier als Negativ wiedergegeben) hat einen Bildwinkel von ca. 175°; sie wurde mit gebogener Bildebene aufgenommen. Bei solchen weitwinkligen Aufnahmen werden Vertikalen vertikal abgebildet. Wenn man das Bild halbkreisförmig wölbt und nahe an die Augen führt, entzerren sich auch die horizontalen Verzerrungen.

REZENSION: Heinz Buddemeier, Das Foto. Geschichte und Theorie der Fotografie als Grundlage eines neuen Urteils. Reinbek 1981 (Rowohlt-Taschenbuch)

Das Buch bringt auf S. 21 ein Kapitel mit der Überschrift „Die Geschichte der Camera obscura". Bei uns, die wir jetzt 5 Jahre mit dieser Materie befaßt sind, trifft eine derartige Überschrift sofort auf großes Interesse, zumal in vielen einschlägigen Publikationen das Thema ebenfalls aufgegriffen wurde – aber fast immer zu Enttäuschungen führte.

Leider ist das bei dem Buddemeier-Text Es ist schon ein Kreuz, daß er das EderscheWerk „Geschichte der Photographie", das vorbeiviert und teuer ist, ungeniert als Steinbruch benutzt, diese Tätigkeit auch auf das Werk von W. Baier „Geschichte der Fotografie" ausdehnt und sich dabei gemütlich auf Leonardo da Vinci breitmacht, ohne das zitierte Material kritisch zu würdigen.

Ist es denn wirklich wahr, wie auf Seite 25 oben sinngemäß zu lesen, daß die Luft von Bildern erfüllt ist und diese Bilder alle in der kleinen Öffnung, „sei es die Pupille eines Auges, sei es die Öffnung einer Camera obscura" zusammenkommen? Es ist nicht wahr, und Leonardo sagt es in dem zitierten Text auch nicht so. Leonardo fragt vielmehr: „Wie ist es möglich, daß aus verschwommenen Ursachen so klare und deutliche Wirkungen hervorgehen wie diese Bilder, die durch den erwähnten natürlichen Punkt gegangen sind." Das wäre der ideale Einstieg für den Autor gewesen. Wie und warum sie im Inneren aufs Neue in voller Klarheit erstehen müssen, hätte hier erklärt gehört. Leonardo konnte es noch nicht wissen; der Autor heute hätte es wissen können.

Schon seine Bemerkung auf Seite 21, daß „es genügt, . . . eine moderne Enzyklopädie aufzuschlagen", eine Brockhaus-Begriffsbestimmung zu zitieren, um damit dem „besseren Verständnis der historischen Fakten zur Camera Obscura" zu dienen, zeigt, daß er sich Arbeit sparen wollte.

Wir fragen uns: hat er je ein Camera Obscura-Bild gesehen, hat er je eine Camera Obscura-Fotografie gesehen, hat er je mit einer Camera Obscura fotografiert – ohne Linse, versteht sich? Wir können es nicht glauben; er hätte das Bild bestimmt in seinem Buch reproduziert, denn es wäre der Mühe wert gewesen. Lediglich Begeisterung jedenfalls hätte er bestimmt noch besser verstanden. Das alte Problem – Theorie und Praxis.

Kommen wir zum Schluß. Es ist ärgerlich zu sehen, wie inhaltlich zitiert wird, ohne die entsprechenden Literaturhinweise zu geben. Ärgerlich ist es auch zu sehen, wie wieder einmal am Thema Camera Obscura vorbeiviert wird, obwohl doch z.B. ein Querverweis auf das Buch von K. Solf (siehe Literaturhinweise in diesen Handreichungen) schon einige Erleichterung verschafft hätte, jedenfalls für Leser, die einige Fragen zum mehr technischen Hintergrund haben. Seine Kapitelüberschrift jedenfalls sollte so nicht stehenbleiben, da es sich bestenfalls um „einige Anmerkungen zur Geschichte der Camera Obscura" handelt, die uns allerdings für eine wirkliche Auseinandersetzung mit dem angesprochen Problemkreis zu dünn erscheinen.

Detlef Frevert

Bau einer Camera Obscura

oder: Wie aus der Kiste eine Camera wird

Zum Bau einer Camera Obscura eignet sich jeder lichtdicht zu machende Behälter. Gute Erfahrungen liegen mit Teedosen (aus Metall), Waschmitteltrommeln und allen stabilen Pappkartons vor.

Im Rahmen eines Seminars ist es sinnvoll, keine Cameras mit allzu großen Bildweiten zu bauen. Sehr lange „Tele"-Kästen funktionieren zwar durchaus, benötigen aber sehr lange Belichtungszeiten, was den Ablauf behindert. Cameras mit bis zu 250 mm Bildweite sind am günstigsten.

Das Camera-Gehäuse muß zunächst von innen geschwärzt werden (schwarze Pappe), um Streulicht und Reflexe zu vermeiden. Stellen, an denen Licht eindringen könnte (Ecken, Falzkanten, Deckel) müssen extra mit schwarzer Pappe abgeklebt werden. Das Prinzip einer Lichtfalle kann hier gut erklärt werden.

