



# Lichtenberg Gesellschaft e.V.

[www.lichtenberg-gesellschaft.de](http://www.lichtenberg-gesellschaft.de)

Der folgende Text ist nur für den persönlichen, wissenschaftlichen und pädagogischen Gebrauch frei verfügbar. Jeder andere Gebrauch (insbesondere Nachdruck – auch auszugsweise – und Übersetzung) bedarf der Genehmigung der Herausgeber. Zugang zu dem Dokument und vollständige bibliographische Angaben unter tuprints, dem E-Publishing-Service der Technischen Universität Darmstadt: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de> – [tuprints@ulb.tu-darmstadt.de](mailto:tuprints@ulb.tu-darmstadt.de)

The following text is freely available for personal, scientific, and educational use only. Any other use – including translation and republication of the whole or part of the text – requires permission from the Lichtenberg Gesellschaft.

For access to the document and complete bibliographic information go to tuprints, E-Publishing-Service of Darmstadt Technical University: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de> – [tuprints@ulb.tu-darmstadt.de](mailto:tuprints@ulb.tu-darmstadt.de)

© 1987-2006 Lichtenberg Gesellschaft e.V.

---

Lichtenberg-Jahrbuch / herausgegeben im Auftrag der Lichtenberg Gesellschaft.

Erscheint jährlich.

Bis Heft 11/12 (1987) unter dem Titel: Photorin.

Jahrbuch 1988 bis 2006 Druck und Herstellung: Saarbrücker Druckerei und Verlag (SDV), Saarbrücken

Druck und Verlag seit Jahrbuch 2007: Winter Verlag, Heidelberg

ISSN 0936-4242

Alte Jahrbücher können preisgünstig bei der Lichtenberg Gesellschaft bestellt werden.

Lichtenberg-Jahrbuch / published on behalf of the Lichtenberg Gesellschaft.

Appears annually.

Until no. 11/12 (1987) under the title: Photorin.

Yearbooks 1988 to 2006 printed and produced at: Saarbrücker Druckerei und Verlag (SDV), Saarbrücken

Printer and publisher since Jahrbuch 2007: Winter Verlag, Heidelberg

ISSN 0936-4242

Old yearbooks can be purchased at reduced rates directly from the Lichtenberg Gesellschaft.

---

**Im Namen Georg Christoph Lichtenbergs (1742-1799) ist die Lichtenberg Gesellschaft ein interdisziplinäres Forum für die Begegnung von Literatur, Naturwissenschaften und Philosophie. Sie begrüßt Mitglieder aus dem In- und Ausland. Ihre Tätigkeit umfasst die Veranstaltung einer jährlichen Tagung. Mitglieder erhalten dieses Jahrbuch, ein Mitteilungsblatt und gelegentliche Sonderdrucke. Weitere Informationen und Beitrittsformular unter [www.lichtenberg-gesellschaft.de](http://www.lichtenberg-gesellschaft.de)**

**In the name of Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799) the Lichtenberg Gesellschaft provides an interdisciplinary forum for encounters with and among literature, natural science, and philosophy. It welcomes international members. Its activities include an annual conference. Members receive this yearbook, a newsletter and occasionally collectible prints. For further information and a membership form see [www.lichtenberg-gesellschaft.de](http://www.lichtenberg-gesellschaft.de)**

---

1778-1780 so recht ein. Ein von der Bibliothek auf dem Vorsatzblatt angebrachter Zettel spricht allerdings von „Klopstock at the age of 50 – Silhouette made by F. C. X. Starcke of Weimar around the year 1775“. Leider habe ich nicht erfahren, woher diese Angaben stammen. Jedenfalls ist diese Silhouette der Hamburger Arbeitsstelle Klopstock-Edition (die jedoch die Porträts nur beiläufig sammelt) nicht bekannt, und die Ähnlichkeit zu den dort bekannten (auch den in Haartracht und Haltung entsprechenden: Simg. v. Einem, Jakob v. Döhren) ist eher gering. Lediglich das Blatt in dem 1783 in Halle erschienenen Buch „Schattenrisse edler Teutschen. Aus dem Tagebuche eines physiognomischen Reisenden“ 1. Band, S. 114 bringt die Kinnpartie so wie Starcke, und das würde ja auch Kaldeweys und A/J's Datierung unterstützen.

