Zeitschrift: Neujahrsblatt herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr ...

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Zürich

Band: 102 (1900)

Artikel: Beleuchtung sonst, jetzt und einst

Autor: Lunge, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-386844

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Beleuchtung

sonst, jetzt und einst.

Von

Prof. Dr. G. Lunge.

Mit zwei Tafeln.

Druck von Zürcher & Furrer in Zürich.

Seit den ältesten Zeiten muss der Mensch, sobald er überhaupt aus dem Zustand des Wilden herausgetreten war, das Bedürfnis empfunden haben, das Licht des Tagesgestirns, das nach dem Sinken der Sonne nur durch den Vollmond einigermassen, aber auch dann noch recht unvollkommen vertreten wird, wenigstens zu Zeiten durch künstliche Beleuchtung zu ersetzen. Unter den Tropen, wo die Dauer des Tages und der Nacht im Verlaufe des Jahres nur unbedeutend hin- und herschwankt, wird jedenfalls jenes Bedürfnis lange nicht so früh entstanden sein, als in nördlicheren Himmelsstrichen. Hier aber muss es sehr früh eingetreten sein. Man sagt zwar noch heut: der Bauer steht mit der Sonne auf und legt sich mit der Sonne nieder. Aber das kann auch der Bauer im Winter nicht durchführen, wo in unserer Gegend an trüben Dezembertagen das Tageslicht schon um 4 Uhr nachmittags fast ganz erloschen ist. Und die Angehörigen anderer Berufe, die den Menschen im Winter ebenso stark wie im Sommer beschäftigen, müssen von jeher die Notwendigkeit empfunden haben, die langen Winterabende nicht müssig zu verbringen.

Zweifellos bot sich zu allererst als Notbehelf der Schein des Feuers dar, das der Mensch in höheren Breiten ohnehin zum Erwärmen seiner Wohnung nicht entbehren konnte, um so mehr als man ja früher fast allgemein mit Holz feuerte, dessen lodernde Flamme nicht nur Wärme, sondern auch ein, freilich recht ungewisses und wechselndes Licht spendet. Auch in England, wo die Heizung mit Holz in Folge der Entwaldung des Landes längst verschwunden ist, wo aber merkwürdigerweise die Erwärmung der Wohnungen durch offene Kamine noch in fast allgemeinem Gebrauche steht, bevorzugt man für diesen Zweck eine Kohle, die eine schöne, leuchtende Flamme giebt, nämlich die Cannelkohle, deren Namen sich von candle = Kerze ableitet. Man braucht dort nicht zu den Arbeiterwohnungen hinabzusteigen, um wahrzunehmen, wie noch Heizung und Beleuchtung vereinigt sind; selbst in grossen Bürgerhäusern wird das Anzünden des Gases oder der Lampe oft recht lange hinausgeschoben, um am flackernden Kaminfeuer, neben dem man ja doch, wo immer möglich, seinen Platz nimmt, noch ein wenig des Lichts zugleich mit der Wärme zu geniessen.

Sehr bald nahm man natürlich wahr, dass manche Holzarten mit hellerleuchtender Flamme als andere brannten, und das harzreiche Fichten- oder Kiefern-

holz, der „Kienspan“, wurde nun direkt zur Beleuchtung der Wohnungen angewendet, zu homerischer Zeit auch noch in den Königspalästen. In den Häusern des armen Mannes war der Kienspan vermutlich überall bis weit ins Mittelalter hinein die einzige Quelle künstlichen Lichtes. In den Alpendörfern, z. B. im bayerischen Hochlande, soll diese Beleuchtungsart noch zu Anfang dieses Jahrhunderts allgemein gewesen sein; in schwer zugänglichen und armen Dörfchen und Einzelgehöften hat sie sich vermutlich noch länger erhalten.

In den Wohnstätten der Bemittelten wird der Kienspan schon früh einer etwas vollkommeneren Lichtquelle Platz gemacht haben. Dieselben Bäume, welche das Kienholz liefern, das seine Eigenschaft des hellen und intensiven Brennens einem Gehalte an Harz verdankt, lassen einen Teil dieses Harzes in reinerem Zustande ausschwitzen. Indem man Holz oder auch Stricke u. dgl. mit Harz tränkte, konnte man heller, länger und etwas gleichmässiger brennende Fackeln erzeugen, die man als die Vorläufer der Kerzen ansehen kann und die vor allem zu tragbarer Beleuchtung dienten. Auch in anderer Weise, durch Verbrennen in metallenen Becken, konnte man dem Harz mehr Licht abgewinnen und mochte dann auch schon Fette dabei verwenden. Auf diesem Wege, durch Feuerbecken, waren im früheren Altertum die Paläste der Grossen beleuchtet und auch noch später wurde diese Beleuchtungsart, vor allem im Freien, vielfach verwendet.

Im hohen Norden treffen wir noch heut eine andere Lichtquelle, die als primitivstes Stadium der Anwendung von flüssigen Beleuchtungsstoffen angesehen werden kann. In der Hütte des Eskimos und des Lappländers brennt die Thranlampe, die auch hier zugleich Wärme und Licht spenden muss. Die aus ihrer russigen Flamme aufsteigenden Gase müssen sich einen Ausweg durch ein Loch an der Spitze der kleinen kegelförmigen Hütte suchen, in der die ganze Familie eng zusammenhockt.