Eine „Filmhalterung" (für den Anfang sollte man der Einfachheit halber Fotopapier als Negativmaterial benutzen) kann man aus Fotoecken herstellen. Einkleben des Papiers mit Klebefolie ist genauso möglich.

In die Camera kann nun ein größeres Loch von ca. 15 bis 20 mm Durchmesser geschnitten werden. Ein etwas größeres Stück Alu-Folie wird nun mit der eigentlichen Lochblende versehen. Dies kann man recht gut mit einer Stecknadel machen, mit der die Alu-Folie vorsichtig durchstoßen wird. Der Lochdurchmesser kann mit Hilfe eines Lineals mit Millimetereinteilung und

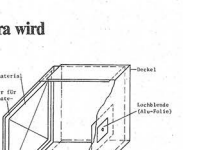

Abb. 20: Die Pappschachtel als Camera Obscura

einer Lupe vergleichend bestimmt werden. Für den Anfang empfiehlt es sich, einen Lochdurchmesser zwischen 0,5 und 1 mm zu benutzen. Das Loch sollte möglichst gratfrei sein. Gute Ergebnisse erzielt man auch, wenn man die Alu-Folie mit dünnen Bohrern (gibt es in Modellbau-Läden) durchbohrt, nachdem man sie zwischen zwei dünne Metallstreifen gepreßt hat: Das ganze „Sandwich" wird durchbohrt. Nach einiger Übung ergeben sich sehr gratfreie Löcher.

Die Folie mit dem Loch wird nun auf das größere Loch in der Camera geklebt (auf Lichtdichtheit achten!). Als Verschluß wird eine einfache, recht große schwarze Klappe angebracht; damit ist die Camera Obscura fertig.

Einige Hinweise zum Fotografieren

oder: Mehr sehen, mehr überlegen, weniger fotografieren

Auf weitergehende Vorschläge zum Bau aufwendigerer Gehäuse aus Pappe oder Sperrholz mit größerer oder kleinerer Dimension möchten wir verzichten – das überlassen wir der Phantasie der Interessierten.

Schrecken Sie keinesfalls vor exotischen Formen zurück; biegen Sie die Bildebene oder stellen Sie sie schräg, verwenden Sie eckige und schlitzartige Lochblendenöffnungen – keine Angst, es wird bestimmt etwas Interessantes auf's Papier kommen.

Stellen Sie die Camera ins Gelände, auf den Boden, oder klemmen Sie sie in den Busch.

Räumen Sie auf mit den alten Fotografier-Gewohnheiten, eröffnen Sie sich neue Perspektiven – die Pappkiste verträgt mehr als die elegante mattschwarze Oberfläche ihrer Linsencamera.

Bei der Vorbereitung zum Fotografieren eines bestimmten Motives ist es nicht erforderlich, immer den „optimalen" Lochblendendurchmesser anzustreben.

Die Bildschärfe ist kein ausschlaggebender Faktor, ebenso wie es die Planlage nicht ist. Man unterscheidet besser nach den Lichtverhältnissen und wählt eine Öffnung, die eine nicht allzu lange Belichtungszeit zur Folge hat.

Die „Umständlichkeit" der Camera Obscura-Fotografie zwingt allerdings zu einer völlig anderen Vorgehensweise als es bei der normalen Fotografie eingeübt ist.

Mehr sehen, mehr überlegen, weniger fotografieren kann das Ergebnis der Beschäftigung mit der Camera Obscura sein.

Mit unseren Ausführungen haben wir versucht, den theoretischen Hintergrund für die reproduzierbare Anwendung der Fotografie mit der Camera Obscura zu legen.

Wir stellen uns damit in Gegensatz z.B. zu den Ausführungen des auch in der Erwachsenenbildung weitverbreiteten Werkes *„Didaktik der Fotografie"* von *Gerhard Graeb*, in der wir auf S. 64 lesen müssen:

„Es ist notwendig, in einer Testbelichtungsreihe die optimale Belichtungszeit zu ermitteln. Die Belichtungszeit-Errechnung nimmt man nach David so vor, daß man die mittels Belichtungsmesser ermittelte Belichtungszeit für Blende 32 in Sekunden in die entsprechende Minutenzahl umwandelt."

Wir hoffen, mit unserem Beitrag diesen halbrichtigen und halbfalschen „didaktischen" Ratschlägen, die jeden interessierten Fotografen vor schier unlösbare Probleme stellen dürften, eine handhabbare, reproduzierbare Methode der Lochcamera-Fotografie entgegengestellt zu haben.

© W&M 6/1981

Fremde Heimat —
Ein Erfahrungsbericht

Daß das Thema „Camera Obscura" ein Thema mit Weitungen ist, wurde in diesen Handreichungen bereits mehrfach aufgezeigt. Der folgende Erfahrungsbericht zeigt exemplarisch auf, wie die CO-Fotografie u.E. sinnvoll angewandt werden kann. Eine solche Art und Weise der CO-Fotografie ist ein notwendiger Punkt, beschäftigt man sich mit der Camera Obscura. Insofern können die technischen Erläuterungen und die Anmerkungen zur Geschichte nicht unabhängig von der sinnvoll-konzeptionellen Anwendung der Fotografie betrachtet werden.