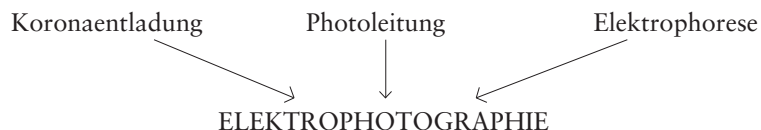
Über die Zuweisung des Albums an F. C. X. Star(c)ke habe ich nichts weiter in Erfahrung bringen können. Tatsächlich steht bei zwei der Bildunterschriften ein „St.“ in der Ecke. Der Weimarer Kupferstecher Johann Christian Starke, der den Umschlag zu Schillers Musenalmanach auf 1797 gestochen hat, kann schwerlich gemeint sein (er lebte von zirka 1764-1840), ist aber vielleicht mit ihm verwechselt. Hinweise und Ergänzungen sind willkommen.

*Eberhard Bayer*

#### Von den Lichtenbergschen Figuren zur Elektrophotographie

„Kästners Namen, nämlich nur das *K* mit einem Kranz geschrieben, habe ich ihm hinter Glas in einem goldenen Rahmen geschenkt, er war ganz außer sich darüber...“.

Lassen Sie mich von dieser 1777 verfaßten Briefstelle G. Ch. Lichtenbergs<sup>1</sup> einen Ausflug bis zu eigenen experimentellen Forschungsarbeiten machen, die ziemlich genau 200 Jahre später zu einem recht lukrativen Grundsatzpatent für Siemens bei der Entwicklung von Laserdruckern führten. Es würde mich sehr freuen, wenn es mir gelänge, in diesem von meinem verehrten Lehrmeister Herrn Professor Brix angeregten Aufsatz, auch Außenstehenden nebenbei einen prinzipiellen Einblick in das Innenleben moderner Bürogeräte verschaffen zu können. Zu diesen dienstbaren Geistern zählen heute sowohl Photokopierer, als auch mittlerweile schon sehr klein gewordene Personal Computerdrucker als auch kurz FAX genannte Facsimileapparate, die man zu gut deutsch auch Fernkopierer nennen kann. All diese Geräte funktionieren nach den Kunstregeln der Elektrophotographie, deren Grundzüge trotz ihrer Bedeutung im heutigen Alltag, noch immer in keinem mir bisher begegneten Schulbuch zu finden sind. Um nicht gleich zu Beginn einer Gefahr der Verwirrung in der Vielfältigkeit von Erscheinungen zu erliegen, wie es einem allzu oft beim Studium von Gebrauchsanweisungen geschieht, sei auf folgende Übersicht verwiesen:

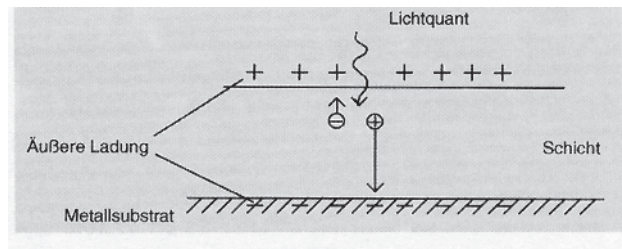


Dieses Schema zeigt die drei wesentlichen physikalischen Erscheinungen, deren sinnreiche Kombination zum Prinzip der Elektrophotographie führt. Genau dieses war unter persönlich ergreifend schwierigen Umständen im Jahre 1938 in einmalig originärer Art einem Amerikaner namens Chester F. Carlson gelungen.<sup>2</sup> Als Frucht dreijährigen intensiven Nachdenkens hatte Carlson zusammen mit einem emigrierten deutschen Physiker Otto Kornei ersten praktischen Erfolg bei folgendem Prinzipversuch:

Kornei hatte gerade eine verbesserte Photoleiterplatte (das einzige Element der Elektrophotographie, das G. Ch. Lichtenberg als solches noch nicht kannte), eine ca. 4 x 7 cm<sup>2</sup> große, mit Schwefel beschichtete Zinkplatte hergestellt. Diese wurde im Dunkeln durch Reiben mit einem Fell aufgeladen. Nach Belichten durch eine Maske entstand dank der Photoleitfähigkeit des Schwefels ein nach der Maske geformtes latentes Ladungsbild auf der Schwefelschicht. Durch Bestreuen mit geladenem Farbpulver konnte anschließend eine Kopie getreu der dem Ladungsbild angelagerten Farbpulververteilung erzeugt und anschließend auf ein Papier abgedruckt werden. Wenn auch die letzten drei Sätze vielleicht Außenstehenden nicht gerade einfach verständlich klingen, so möge man mir verzeihen. Das Ergebnis dieses so beschriebenen ersten gelungenen Elektrophotographie-Versuches ist jedenfalls im folgenden Bilde historisch eindeutig dokumentiert:



Diese Aufnahme entstand in einem provisorisch als Labor eingerichteten Hotelzimmer. Nach sicher nicht zu unterschätzender Geduld beim Aufladen, Belichten und Pulverbestreuen zahlloser Materialien war es gelungen, den ersten durch Photoleitung gesteuerten, elektrophotographischen Druckprozeß zustande zu bringen. Lichtenbergs berühmte Figurenspele standen und fielen mit der Suche nach geeigneten Elektreten<sup>3</sup>. Carlsons Fortschrittsidee bestand in der Suche nach „Elektreten“, die ihr Isolationsvermögen in Abhängigkeit von einer Belichtung *steuerbar* zeigten. Schematisch läßt sich dieser Lichtsteuerprozeß mit folgender Skizze beschreiben:



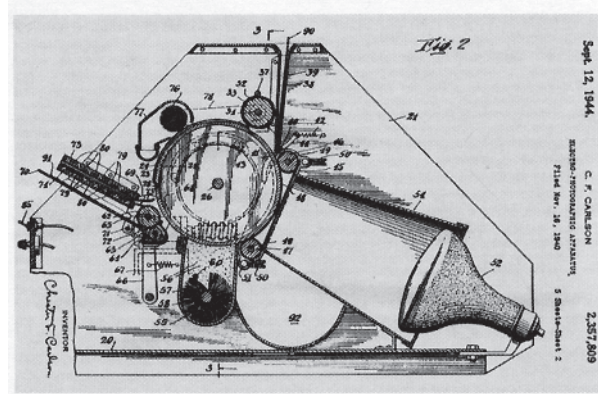
Ein innerhalb einer geeigneten Schicht absorbiertes Lichtquant führt zur Erzeugung eines Ladungsträgerpaares  $\ominus \oplus$ , das durch die Anziehungskräfte der äußeren Ladungen noch weiter getrennt wird und nach seiner Wanderung durch die Schicht die lokale Oberflächenladung kompensiert. Schichtmaterial dieser Art nennt man Photoleiter.

Entdeckt wurde die Photoleitung völlig unerwartet von W. Smith im Jahre 1873. Er berichtete erstmals über eine durch Licht verursachte Erhöhung der Stromleitfähigkeit in einem dem zuvor erwähnten Element Schwefel verwandten Element Selen, das damals, seinem glänzenden Aussehen nach, noch für ein Metall gehalten wurde.

Wesentliche Schritte für das Verständnis der Photoleitung konnten erst nach der Einführung von Begriffen der Quantentheorie und der darauf aufbauenden Halbleiterforschung gewonnen werden, wie sie nach 1920 besonders eifrig, abermals in Göttingen, von R. W. Pohl und seinen Schülern betrieben wurde. Es sollte sich zeigen, daß die interessante Eigenschaft der Photoleitung gerade besonders ausgeprägt in der damals neu gefundenen Stoffklasse der Halbleiter zu finden ist.