Weiter südlich, wo man den Fischthran nicht kennt, konnte man flüssige Fette aus dem Pflanzenreiche gewinnen, zuerst gewiss aus der Frucht des Oelbaumes, später aus den Samen vieler anderer Pflanzen. Jedenfalls finden sich Oellampen unter den allerhäufigsten Funden aus dem Altertume, und schon in den ältesten italischen Gräbern. Mineralöle haben die Alten schon in Form des Naphta aus dem Kaukasus gekannt, aber anscheinend nie zur Beleuchtung verwendet. Sie hätten auch schwerlich die dazu erforderlichen Vorrichtungen technisch herstellen können.

Wie haben also wohl die Alten ihre Häuser beleuchtet? Hiermit allein werden wir uns beschäftigen, denn öffentliche Gebäude wie Gerichtshallen, Theater u. s. w. sind gewiss nur zur Tageszeit benutzt worden und Strassenbeleuchtung in unserem Sinne, mit Ausnahme von gelegentlichen Illuminationen bei Festlichkeiten, haben die Alten, und hat auch das Mittelalter gar nicht gekannt. Man musste sich damals durch Mitnehmen von Fackeln oder Laternen beim Ausgehen

nach Eintritt der Finsternis behelfen. Noch im Jahre 1662 wurde unter Ludwig XIV eine Verordnung erlassen, wornach die auf den Strassen für die Passanten Fackeln und Laternen feilhaltenden Träger ihre Dienste zu 5 sols für die Viertelstunde leisten mussten, und erst 1663 wurde in Paris, und auch nur für die Wintermonate, eine ständige Nachtbeleuchtung der Strassen durch in Laternen brennende Kerzen eingeführt.

Im Hause haben sich nun im Altertume, im ganzen Mittelalter und noch viel später die Aermeren, soweit sie überhaupt künstliche Beleuchtung besassen, jedenfalls mit dem Kienspane begnügt. Die Wohlhabenderen verwendeten augenscheinlich in grosser Zahl Lampen, teils jene allbekannten kleinen, tragbaren, teils angebracht an Kandelabern oder in anderen Zierformen, oft mit bewundernswürdiger künstlerischer Vollendung, aber in technischer Beziehung genau übereinstimmend mit den rohesten der Küchenlampen, die in Europa bis vor 40 oder 50 Jahren, d. h. vor Aufkommen des Petroleums, in Gebrauch waren (siehe Fig. 1 und 2). Sie müssen ganz wie diese eine trübe, schmauchende Flamme gegeben haben, um so mehr als damals die heut bekannten chemischen Reinigungsmethoden für das Oel natürlich noch nicht existierten.

Kerzen waren den alten Griechen vermutlich ganz unbekannt; sie besassen in ihrer Sprache gar kein Wort dafür. Die Römer dagegen haben dieses Wort candela, und haben die Sache jedenfalls schon früh gehabt, ganz abgesehen von den mit Harz oder Pech getränkten, als tragbare Fackeln dienenden Seilen. So hören wir, dass das fettgetränkte Mark von Schilfrohren als Nachtlicht zum Aufstellen bei der Leichenwache neben der Bahre diente. Auch biegsame Dochte aus Flachsfaser waren bekannt. Als Material zum Tränken dieser beiden Arten von Dochten diente Wachs oder Talg, deren Reinigung Plinius im I. Jahrhundert nach Christus ausführlich beschreibt. Apulejus unterscheidet im nächsten Jahrhundert bestimmt zwischen Wachs- und Talgkerzen. Die Kandelaber waren, wie schon das Wort zeigt, anfangs Vorrichtungen zum Aufstecken von Kerzen und wurden erst später auch für Lampen eingerichtet. Im Anfang des IV. Jahrhunderts veranstaltete Constantius schon eine Beleuchtung der Stadt Byzanz, des heutigen Konstantinopels, auf den Christabend mit Lampen und Wachskerzen. Doch waren jedenfalls zur Zeit der römischen Kaiser, also etwa in den ersten fünf Jahrhunderten unserer Zeitrechnung, die Kerzen noch sehr wenig verbreitet.

Später brachte die Kirche die Wachskerzen, zu rituellen Zwecken, in immer weiteren Gebrauch, und bald bedienten sich die Wohlhabenden derselben auch in ihren Häusern. Von Alfred dem Grossen, König von England, der im Jahre 901 starb, wird berichtet, dass er statt mit Sanduhren die Zeit durch die Brenndauer von Wachskerzen von gewisser Länge und Dicke bestimmt habe. Die Wachskünstler, Cerarii, bildeten im Mittelalter eine eigene Zunft, der auch das Einhüllen der Leichen in Wachs zukam. Lange, aufgewickelte Wachsstöcke oder „Wachsrödel“

wurden im XVII. Jahrhundert in Venedig gemacht. In der Schloss- und Stiftskirche zu Wittenberg wurden vor der Reformation bis zu 35,750 Pfund Wachskerzen im Jahre verbrannt. Im XVIII. Jahrhundert trieben die Höfe enormen Luxus mit Wachskerzen; in Dresden verbrauchte ein einziges Hoffest 14000 Stück davon.