Der Anfang unserer gemeinsamen Arbeit liegt jetzt vier Jahre zurück. Angeregt von den Ergebnissen des Fotografierens mit einfachsten selbstgebauten Lochkameras haben wir aus einem Freundeskreis heraus eine Fotogruppe gegründet. Bei unserer gemeinsamen Arbeit haben wir uns dann nicht nur, jedoch zunehmend der Camera Obscura, der Lochkamera gewidmet: Fotografie mit Hilfe eines geschwärzten, lichtdichten Kastens, der statt mit einer Linse mit einem kleinen Loch als Objektiv versehen ist. Dieses System, der eigentliche Ursprung der Fotografie, ist immer wieder angewendet worden – so baute und vertrieb die Firma Liesegang um 1900 Lochkameras – führt aber heute ein regelrechtes Schattendasein, zumal in der Bundesrepublik.

Unsere Beschäftigung mit der CO hat bald gezeigt, welche ungeheuren fotografischen Möglichkeiten in ihr schlummern – und daß deren Anwendung gar nichts Geheimnisvolles anhaftet. Der Verzicht auf die hochgezüchtete Systemtechnik der produzierten Kameras führt zu einer intensiven Auseinandersetzung mit den physikalisch-technischen Grundlagen der Fotografie. Das wiederum führt zu einer gewissen Vertrautheit mit dem Medium, einer Vertrautheit, die im Bereich des Fotoapparate-Marktes durch Kenntnisse über Typenvielfalt und Systemtechnik ersetzt wird.

Der Schritt zurück hat sich für uns bald als ein Schritt nach vorn herausgestellt. Die langsame und schwerfällige Technik macht eine intensive Vorbereitung jeder Aufnahme erforderlich. Sie zwingt den Fotografen, sich über das klarzuwerden, was er fotografieren will. Die notwendige Analyse der Gesamtsituation, in der das Bild steht, die sorgfältige Betrachtung des Motivs selber führt zur Wahl des geeigneten Kamerageh äuses, vielleicht sogar zum Bau eines speziellen Gehäuses für nur eine Aufnahme.

CO-Fotografie heißt also zunächst: wieder sehen lernen, die eigene Umwelt bewußt wahrnehmen. Die Umgebung wird erkundet mit dem Ziel, sich mehr Klarheit über sie zu verschaffen, sie fotografisch so wiederzugeben, wie es der eigenen Beziehung zu dieser Umwelt im Denken, Fühlen, Handeln entspricht. Viele lange Wege machen, das Motiv suchen, diskutieren über die Erfahrungen mit diesem Wirklichkeitssegment, das geeignete Kameragehäuse wählen, über die anzuwendende Technik reflektieren, die Bildebene gestalten, die für die Camera Obscura-Fotografie typische lange Belichtungszeit sinnvoll einsetzen.

Fotografie mit der CO heißt auch, offen dafür zu sein, daß das Foto – ist es erst erstellt – eine eigene Qualität besitzt, die so nicht immer vorausschbar war. CO-Fotografie heißt, sich Wirklichkeit neu zu erschließen.

Im Laufe der Zusammenarbeit der heterogen zusammengesetzten Fotogruppe (Buchhändler, Hochschullehrer, Ingenieur, Mitarbeiter der Erwachsenen- und Jugendbildung) entstand das Konzept „Fremde Heimat" – der Versuch, unsere Sicht unserer Umwelt mit der Camera Obscura wiederzugeben. „Fremde Heimat", das ist für uns die Umkrempelung unserer „Heimat" in eine gigantische Industrielandschaft, deren eigenen Gesetze jedem einzelnen Menschen einen Verteidigungskampf um seinen angestammten Lebensbereich aufzwingen. Spiegelreflex, Zoom, Motor und Winder erschienen uns dabei ungeeignet, diese Übertechnisierung fotografisch darzustellen. Sich mit der fotografischen Übertechnik der Überindustrie zu nähern, muß problematisch erscheinen. Die Camera Obscura, als Zunächst-Schritt zurück, ist da angemessener.

„An Kunstgriffen und Tricks kennen wir viel, mehr als man vielleicht je davon gekannt hat. Nein, was uns fehlt, ist das innewohnende Prinzip, die Seele der Dinge." *(Flaubert)*

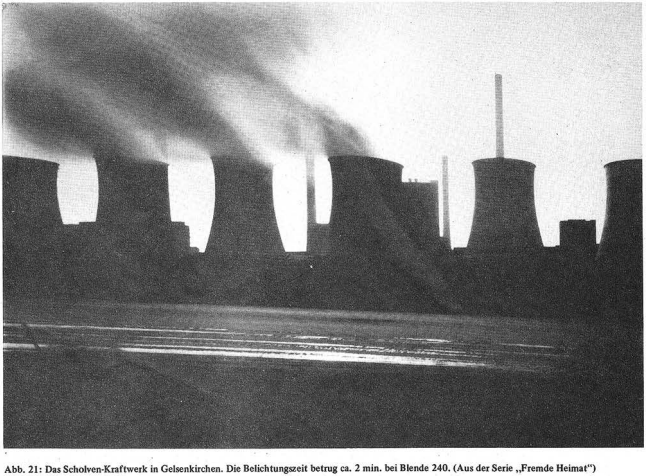

Abb. 21: Das Scholven-Kraftwerk in Gelsenkirchen. Die Belichtungszeit betrug ca. 2 min. bei Blende 240. (Aus der Serie „Fremde Heimat")