Ich möchte an dieser Stelle die Photoleitung vorläufig verlassen, man ahnt, das ist und bleibt ein interessantes Forschungsgebiet.<sup>4</sup> Um zu einem der Allgemeinheit dienlichen elektrophotographischen Apparat zu gelangen, nutzt aber nicht so sehr die Vertiefung in Einzelphänomene, sondern eine sinnvolle Kombination mehrerer Prozessschritte muß rechtzeitig gewagt werden. In diesem Falle war eine Einrichtung gesucht, in die man an einer Stelle weißes Papier und eine Vorlage einlegt, anschließend auf einen Knopf drückt und daraufhin eine Kopie und die Vorlage zurückerhält.

Auch bei dieser als Geräteentwicklung zu nennenden Aktivität hat sich C. F. Carlson abermals als überragende Erfinderpersönlichkeit hervorgetan. Ein Resultat seiner Bemühungen ist der folgenden Abbildung zu entnehmen, die aus einer Grundsatzpatentanmeldung des Jahres 1944 stammt.<sup>5</sup>



Kurz gesagt: die Erfindung des Rades oder besser gesagt einer Trommel mit einer Photoleiterschicht mußte verquickt werden mit vielen weiteren guten Ideen, zum Beispiel dem Ersatz der Katzenfellreibung durch eine der Lichtenbergschen Figurenerzeugung verwandten Koronaaufladung. Trotz damals zeitbedingter Verzögerungen, wo allgemein nur wenig Interesse an nicht-militärischen Neuerungen herrschte, konnten Carlsons Ideen bis 1948 am Batelle Memorial Institute, Columbus soweit ausgearbeitet werden, daß eine damals noch sehr kleine Firma durch Übernahme der Exklusivrechte für Carlsons Patente damit zu einem weltbekannten Großunternehmen namens Xerox wachsen konnte. Zahllose Forscher mühten sich seitdem unentwegt an Verbesserungen und nach Ablauf von Carlsons Hauptpatentrechten konnten sich auch noch andere Firmen auf diesem neu erblühten Arbeitsgebiet tummeln.

Es sollte aber nicht nur bei einfachen Kopiermaschinen bleiben. Gerade beim Aufkommen der ersten größeren Elektronenrechner zu dieser Zeit, stieß das Ausdrucken der Daten auf mechanischen Druckern mit Typenhebeln oder -ketten schnell an seine Grenzen. Zufällig waren zu dieser Zeit gerade auch Laser mit elektrooptischer Steuerungsmöglichkeit, ursprünglich für Nachrichtenübertragung erdacht, gerade ebenfalls im Werden.<sup>6</sup> Da dauerte es nicht lange bis bei dem renomierten Computerbauunternehmen IBM ein durch Daten gesteuerter Laserstrahl auf eine rotierende Photoleitertrommel gelenkt wurde und bald die ersten Laserdrucker im Rampenlicht der Computermessen zu sehen waren.

Wie konnte man da nun noch als kleiner Forschungsgesandter der deutschen Großindustrie, ehemaliger Schüler des Darmstädter Lichtenberg-Gymnasiums etwas mitwirken? Auch Siemens hatte unter Führung eines wackeren Schwaben gerade noch rechtzeitig ein Laserdruckerprojekt gestartet. Mit dem damals von AEG besonders propagierten Photoleiter Arsentriselenid ( $As_2Se_3$ ) und einem bewährten, rotleuchtenden Helium-Neon-Laser wagte man einen einfacheren Weg als IBM, obwohl in Xerox-Patenten Rotlicht für den  $As_2Se_3$ -Photoleiter wegen sogenannter Ermüdungserscheinungen ausdrücklich ausgeschlossen war.<sup>7</sup>

Unser Labor bekam den Teilauftrag, diese Ermüdungserscheinungen, die sich hauptsächlich im Verlust einer schnellen Wiederaufladefähigkeit des  $As_2Se_3$ -Photoleiters nach Rotbelichtung zeigten, entweder durch Materialzusätze oder sonstige Maßnahmen zu beseitigen. Ich versuchte mein Glück mit „sonstigen Maßnahmen“, und zwar mit einer besonderen *Spektralverteilung* bei einer sogenannten *Zwischenbelichtung*, die zur Löschung der vorhergehenden Ladungsbilder bei jedem Umlauf der Photoleitertrommel sowieso nötig war.