Ueber das Aufkommen der Talgkerzen für allgemeineren Gebrauch wissen wir weniger, doch sind auch diese schon im früheren Mittelalter allgemeiner geworden. Die Talgkerzen wurden damals nur auf dem Wege des „Ziehens" der Dochte durch geschmolzenen Talg, nicht durch die vollkommenere Operation des Giessens hergestellt; noch heutzutage ist das erstere grade in dem industriellen England die gewöhnliche Fabrikationsmethode für die von der ärmeren Bevölkerung dort noch viel gebrauchten Talgkerzen.

Bis vor 100 Jahren sind wohl die Kerzen fast genau ebenso wie 1000 Jahre früher hergestellt worden. Erst damals begannen die Bemühungen der Technik, aus dem gemeinen Unschlitt ein härteres, weniger leicht schmelzbares Produkt herzustellen, indem man die geschmolzene Talgmasse nach teilweisem Erstarren auspresste. Das Resultat war aber auch dann noch ein sehr unvollkommenes, so dass man diese Operation kaum viel eingeführt hat.

Auch die bessergestellten Bürgersleute konnten für den täglichen Gebrauch, für den doch die Wachskerzen zu teuer waren, sich neben den ganz unvollkommenen Lampen bis in das zweite Viertel dieses Jahrhunderts hinein nur der Talgkerzen bedienen, bei denen die Unannehmlichkeit des fortwährenden Tropfens des Dochtes als unabänderlich hingenommen wurde. Die messingne Lichtscheere gehörte noch in meinen Jugendjahren zu dem Bestande jeder Hauswirtschaft. Wer erinnert sich nicht aus Jean Pauls Siebenkäs an die köstliche Scene, wo der Armenadvokat mit seiner jungen Frau Lenette übereingekommen ist, dass sie das Lichtschneuzen besorgen solle, aber durch ihr fortwährendes Vergessen dieser wichtigen Funktion zu Verzweiflung gebracht wird. Und Göthe sagt gar:

Wüsst nicht, was sie Besseres erfinden könnten,
Als dass die Lichter ohne Putzen brennten.

Nun, diese Erfindung ist allerdings, und nicht allzulange nachher, gemacht worden in Form der Stearinkerze, die wir im wesentlichen französischen Gelehrten und Technikern zu verdanken haben. In allererster Linie müssen wir da Chevreul nennen, jenen wunderbaren Mann, der auf mehreren, ganz auseinanderliegenden Gebieten der wissenschaftlichen Chemie ebenso bahnbrechend wie für die technischen Anwendungen dieser Gebiete gewesen ist, der drei Jahre vor Zerstörung der Bastille geboren wurde und der im Alter von 103 Jahren noch die Erbauung des Eiffel-Turms mit ansehen konnte. Wenn man überhaupt von den klassischen Arbeiten im Gebiete der Chemie spricht, so muss man unter den allerersten derselben das Werk Chevreuls: „Recherches chimiques sur les corps gras d'origine

animale“ aus dem Jahre 1823 nennen. Er zeigte darin, dass die Fette aus Verbindungen des schon früher entdeckten Glycerins mit Körpern bestehen, die äusserlich auch noch den Fetten gleichen, chemisch aber die Natur von Säuren haben und daher als „Fettsäuren“ bezeichnet werden. Aus dem Talg, dem Olivenöl und auch aus den meisten andern Fetten und fetten Oelen kann man hauptsächlich drei solcher fetter Säuren isolieren, eine bei gewöhnlicher Temperatur flüssige, die Olein-Säure, und zwei feste, die Stearinsäure und Palmitinsäure. Das Gemisch der beiden letzteren lässt sich durch Pressen von der Oleinsäure trennen und stellt dann das vor, was man, allerdings im chemischen Sinne nicht ganz korrekt, als „Stearin“ bezeichnet. Chevreul erkannte sofort, dass sich dieses Material, das einen weitaus höheren Schmelzpunkt als Talg besitzt, ungleich härter ist und sich nicht wie dieser fettig und schmierig anfühlt, ganz vorzüglich zur Kerzenfabrikation eignen müsse. Auch hatte er keineswegs den falschen Stolz, die technische Verwertung seiner, durch zehnjährige, wahrhaft bewundernswerte wissenschaftliche Arbeit gewonnenen Kenntnisse abzulehnen; vielmehr nahm er in Gemeinschaft mit einem anderen, ebenso berühmten Naturforscher, Gay-Lussac, im Jahre 1825 ein englisches Patent für die gewerbliche Ausbeutung seiner Forschungen. Aber da zeigte es sich, wie in so vielen anderen Fällen, dass zwischen der wissenschaftlichen Auffindung neuer Thatsachen und deren gewerblicher Verwertung doch eine Kluft besteht, deren Ueberbrückung dem Gelehrten ohne Hilfe des Technikers meist nicht gelingt. Die Inhaber jenes Patentes, deren Namen die reine Wissenschaft mit Stolz nennt, vermochten keinen Nutzen daraus zu ziehen, und nach wie vor musste man die Kerzen aus Talg machen, bis es (zum Glück bald darauf) einem Praktiker gelang, durch eine Reihe rein technischer Erfindungen alle Schwierigkeiten zu überwinden. Der Name dieses Mannes, Milly, ist noch heut auch dem Laien durch die zuweilen vorkommende Bezeichnung der Stearinkerzen als Milly-Kerzen bekannt. Er errichtete 1831 in Paris eine Fabrik, in der schon ungefähr ebenso gearbeitet wurde, wie noch heute. Ihm verdankt man alle die Verbesserungen, durch die erst eine rationelle Fabrikation ermöglicht wurde, und auch, was von enormer Bedeutung war, die Präparierung der Dochte in solcher Weise, dass das Putzen derselben vollständig in Wegfall kommen konnte.