Die Fotografie mit der Camera Obscura

Vorschlag für ein Seminar oder eine Kursreihe

Seminaraufbau

1. *Handelsübliche Fototechnik: Systematisierung und Vergleich*
2. *Die Möglichkeiten der linsenlosen Lochcamera: die begehbare Camera*
3. *Bau einer Camera Obscura*
4. *Berechnung der Blende*
5. *Ermittlung der Belichtungszeit: Bau eines Zeit/Blenden-Schiebers; Testaufnahme*
6. *Einfluß des Lochdurchmessers auf Belichtungszeit, Bildschärfe und Schärfentiefe: eine Versuchsreihe*
7. *Erkundung der ästhetischen Möglichkeiten durch Variation der Bildebene*
8. *Gemeinsamer Bau einer großen Camera Obscura*

Der folgende Vorschlag bezieht sich auf die Form von zweitägigen Seminaren. Nach unseren Erfahrungen, z.B. in der VHS Duisburg, sind die angegebenen Lernschritte in zwei solchen Seminaren gut zu vermitteln. Es ist jedoch auch eine Kursreihe denkbar, die den Stoff auf mehrere Abende verteilt. Die Veranstaltung sollte dann allerdings im Sommer stattfinden, um noch genügend Licht zum Fotografieren zu haben. An einigen Stellen ist der Ablauf offen für Teilnehmerinteressen. Die Lernschritte bauen zwar logisch, aber nicht immer zwingend aufeinander auf.
Bei einer Aufteilung in zwei Seminare sollte das erste Seminar mindestens bis zum vierten Schritt kommen.
Voraussetzung für Seminar wie Kursreihe ist dabei, daß ein Fotolabor zur Verfügung steht.

Kamera / Eigenschaften	Box	Pocket	Kleinbild S L R	6 x 6 Spiegelreflex	9 x 12 Fachkamera
Format (mm)	60 x 90	13 x 17	24 x 36	60 x 60	90 x 120
Verschluß	beliebig und 1 feste Zeit (ca. 1/50)	zumeist Automatik	beliebig und bis 1/2000	beliebig und bis 1/250	beliebig und 1 sec. – 1/250
Blende	2 Blenden, eventuell Gelbfilter	ab 5,6	1,2–22 (±)	bis 22	4,5–32
Belichtungsmessung	nicht eingebaut	zumeist eingebaut	zumeist eingebaut, häufig Automatik	eingebaut	nicht eingebaut
Sucher-system	Sucherkamera, zwei Sucher	Sucherkamera	Spiegelreflex	Spiegelreflex, zweiäugig	Rahmensucher, Mattscheibe
Filmtransport	Drehen	Spannen	Spannen	Drehen	Cassetten
Anzahl der Aufnahmen	mehrere	12	bis zu 36, Erweiterung möglich	12	1 oder 2
Entfernungseinstellung	Fixfocus	Fixfocus	Schärfenkontrolle durch Objektiv, evtl. Automatik	Schärfenkontrolle durch Objektiv	Mattscheibe, Entfernungsmesser
Besondere Merkmale Vorteile / Nachteile					

1. Handelsübliche Fototechnik: Systematisierung und Vergleich

Der Erfahrungshintergrund der Seminarteilnehmer ist in der Regel durch die von der Fotoindustrie gelieferten Geräte bestimmt. Dieses Wissen sollte noch einmal in einer vergleichenden Betrachtung der bekannten Fotoapparate systematisiert werden.
Man kann dies in Form einer Matrix tun, in der die verschiedenen Kamera-Typen nach den Merkmalen Format, Suchersystem, Verschluß miteinander verglichen werden. Die wichtigsten Kamera-Typen (Kleinbildspiegelreflex-Kamera, Kleinbild-Sucherkamera, 6 x 6 Spiegelreflex-Kamera, 6 x 6 Sucherkamera, Pocketkamera und die 9 x 12 cm Fachkamera) sollten in dieser Matrix zu finden sein.
Die Kameras weisen in den verglichenen Merkmalen Unterschiede auf, aber etwas ist ihnen allen gemeinsam: Sie haben eine plane Filmebene und benutzen ein Linsensystem zur Bilderzeugung. Durch das Objektiv ist die Plazierung des Filmes in einer einzigen Ebene zwingend vorgeschrieben, wenn man ein scharfes Bild erzielen will.
Dadurch erscheint die Zentralperspektive wie naturnotwendig. Die Camera Obscura befreit den Fotografen von dieser einengenden Bedingung.