Nach zwei Jahren Untersuchungsarbeit in einer Dunkelkammer an einer Eigenbau-Meßapparatur hatte ich eine besondere Spektralverteilung für die Zwischenbelichtung ausfindig gemacht, die das Gewünschte leistete. Zwischendurch regelmäßig abgehaltene Gruppenbesprechungen im engeren Kollegenkreis hatten einen oft, dank wertvoller Ratschläge und scherzhafter Ermunterungen, vor tückischen Zirkelschlüssen bewahrt. Mit zittriger Schrift und groben Skizzen wurde zu Ostern 1977 ein Erfindungsmeldebogen ausgefüllt. Ein wohlmeinender Kollege aus der Patentabteilung formulierte eifrig neu und verfaßte schließlich eine juristisch wasserdichte Patentschrift.<sup>8</sup> Dann galt es noch die firmeneigenen Entwickler des Druckerprojektes von der Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahme im rauen Dauerversuchsbetrieb zu überzeugen. Ende gut, alles gut; der Siemens-Laserdrucker, ein Gerät für Großrechner mit 20.000 Zeilen Druckleistung pro Minute, konnte sich seither gut gegen zahlreiche Konkurrenz behaupten. Trotz langwieriger, sprachlich schwieriger Patent-

verhandlungen mit japanischen Firmen, flossen und fließen Lizenzeinnahmen immer noch recht ordentlich.

- 1 Promies, Wolfgang: *Georg Christoph Lichtenberg*, 1964, 61.
- 2 Dessauer, J. H./Clarke, H. E.: *Xerographie and Related Processes*, Focal Press, 1965. 34 ff.
- 3 Promies, Wolfgang: *Georg Christoph Lichtenberg*, 1964, 61.
- 4 Stöckmann, F.: *Photoconductivity – A Centennial*, Phys. Stat. Sol. A15, 1973, 381.
- 5 Carlson, C. F.: *US-Patent 2357809*/ Sept. 12, 1944 „Electrophotography“.
- 6 Rosenberger, D./Müller, R.: *Laser*. 219 ff. 423 ff. Springer Verlag 1969.
- 7 Felty, E. J./Sparks, J.: *US-Patent 3, 511, 649* vom 12.5.1970.
- 8 Bayer, E.: *Patent DE 27 26805*, 14.6.1977.

Neue Anwartschaft auf das Erstgeburtsrecht bei den Lichtenbergschen Figuren:

Die alte Encyclopaedia Britannica kannte bereits spätestens in der 5. Auflage von 1815 (7, 727) einen Gegenkandidaten bei der Anwartschaft Lichtenbergs auf das Erstgeburtsrecht der Lichtenbergschen Figuren: einen gewissen Dr. Klincock aus Prag („the same thought seems to have occurred to ...“), der sich aber sonst nicht weiter fassen läßt.

Nun kommt aber noch einer dazu, über den man diesmal etwas mehr weiß: Jan Lauts berichtet (nach Biographien des 19. Jahrhunderts) über den aus Lübeck stammenden Schulmann und Gymnasialprofessor Johann Lorenz Böckmann. Sein Biograph Wilhelm Wucherer schrieb 1802 über ihn, er habe bereits 1776, also noch ein halbes Jahr vor Lichtenberg, „die schönen Sterne und Gesträuche, welche feiner Staub auf einem geriebenen Electrophor bildet, [entwickelt] und erfand bald darauf das Mittel, dergleichen Zeichnungen nach Willkür zu verfertigen“. (Nach: Jan Lauts, Karoline Luise von Baden. Karlsruhe 1980, 341 f.).

Beide Entdeckungen, darf man annehmen, auch ohne Lichtenberg-Verehrer zu sein, sind Folgen von Lokalpatriotismus mit einem Schuß Mißgunst: Wer hieß die beiden denn, wenn die Berichte überhaupt stimmen, ihre Forschungsergebnisse geheimzuhalten? So muß man also vorläufig nicht die Umbenennung der Lichtenberg- in Böckmann- oder Klincock-Figuren befürchten. Und wenn schon: es waren beileibe nicht die einzigen ‚Sterne in der Finsternis der Wissenschaft‘, die Lichtenberg zum Leuchten brachte.

U. J.