Jenes Jahr, 1831, ist also das Geburtsjahr der Stearinkerzen, deren Fabrikation sich seitdem über alle Industrieländer ausgebreitet hat. Seitdem sind ja verschiedene weitere Verbesserungen gefunden worden; man hat billigere Methoden zur Verarbeitung der Fette auf Stearin entdeckt, man hat andere, weniger kostspielige Ausgangsmaterialien dafür eingeführt; man verwendet neben dem Stearin auch das Paraffin in der Kerzenfabrikation u. s. w. Aber im grossen und ganzen ist schon 1831 das von Göthe erträumte Ideal erreicht worden; seitdem verfügt die Menschheit über Kerzen, die alle Annehmlichkeiten der

Wachskerzen mit ungleich grösserer Billigkeit vereinigen, und bei denen von Putzen gar nicht mehr die Rede ist.

Was ist denn nun eigentlich eine Kerze? Weiss das nicht jedes Kind? Ja, es weiss schon, wie eine Kerze aussieht und dass sie fortbrennt, wenn man sie angezündet hat; aber was dabei eigentlich vorgeht, das ist doch gar nicht so ganz einfach. Hat doch Faraday die „Geschichte der Kerze“ in nicht weniger als sechs Vorlesungen behandelt. Hier wollen wir es aber gnädiger machen; immerhin wollen wir ein wenig ausholen. Jedermann weiss, was Leuchtgas ist, und die meisten Leser sind vermutlich auch schon an einer Gasfabrik vorbeigegangen und haben dabei nicht nur ihre Geruchsnerven geübt, sondern auch durch den Augenschein wahrgenommen, dass dort eine ganze Anzahl von Gebäuden und grossen Gasometern zu finden ist. Wenn sie eintreten und sich herumführen lassen wollten, so würden sie sich noch besser überzeugen, was für einen grossen Aufwand von Apparaten und Operationen man zur Darstellung von Leuchtgas aufwenden muss. Auch weiss Jeder ganz genau, dass zur Verteilung des Gases in der Stadt ein enormes Netz von grossen und kleinen Eisenröhren erforderlich ist, das unterirdisch verlegt ist; will man davon Nutzen ziehen, so muss man eine Zweigleitung in das Haus besitzen. Gewöhnlich ist das schon vorher angelegt und man nimmt das alles als selbstverständlich hin. Aber wer sich einmal an die grosse Bequemlichkeit der Gasbeleuchtung gewöhnt hat, der empfindet es sehr schmerzlich, wenn er an einen kleineren Ort verschlagen wird, wo es keine Gasfabrik giebt. Jene Bequemlichkeit ist so gross, dass isoliert gelegene Hôtels, Fabriken, Bahnhöfe, grössere Landhäuser u. s. w. oft mit eigenen kleinen Gasfabriken ausgestattet worden sind.

Man denke sich nun, es verlaute, man habe eine grosse Erfindung gemacht; jeder könne sich darnach Gas im Hause bereiten, und man brauchte dazu nicht einen eigenen Apparat, wie die genannten Hôtels u. s. w., sondern man könne ohne einen solchen auskommen. Ganz selbstthätig vollziehe sich die Darstellung des Gases; die Reinigung desselben in besondern Apparaten, seine Aufspeicherung in Gasometern, falle fort; die Leitung an den Ort, wo das Gas verbrannt werden soll, die regelmässige Zufuhr neuer Materialien, die Wegschaffung der Schlacken des Prozesses — alles gehe ebenfalls ganz selbstthätig vor sich, mit grösster Reinlichkeit und in beliebigem, grossem oder kleinem Masstabe, ja sogar, wenn gewünscht, alles mit einer Hand tragbar, und dabei völlig gefahrlos, ohne den Gestank und die Giftigkeit des Leuchtgases. Wie würde man frohlocken, dass die hässlichen, übelreichenden, Millionen verschlingenden Gasfabriken, die noch teureren Leitungsröhren, wegen deren die Strassen so oft aufgerissen werden müssen, und die Beleuchtungskörper in den Zimmern selbst, nun gar nicht mehr gebraucht werden! Würde man nicht eine solche Erfindung, eine Vereinigung

von Gasfabrikation und Verbrennungsvorrichtung, auch im kleinen Masstabe, für einen riesenmässigen technischen Fortschritt halten müssen?

Nun, diese Erfindung ist schon gemacht. Ich rede nicht etwa, wie mancher denken mag, von Acetylen; das erfüllt noch lange nicht alle oben gestellten Bedingungen. Wohl aber erfüllt sie jede gemeine Stearinkerze, jede Wachskerze, in ein wenig unvollkommenerer Weise sogar jede Talgkerze. Es wird doch wohl der Mühe lohnen, zuzusehen, wieso man einen derartigen Ausspruch thun kann, der darauf hinauskommt, dass jede Kerze eine kleine Gasfabrik, kombiniert mit Leitung und Brenner, vorstellt.