2. Die Möglichkeiten der linsenlosen Lochcamera: die begehbare Camera

Anhand von eigenen Camera Obscura-Fotos (oder notfalls denen, die hier abgedruckt sind) kann der Kursleiter nun demonstrieren, welche Möglichkeiten sich durch den Verzicht auf eine Linse und durch den Selbstbau ergeben.
Sehr anschaulich ist die Vorführung einer begehbaren Camera Obscura. Dazu muß (sinnvollerweise vorher) ein Raum total abgedunkelt werden. Die Fenster werden mit Pappe möglichst lichtdicht abgedeckt. In eine Abdeckung wird ein Loch von ca. 10 mm Durchmesser geschnitten. Nachdem die Teilnehmer sich an die Dunkelheit gewöhnt haben, können sie auf einer weißen Fläche (Wand, Pappe) ein auf dem Kopf stehendes, seitenverkehrtes, farbiges Bild der Außenwelt betrachten. Wenn man den Abstand der Pappe zum Loch verändert, ergeben sich veränderte Bildwinkel (Weitwinkel-, Teleeffekte).
Durch Knicken und Biegen der Pappe entstehen Verzerrungen und Kippungen. Alles dies kann anschaulich demonstriert und erklärt werden. Mit Pergamentpapier kann man auch eine „Mattscheibenbetrachtung" (in der Durchsicht) vornehmen. Die technischen Verhältnisse in dieser Camera sind genauso meß- und berechenbar wie in jeder anderen Camera auch. Man könnte also auch damit fotografieren, wenn man die vorher beschriebenen optischen und geometrischen Gesetze beachtet.

3. Bau einer Camera Obscura

Der Bau einer Camera Obscura wurde bereits an anderer Stelle dieser Handreichungen beschrieben.
Schon beim Bauen zeigt sich die technische Variabilität. Viele Grundbedingungen der Camera-Konstruktion können anschaulich erklärt werden (Lichtschleuse, Streulicht, Reflexion, Strahlengang, Umkehrung des Bildes in der Camera).
Wir empfehlen dem Kursleiter, vorher eine Camera zu bauen und auszuprobieren, um die praktischen Probleme konkret zu erfahren und um im Kurs richtig darauf reagieren zu können.

© W&M 6/1981

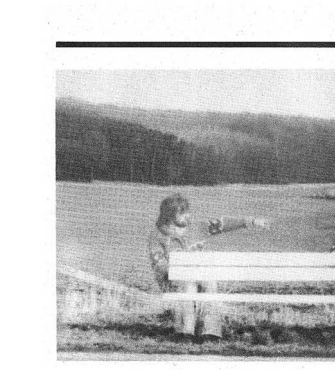

Abb. 22: Dieses CO-Foto wurde mit einer 9x12-Fachkamera erstellt, bei der anstelle eines Objektives eine Lochblende verwendet wurde. (Doppelbelichtung; Belichtungszeit zweimal 8 sec.)

4. Berechnung der Blende

Bei allen fertiggestellten Cameras muß jetzt die vorhandene Blende berechnet werden. Die Zusammenhänge zwischen der Lichteintrittsfläche der Lochblende und dem ausgeleuchteten Bildformat können hier grundlegend erklärt werden. Die Formel findet sich auf S. VI.
Bei unterschiedlicher Plazierung des Filmes in der Camera muß die Blende jeweils neu berechnet werden, da sich das Verhältnis von Lochdurchmesser und Bildweite verändert. Die errechneten Blenden sollten auf der Camera vermerkt werden.

5. Ermittlung der Belichtungszeit: Bau eines Zeit/Blenden-Schiebers; Testaufnahme

Die Lichtdichtheit sollte nun mit einer Probeaufnahme getestet werden. Dazu muß zur vorhandenen Blende zunächst die richtige Belichtungszeit ermittelt werden. Wenn man mit üblichem Fotopapier auf Kunststoffbasis (PE-Papier) als Negativ-Material arbeitet, kann man von einer Empfindlichkeit von ASA 6 ausgehen. Mit einem Belichtungsmesser kann man nun die erforderliche Belichtungszeit messen.
Da die Blendenwerte der Camera Obscura auf den Skalen der Meßgeräte nicht vorkommen, muß man von einem abgelesenen Blenden/Zeitpaar aus auf die vorhandene Blende der Lochcamera hochrechnen. Dies sollte zwar einmal gemacht werden, um das Prinzip der Blendenreihe zu erklären, ist jedoch auf die Dauer zu mühsam.
Wir schlagen deshalb den Bau eines Schiebers zur Ermittlung der Blenden/Zeitkombination vor (s. Abb. auf S. X). Dies ist eigentlich nur eine Verlängerung der Zeit/Blendenskala in den notwendigen Bereich hinein. Die auf dem Belichtungsmesser abgelesenen Werte werden auf dem Schieber gegenübergestellt. Bei dem Blendenwert der Camera Obscura kann man die erforderliche Belichtungszeit ablesen und die Testaufnahme machen.
Wenn man sich den horizontalen bzw. vertikalen Bildwinkel vor Augen führt, kann man recht gut schätzen, was alles „auf's Bild kommt". Aus Draht kann man jedoch auch einfache Sucher bauen und an der Camera befestigen.
Die im Labor entwickelte Testaufnahme kann nun ausgewertet werden. Streulicht macht sich meist in dunklen Streifen auf dem Negativ bemerkbar. Wenn man das *Negativ* noch einmal in die Camera legt, läßt sich meist erkennen, wo der Kasten undicht ist und abgedichtet werden muß. Falls die Aufnahme total überbelichtet bzw. unterbelichtet ist, sollte man zunächst den exakten Lochdurchmesser überprüfen. Grate an der Lochblende schlucken viel Licht und führen zur Unterbelichtung. Es muß dann eine genauere Lochblende angebracht werden.
Stimmt der Lochdurchmesser und das Bild ist trotzdem überbelichtet, sollte man seine Blendenberechnungen prüfen.
Auch die Empfindlichkeit der benutzten Fotopapier/Entwicklerkombination kann von unseren Erfahrungen abweichen. Einige weitere Testaufnahmen ergeben aber eine reproduzierbare Standard-Kombination, mit der zuverlässige Ergebnisse erzielt werden können.

6. Einfluß des Lochdurchmessers auf Belichtungszeit, Bildschärfe und Schärfentiefe: eine Versuchsreihe

Auch in der Camera Obscura hat der Lochdurchmesser einen Einfluß auf die Belichtungszeit, auf die Bildschärfe und auch (in begrenztem Maß) auf die Schärfentiefe. Dies sollte im weiteren Verlauf des Seminars an einer Fotoserie mit verschiedenen Lochblenden demonstriert werden.
Die Fotos können gut beurteilt werden, wenn man ein arrangiertes Motiv mit detailliertem Vordergrund und klar erkennbarem Hintergrund wählt. Um die rechnerischen Verhältnisse sinnvoll zu gestalten, empfiehlt es sich, einen Kasten mit 220 mm Bildweite zu benutzen. Die in folgender Tabelle vorgeschlagenen Lochdurchmesser ergeben dann eindrucksvolle Ergebnisse und einfache Rechenoperationen.
Die Ergebnisse sollten vor dem Hintergrund der optischen Gesetze interpretiert werden.

Bildweite	Loch-durch-messer	Blende	Belichtungs-zeit (Rechen-beispiel)
220 mm	10 mm	22	1 sec.
220 mm	5 mm	44	4 sec.
220 mm	2,5 mm	90	16 sec.
220 mm	1,25 mm	180	60 sec.
220 mm	0,6 mm	360	240 sec.
220 mm	0,3 mm	720	16 min.

Es stellt sich heraus, daß es einen „optimalen" Lochdurchmesser gibt. Die zu seiner Berechnung notwendige Formel kann an dieser Stelle anhand der Testserienergebnisse erklärt werden. Alle gebauten Cameras können nun mit dem „optimalen" Lochdurchmesser versehen werden.

7. Erkundung der ästhetischen Möglichkeiten durch Variation der Bildebene

Durch Veränderung der Bildweite – z.B. durch Knicken, Biegen oder Wölben des Aufnahmematerials – kann nun eine weitere Fotoserie entstehen, die sowohl die ästhetischen Gestaltungsmöglichkeiten der Camera Obscura dokumentiert und zur Diskussion stellt als auch die Grenzwerte sichtbar macht, die für das Aufnahmematerial in bezug auf den Belichtungsspielraum gelten.
Bei Weitwinkelaufnahmen werden nämlich die Bildränder nicht mehr ausgezeichnet; durch den verringerten Strahlenweg und die verringerte Lichtdurchtrittsfläche am Rand entsteht der sogenannte *natürliche Lichtabfall*. Wichtig: Bei gleichem Lochdurchmesser, aber veränderter Bildweite ändert sich auch die effektive Blende. Den Randlichtabfall kann man durch eine gebogene Bildebene aufheben. Dadurch entstehen sehr reizvolle Panorama-Aufnahmen bis zu einem Winkel von 175 Grad. Die kreative Gestaltung der Bildebene sowie die verschiedenen Möglichkeiten beim Bau (z.B. exzentrische Anbringung der Lochblende, Benutzung von schmalen Schlitzen statt runder Löcher) führen nun zum phantasievollen Einsatz der Camera Obscura im Hinblick auf selbstgewählte Themen.

8. Gemeinsamer Bau einer großen Camera Obscura

Als Abschluß eines solchen grundlegenden Seminars und als möglichen Einstieg in ein weiterführendes, thematisch bestimmtes Projekt schlagen wir vor, gemeinsam ein möglichst großes Bild zu machen.
Formate bis zu ca. 1 x 1,5 m (mit Rollenfotopapier) sind denkbar. Beim Bau der Camera kann in jeder Hinsicht improvisiert werden (Gehäuse aus Wellpappkiste, Entwicklung in einer provisorischen Wanne aus Plastik-Folie mittels Schwamm).
Durch die Testaufnahmen erfährt man sehr schnell, zu welchen ästhetisch-inhaltlichen Leistungen eine Camera Obscura benutzt werden kann. Ein sinnvoll ausgewähltes Motiv für die Großformat-Lochcamera kann zu einem gemeinsam empfundenen motivierenden Endergebnis führen. Von dem Negativ kann man, sofern Zeit vorhanden ist, im Kontakt mehrere Positive herstellen.
Ein weiterführendes Projekt könnte die faszinierende Möglichkeit nutzen, für vorher phantasievoll erdachte Bilder die jeweils speziell Camera zu bauen bzw. umzubauen, anstatt die vorgegebenen Möglichkeiten normaler Fotoapparate einfach hinzunehmen.