Eine Kerze besteht bekanntlich aus einem cylinderförmigen Körper von Fettsubstanz, in dessen Mitte sich ein Docht befindet. Das Spiel beginnt damit, dass der aus Baumwollenfäden bestehende Docht an seiner Spitze entzündet wird. Die auf die Kerze herabstrahlende Wärme bringt die Fettsubstanz zum Schmelzen, worauf sie in Folge der Kapillarität des Dochtes in diesem aufsteigt und zu der Flamme selbst gelangt. In dieser wird sie nun in ähnlicher Weise zersetzt, wie die Kohle in der Gasretorte; es bildet sich aus ihr ein Strom von brennbaren Gasen, der sich an seiner Aussenseite entzündet und die Flamme bildet, deren Hitze nun den ganzen Prozess immer wieder aufs neue belebt. Einmal angezündet leistet also die Kerze denselben Dienst wie eine Oellampe, bei der wir von vorn herein ein flüssiges Fett anwenden, das im Dochte aufsteigt; aber wir können sie auch als eine Miniatur-Gasfabrik ansehen, denn erst wenn ihre Bestandteile sich vergast haben, können sie eine Flamme liefern.

Bei Talgkerzen muss man lose gewebte, dicke Dochte anwenden, an deren oberem Ende sich immer Kohle ansetzt, herstammend zum Teil aus dem Docht selbst, zum Teil aus der Verkohlung von Leuchtmaterial. Dadurch bildet sich eine qualmende „Schnuppe“, die man eben von Zeit zu Zeit durch das Schneuzen mittels der Lichtscheere entfernen muss. Die dünneren Dochte der Stearinkerzen, die man viel dichter und zugleich durch Drehung flicht, haben die Eigenschaft, sich beim Abbrennen zu krümmen und seitwärts aus der Flamme herauszutreten, wodurch das Ende des Dochtes in den Bereich des Luftsauerstoffs gelangt und abbrennen kann, also nicht durch Schneuzen entfernt zu werden braucht. Dies wird noch befördert durch gewisse Beizmittel, die zugleich dazu dienen, die kleine Menge der entstandenen Asche zu schmelzen und dadurch zum Verschwinden zu bringen. Bei Talgkerzen, deren Schmelzbarkeit zu gross ist, sind diese Mittel nicht anwendbar und Göthes Wunsch konnte erst erfüllt werden, als in Folge von Chevreuls Arbeiten aus dem Talg durch chemische Prozesse das viel schwerer schmelzbare Stearin ausgezogen und zur Kerzenfabrikation verfügbar geworden war. Später lernte man auch aus mineralischen Substanzen, die aber ursprünglich einen pflanzlichen oder tierischen Ursprung haben, z. B. gewissen Arten von Braunkohle, eine andere Substanz, das Paraffin, darstellen, das dem

Stearin bedeutende Konkurrenz macht, da es mit dessen angenehmen Eigenschaften noch eine dem Auge wohlthuende, durchscheinende Beschaffenheit vereinigt.

Heutzutage spielen freilich Kerzen aller Art im Verhältniss eine viel weniger wichtige Rolle als früher. Wir bedienen uns jetzt grösstenteils flüssiger oder gasförmiger Beleuchtungsmittel (von der Elektrizität vorläufig abzusehen). Die ersteren nennen wir Oele und namentlich eines derselben, das Olivenöl, ist seit uralter Zeit der Menschheit bekannt. Erst bedeutend später sind andere fette Oele als Beleuchtungsstoff von Wichtigkeit geworden, namentlich die aus verschiedenen Pflanzensamen durch Pressen gewonnenen, wie das aus Raps dargestellte Rüböl, das aber erst einer chemischen Reinigung bedarf, ehe man es für unseren Zweck verwenden kann. Ganz und gar verschieden von den fetten Oelen sind die Mineralöle, deren eines, das kaukasische Erdöl oder Petroleum, allerdings auch schon seit Jahrhunderten bekannt ist; aber für die Beleuchtungsindustrie wurden sie erst nach der Mitte dieses Jahrhunderts von Bedeutung. Zuerst kam die Erkenntnis, dass man aus Braunkohlen und bituminösem Schiefer verschiedene Arten von flüchtigen Oelen darstellen könne, die bei richtigem Verfahren sich ausgezeichnet zur Beleuchtung eignen, und die heut als Paraffinöl, Photogen, Solaröl u. s. w. im Handel verbreitet sind. Erst durch die Ausbildung dieser Industrie wurde man auf die auch in Europa an vielen Orten schon längst bekannten Erdöle aufmerksam, die in vieler Beziehung dem künstlich erhaltenen Theer aus Schiefer etc. sehr analog sind und die sich in ganz ähnlicher Weise zu Leuchtölen, Schmierölen u. s. w. aufarbeiten lassen. Aber die Erdöle gewannen doch keine Bedeutung, bis zum Jahre 1857 beim Abteufen eines Bohrloches im Staate Pennsylvania plötzlich eine Masse von Erdöl herausströmte, und man sofort entdeckte, dass in einem weiten Gebiete, nicht nur in jenem Staate, sondern auch in anderen Staaten Nordamerikas unglaublich grosse Mengen von Oel dem Boden durch Bohrlöcher abgewonnenen werden können. Damit trat eine der grössten Industrien, die des Petroleums, in die Welt, und erst diese hat eine Jahrtausende lang bestehende Forderung: mehr Licht, auch für den Armen und den einsam Wohnenden in Erfüllung gebracht. Im vorigen Jahre verbrauchte die Welt über 180 Millionen Hektoliter Petroleum, wovon allein 100 Millionen aus Amerika, der Rest grösstenteils aus eben jenen Gegenden um Baku im Kaukasus stammen, wo man die „heiligen Feuer“ schon seit mindestens 4000 Jahren mit Erdöl genährt hat. Aber zu industrieller Verwertung, heut der grössten Industrie in Russland, führte das dortige Erdöl-Vorkommen erst, als das ferne Amerika den Weg gezeigt hatte, und Fremde (die Gebrüder Nobel und die Firma Rothschild) mussten diese Arbeit für Russland verrichten.