Portrait-Fotografie mit der Camera Obscura

Die langen Belichtungszeiten, die bei der Fotografie mit der CO notwendig sind, lassen zunächst vermuten, daß sie kein geeignetes Medium für Portrait-Fotografie ist. Erfahrungen zeigen jedoch, daß gerade die CO-Fotografie für Portraits adäquat sein kann.

Die herkömmliche Portrait-Fotografie friert mit ihren kurzen Belichtungszeiten Gesichts-Momente ein. Mit Recht behauptet so mancher, der von einem Amateur-Fotografen im Schnappschuß aufgenommen wurde: „So sehe ich nicht aus." Die Kamera nahm nur einen Moment, den Bruchteil einer Sekunde, wahr – diesen Moment kann der Mensch so nicht sehen, da er ihn nur im Kontext anderer Momente wahrnehmen kann, als Ablauf. In der Tat sind also so manche Portrait-Aufnahmen „untypisch".

Der professionelle Fotograf versucht, dieser Kalamität durch den Einsatz des Motors zu entfliehen; dem Amateur ist dieser Bereich in letzter Zeit durch das verstärkte Angebot von Spiegelreflexkameras mit Windern auch erschlossen worden. Diese Motoren und Winder bieten die Möglichkeit, in schneller Abfolge Portrait-Aufnahmen zu machen. Aus der Vielzahl der entstandenen Bilder kann dasjenige ausgesucht werden, das am gelungensten erscheint: Gelungen durchweg nicht deshalb, weil es die Person adäquat wiedergibt, sondern weil das Bild der Vorstellung, die die Person von sich selbst hat bzw. die der Fotograf von der Person oder dem Zweck des Bildes hat, entspricht.

CO-Portraits sind anders. Denn: CO-Fotografie ist der Anti-Winder

Aufgrund der langen Belichtungszeiten erfordert das CO-Portrait die völlige Konzentration des Fotografierten auf den eigenen Körper, da Bewegungen zunächst zu vermeiden sind. Dabei wird man schnell feststellen, daß man nicht imstande ist, sich vollkommen still zu verhalten. Unwillkürliche und rhythmische Körper- und Organbewegungen werden spürbar – dehnt man die Zeit des Stillhaltens unter extremer Körperkonzentration aus, so kann man bemerken, daß schließlich der Herzschlag den Körper bewegt.

Posieren fällt schwer bei einer Portrait-Aufnahme mit der Camera Obscura. Jede Pose impliziert Anspannung von Muskeln, impliziert bei längerer Dauer Verkrampfungen. Man muß sich also so geben, wie man im Moment an entspanntesten ist. CO-Portraits können also Fotografien von der Person sein, wie sie zum Zeitpunkt der Aufnahme wirklich ist: Da kein Moment eingefroren wird, da eigentlich das „Normale" fotografiert wird, können CO-Portraits natürliche Portraits sein.

Wenn sich der Fotografierte während der Aufnahme bewegt, vielleicht lacht oder sich nicht auf die Aufnahme konzentriert, sagt ein dann entstehendes Portrait etwas aus über die Person, über die Aufnahmesituation, die Beziehung des Aufgenommenen zur Fotografie, zum Fotografen und über Dinge, die außerhalb der Beziehung Fotograf-Kamera-Modell bei der Aufnahme vor sich gegangen sind.

Anmerkungen

[1] *Eilhard Wiedemann, Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte, Hildesheim 1970, S. 88*

[2] *ebenda, S. 92*

[3] *siehe Ptolemäus, Handbuch der Astronomie, Bd. 1, Leipzig 1963*

[4] *Wiedemann, S. 100*

[5] *Wiedemann, S. 101*

[6] *Wolfgang Baier, Quellendarstellungen zur Geschichte der Fotografie, München 1977*

[7] *Otto Werner, Zur Physik Leonardo da Vincis, Berlin 1910, S. 109*

[8] *Werner, S. 108*

[9] *zitiert nach: Friedrich von Zglinicki, Der Weg des Films, Berlin o.Jg., S. 51*

[10] *Josef Maria Eder, Geschichte der Photographie, Halle 1932, S. 60*

[11] *Baier, S. 11*

[12] *ebenda*

[13] *Werner Heisenberg, Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft, Leipzig 1943, S. 61*

[14] *Heisenberg S. 65*

[15] *Gerhard Graeb, Didaktik der Fotografie, München 1977*

Fotografie bis in unsere Zeit, mit vielen Zitaten und Quellenangaben.

3. Petr Tausk, Die Geschichte der Fotografie im 20. Jahrhundert, Köln 1977, Du Mont
Tausk befaßt sich, wie der Titel bereits sagt, mit der Geschichte der Fotografie in diesem Jahrhundert.

4. Kurt Dieter Solf, Fotografie. Grundlagen, Technik, Praxis, Frankfurt am Main 1971, Fischer, ISBN 3-436-01453-2
Ein sehr informatives Buch, das viele Beiträge der Fotografie eingehend beschreibt und das Thema Camera Obscura und deren technischen Hintergrund ausführlich klarlegt (ab Seite 119).