In Deutschland wurden 1897 an Petroleum rund 11 Millionen Hektoliter eingeführt, was an Leuchtkraft den dreifachen Wert der daselbst bestehenden Gasbeleuchtung bedeutet.

Mit der Vermehrung und Verbilligung der flüssigen Brennstoffe wäre es nun aber nicht gethan gewesen, wenn nicht grosse Verbesserungen in den Lampen Schritt damit gehalten hätten. Auch hier, wie in unzähligen anderen Fällen, finden wir, dass man durch den ganzen Verlauf der Geschichte sich mit den technisch unvollkommensten Einrichtungen, ohne irgend wesentlichen Fortschritt, begnügt hat, bis vor höchstens 100 Jahren, in diesem Falle sogar in der Hauptsache erst später, ein plötzlicher Ruck geschieht und nun schnell hintereinander eine Verbesserung die andere ablöst. Jahrtausendelang begnügte man sich mit der, durch die antike Lampe vertretenen Einrichtung, wobei der Docht in einem Oelbehälter liegt und etwas seitlich durch eine Schnauze hervortritt. Das Niveau des Oels sinkt natürlich während des Brennens der Lampe, und der Docht kann unmöglich durch seine Kapillarität das Oel immer gleichmässig bis zu seiner brennenden Spitze befördern. Daher ganz ungleichmässiges Brennen; beim geringsten Luftzuge auch sofort Schmauchen und übler Geruch. Das kennen wir Aelteren aus den damals üblichen, mit Rüböl gespeisten Küchenlampen (Fig. 3). Man hatte zwar schon früher verschiedentliche Versuche zur Herstellung besserer Lampen gemacht, aber wirklich brauchbare Konstruktionen wurden nicht viel vor der Mitte dieses Jahrhunderts verbreitet. Sie basierten zunächst darauf, den Oelbehälter höher als das Niveau des brennenden Dochtes zu legen, so dass diesem immer genügend Oel zugeführt wird, wobei ein Ueberlaufen durch zum Teil ganz sinnreiche Ventilvorrichtungen verhindert wird. Freilich führt dies dahin, dass der höher liegende Oelbehälter einen sehr lästigen Schatten wirft; bei den sogenannten Studierlampen (Fig. 4) ist dieser Uebelstand durch seitliche Stellung des Oelbehälters einigermassen verringert und solche Lampen waren in meinen Jugendjahren allgemein verbreitet. Eine gründlichere Hebung des erwähnten Uebelstandes gelang dadurch, dass man den Oelbehälter unterhalb des Dochtes, also in den Fuss der Lampe verlegte und die Hebung des Oels zum Dochte auf mechanischem Wege bewirkte, wobei noch der Vorteil erreicht wurde, dass ein Ueberschuss von Oel gar nichts schadet, weil dieser immer wieder in den tiefer liegenden Oelbehälter zurückfliesst. Zuerst bewirkte man in den Carcel-Lampen die Hebung des Oels durch ein wirkliches, von einer Federuhr getriebenes Pumpwerk; doch waren diese Lampen nicht nur sehr teuer, sondern gerieten auch oft in Unordnung. Sie verschwanden daher wieder, als (etwa um 1850) die „Moderateurlampe“ auftauchte, bei der eine von Zeit zu Zeit aufzuziehende Spiralfeder auf eine Art Kolben mit ledernem Rand drückt, und das Oel in einem Steigrohre in die Höhe presst (Fig. 5). Diese Lampen sind einfach im Prinzip, daher nicht leicht reparaturbedürftig, leicht zu füllen und leicht zu regulieren; dabei sind sie in beliebigen Formen herzustellen, und schattenwerfende Teile fast gar nicht vorhanden. Wo sich die Beleuchtung mit fetten Oelen noch erhalten hat, z. B. in Frankreich, da geschieht sie in besseren Häusern seit jener Zeit wohl stets durch diese Art Lampen.

Bei Petroleum fiel jede Schwierigkeit in Bezug auf die Stellung des Oelbehälters von vornherein fort; denn dieses Material steigt vermöge seiner viel grösseren Dünnflüssigkeit und grösseren Adhäsion zur Baumwollfaser weit genug im Dochte empor, so dass man den Oelbehälter unter allen Umständen unter den Brenner legt (Fig. 6) und sogar legen muss; ja hier darf der Docht nie bis in die Flamme selbst reichen, und muss unterhalb derselben bleiben, weil diese Oele flüchtig sind, am Docht verdampfen und bei zu starker Verdampfung Geruch, Rauch, ja sogar Explosionen entstehen würden.

Eine andere Reihe von Verbesserungen, schon bei den Rüböllampen, bezieht sich auf den Docht. Bei den früher allein bekannten vollen, runden Dochten entsteht, wenn man eine irgend grössere Flamme hervorbringen will, im Innern derselben ein Kern, der vom Luftsauerstoff nicht erreicht wird und dadurch unvollständige Verbrennung, d. h. Schmauchen, hervorruft. Eine wichtige Verbesserung war es daher schon, als man flache, bandförmige Dochte einführte, die dem Sauerstoff eine grosse Verbrennungsfläche darbieten und einen solchen Kern von unverbrannten Dämpfen nicht mehr leicht entstehen lassen. Aber der entscheidende Schritt geschah erst durch die Erfindung von Aimé Argand im Jahre 1789, der den röhrenförmigen Docht einführte, in dessen Inneres der Sauerstoff eindringen kann, so dass nun die Flamme von beiden Seiten gespeist wird. Für sich wäre das nicht ausreichend, ja überhaupt gar nicht richtig zu ermöglichen gewesen, hätte nicht Argand die weitere Erfindung des gläsernen Zugkamins gemacht, den wir als Lampencylinder kennen. Man konnte nun der Flamme eine viel grössere Höhe geben, ohne dass sie rauchte, die Lichtstärke nahm über Erwarten zu und die Flamme der Lampe wandelte sich aus einer flackernden in eine stetige um. Schliesslich kam dann noch die Regulierung der Dochthöhe durch die Zahnstange, die wir seitdem an jeder Lampe finden. Leider hat Argand gar keinen Nutzen aus seiner epochemachenden Erfindung gezogen, die ihre volle Wirksamkeit erst später, in Verbindung mit der früher erwähnten Verbesserung in der Oelzuführung, entfalten konnte. Sie ist dann auch für die Petroleum-, ja sogar auch für die Gasbeleuchtung von unschätzbarem Werte geworden.

Fast gleichzeitig mit dem Entstehen des Argandbrenners wurde der Grund zu einer der grossartigsten Erfindungen auf chemischem Gebiete, zur Gasbeleuchtung, gelegt. Bei Kerzen und Lampen können wir immer nur ein verhältnismässig sehr wertvolles Material verwenden, das in einem Docht emporsteigen und daselbst rein ohne Rückstand zu Gas aufgehen muss. Wenn wir aber den Umweg einschlagen, das Gas an einem Orte zu entwickeln und es an einem anderen Orte, zu dem es durch Röhren geleitet wird, zu verbrennen, so gewinnen wir den ungeheuren Vorteil, dass wir das brennbare Gas aus sehr billigen Stoffen darstellen können, gleichgiltig, ob diese einen Rückstand hinterlassen oder nicht. Dazu dient meist Steinkohle, doch kann man auch viele andere

Materialien, wenn sie nur billig genug sind, anwenden. Man bekommt dabei, hauptsächlich grade bei der Steinkohle, Nebenprodukte, durch deren Verwertung der Gestellungspreis des Leuchtgases auf einen sehr geringen Betrag herabgemindert wird. Zwei derselben, der Theer und das Ammoniakwasser, sind selbst wieder Ausgangspunkte eigener Industrien geworden, deren Bedeutung für die Menschheit so ungeheuer ist, dass ich in dieser kurzen Stunde nicht wagen kann, sie auch nur ganz oberflächlich zu streifen. Das in Röhren meilenweit kostenlos transportierbare Gas kann unter den günstigsten Bedingungen für die Lichtentwicklung verbrannt werden und giebt da, wo die Kohlen nicht zu teuer sind, nicht nur ein ausgezeichnetes, sondern auch das billigste Licht, letzteres allerdings nur dann, wenn es in genügend grossem Masstabe fabriziert werden kann.