5. Atome, Kerne, Elementarteilchen. 12 Wissenschaftler berichten verständlich über die Bausteine unserer Welt, herausgegeben von Georg Süssmann und Nikolaus Fiebiger, Frankfurt am Main 1968, Umschau
Wer sich grundsätzlicher noch mit dem Problem des Lichts und der Problematik der Elementarteilchen auseinandersetzen möchte, findet hier eine Reihe interessanter Aufsätze. Zum Thema Licht ist besonders etwas im Aufsatz „Wellen und Teilchen" von Wolfgang Wild zu erfahren.

6. Farbenlehre, Joh. W. von Goethe, Einleitung und Erläuterung von R. Steiner, Stuttgart 1979, Verlag Freies Geistesleben, ISBN 3-7725-0702-6
Goethe kämpft in seiner Farbenlehre den Kampf gegen die wissenschaftlich „exakte" physikalische Optik Newtons und versucht, dessen szenierten Lichtstrahl ein ganz anderes System entgegenzusetzen, das des flutenden Lichts. Eine schon klassische Kontroverse, die immer wieder in die Diskussion gerät.

7. Theorie der Fotografie II, eine Anthologie, herausgegeben von Wolfgang Kemp, München 1979, Schirmer/Mosel, ISBN 3-921375-41-X
Wir empfehlen den Band II der dreiteiligen Ausgabe, der Texte der Zeit von 1912 bis 1945 vorstellt, „die zu ihrer Zeit für die Theorie der Fotografie maßgebend waren und die noch heute inspirierend wirken."

8. Susan Sontag, Über Fotografie, München und Wien 1978, Hanser, ISBN 3-446-12428-4
„In diesem Band erörtert sie die Beziehungen der Fotografie zur Kunst, zum allgemeinen Bewußtsein und zu unserem Wissen." Wir haben uns hier erlaubt, den Klappentext zu zitieren.

9. Bourdieu u.a., Eine illegitime Kunst, Die sozialen Gebrauchsweisen der Fotografie, Frankfurt am Main 1981, EVA, ISBN 3-434-00465-3
„Welchen Zwecken gehorcht die Photographie? Und welche stillschweigenden oder ausdrücklichen Vorsätze steuern den technischen Apparat, wenn ein Photo – geschossen – wird? In diesem Buch wird die Photographie unter dem Gesichtspunkt ihres Gebrauchswertes untersucht."

Wer etwas lesen möchte zur praktischen Fotografie mit der Camera Obscura, dem ist nicht so leicht zu helfen. Im englischsprachigen Raum können wir auf ein Interview mit *Eric Renner* verweisen, erschienen in der Zeitschrift *Afterimage*/Dezember 1974, oder auch auf die Zeitschrift *Camerawork* 6/1977 mit einem Aufsatz von *Steve Hoare, Pinholing: From Here to Infinity.* Hinweisen können wir auch auf eine Broschüre der *Fotogruppe Spiekerhof*, Münster 1978, mit dem Titel *Camera-Obscura-Fotografie.* Die Broschüre schließt mit dem hilfreichen Wink: „Linse? Nein Danke."

Literaturhinweise

Zahlreiche Hinweise und Materialien zur Camera Obscura finden wir in Werken, die heute – leider – nicht mehr im Handel erhältlich sind. Angegeben sind hier nur solche Werke, die derzeit erhältlich sind; wir empfehlen sie dem Leser, der an Einzelheiten der in diesen Handreichungen angesprochenen Problemkreise interessiert ist.

1. Josef Maria Eder, Geschichte der Photographie, Halle (Saale) 1932, Verlag von Wilhelm Knapp; Reprint-Edition 1979 by Arno Press Inc., New York, ISBN 0-405-09607-0
Es handelt sich um das Standardwerk zur Geschichte der Fotografie, mit vielen Zitaten und Quellenangaben, das alle damals bekannten fotografischen Verfahren vorstellt.

2. Wolfgang Baier, Quellendarstellungen zur Geschichte der Fotografie, München 1977, Schirmer/Mosel, ISBN 3-921375-15-0
Ebenfalls ein Standardwerk zur Geschichte der

Autoren

Detlef Frevert, *geb. 1939, selbständiger Ingenieur für Maschinenbau, lebt in Münster*

Ulrich Timmermann, *geb. 1952, ist Referent für den Deutschen Jugend-Fotopreis im „Kinder- und Jugendfilmzentrum in der Bundesrepublik Deutschland", Remscheid*

Reinhold Elschot, *geb. 1951, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter für Fernsehen und Weiterbildung im Adolf-Grimme-Institut, Marl*

Die Autoren arbeiten seit mehreren Jahren im Rahmen einer Fotogruppe am Thema „Camera Obscura", u.a. als Kursleiter in Seminaren der Erwachsenenbildung.
Soeben ist von ihnen der Fotobildband „Fremde Heimat – Fotografie mit der Camera Obscura" *erschienen. Der Band enthält eine Serie von CO-Fotos aus dem Ruhrgebiet.*

© W&M 6/1981