Die Geschichte der Entwicklung des Leuchtgases knüpft sich bis zu neuerer Zeit fast ganz an England, wo schon seit 2 1/2 Jahrhunderten die durch Destillation von Steinkohlen zu erhaltenden Gase mehrmals Beachtung fanden. Der eigentliche Erfinder des Leuchtgases ist aber unstreitig der Schotte William Murdoch; das Geburtsjahr der Erfindung ist 1792, und der Ort derselben Redruth in Cornwall, wo Murdoch damals sein Haus mit Steinkohlengas beleuchtete. Dann verband er sich mit dem weltberühmten Erfinder der modernen Dampfmaschine, James Watt; zunächst (1798) wurde ein Teil von dessen Werkstätten zu Soho bei Birmingham mit Gas beleuchtet, und in den nächsten Jahren dieses System auch in anderen Fabriken eingeführt. Man dachte damals an nichts anderes, als dass grössere Fabriken, jede für sich mit einem eigenen Apparate, Gas für ihre speziellen Bedürfnisse darstellen sollten. Der Gedanke, von einer Centralstelle aus beliebige Häuser, Fabriken und Strassen zu beleuchten, scheint den genialen Erfindern Murdoch, Watt und ihren Mitarbeitern gar nicht gekommen zu sein. Diese Idee, und damit doch erst die wirkliche allgemeine Ausnutzung der Erfindung, ist merkwürdigerweise einem Charlatan und „Gründer“ von ziemlich schlimmer Sorte zu verdanken, nämlich einem gewissen J. A. Winzler aus Znaim in Mähren, der in der Welt herumreiste, um Gasbeleuchtungsversuche für Geld sehen zu lassen, dabei auch nach London kam, dort seinen Namen in Winsor umänderte und durch allerlei Marktschreiereien eine Aktiengesellschaft zusammenbrachte, die 1810 durch eine Parlamentsakte inkorporiert wurde. Zu ihrem und der Welt Glück nahm diese Gesellschaft zwei der tüchtigsten Gehilfen Murdochs und Watts, nämlich Clegg und Accum, in ihren Dienst, welche die Gasfabrikation thatsächlich in allen wesentlichen Punkten und in den Hauptapparaten so einrichteten, wie sie noch heut besteht. Mit der Beleuchtung des Londoner Kirchspiels St. Margaret nimmt diese neue Epoche im Jahre 1814 ihren Beginn. Die Sache machte aber anfangs nur langsam Fortschritte, was einerseits an dem durch Winsors Schwindelgebahren verursachten Misstrauen, andererseits an den wirklich grossen technischen Schwierigkeiten lag. Bei dem damaligen Zustande der Maschinentechnik gehörte in der

That zur Einrichtung der Fabrikation des Gases, zur Aufbewahrung desselben in riesigen Behältern und zu seiner Verteilung durch Leitungsröhren nicht nur eine grosse Summe von absolut neuen Erfindungsgedanken, sondern auch ganz ungewöhnlicher Wagemut und Energie in Bekämpfung der Vorurteile des gelehrten und ungelehrten Publikums. Ein Beispiel dafür möge für alle stehen. Als im Herzen von London eine Gasfabrik eingerichtet und die dazu gehörigen Gasometer gebaut worden waren, wurden im Stadtrate die dringendsten Vorstellungen gemacht, dass jene Gasometer eine fürchterliche Explosionsgefahr in sich bärgen und wenn zufällig ein Arbeiter in der Nähe eine Pfeife rauchte, halb London in Trümmer gelegt werden könne. Eine Untersuchungskommission wurde ernannt, um an Ort und Stelle der Sache auf den Grund zu gehen. Die Herren Stadträte suchten Clegg auf seinem Bureau auf und wollten erst gar nicht seiner Aufforderung folgen, an die unheimlichen Gasometer heranzutreten, die ihrer Meinung nach mit einem wie Schiesspulver gefährlichen Sprengstoff gefüllt waren. Clegg lockte sie aber doch dahin, und ehe sie entweichen konnten, schlug er mit einer Spitzhaue ein Loch durch das dünne Blech, und zündete das herausströmende Gas mit einer bereitgehaltenen Lunte an. Wir wissen ja, dass dabei nicht mehr Gefahr war, als wenn wir heut einen Gashahn aufdrehen und das ausströmende Gas mit einem Zündhölzchen anstecken; aber damals mag der Schreck den Herren Stadträten noch lange in den Gliedern gesessen haben.

Es hiesse Eulen nach Limmat-Athen tragen, wollte ich jetzt ein Breites über die Bedeutung sagen, welche die Gasbeleuchtung für unser ganzes Kulturleben gewonnen hat. Man kann die heute in England jährlich produzierte Menge Gas auf 4000 Millionen, in Deutschland auf 1000 Millionen Kubikmeter schätzen. Aber auch hier können wir nach einem glänzenden Anfange und nach Feststellung der Grundlagen der technischen Verbesserungen wieder eine relativ langsame Entwicklungsperiode und dann einen sprungweisen, ganz gewaltigen Fortschritt gewahren. Hier brauche ich nicht einmal an die Erinnerung der Aelteren unter uns zu appellieren; auch die jüngsten unter meinen Zuhörern werden sich erinnern, dass noch vor wenigen Jahren kaum andere Gasflammen brannten, sowohl an öffentlichen Orten wie in Privathäusern, als die noch heut sehr viel zu findenden breiten sogenannten Schmetterlingsbrenner oder Schnittbrenner (Fig. 7). Das auch hier allein richtige Princip, der röhrenförmige Argandbrenner oder Rundbrenner (Fig. 8), dessen grosser Vorteil in Bezug auf Oekonomie, Stärke und Ruhe des Lichtes auch für Gas längst bekannt war, wurde wegen des dabei unvermeidlichen Zwanges zur Anbringung von Glascylindern nur selten angewendet und hat sich eigentlich erst allgemeine Anerkennung und Anwendung erkämpft, als es im Verein mit einer anderen Erfindung von ungeahnter Tragweite, nämlich dem Auer'schen Glühlicht, vor das Publikum trat. Wir alle haben ja diese neueste Phase der Gasbeleuchtung in ihrer Entwicklung in frischer Erinnerung. Wir alle wissen, dass wir durch

den Auer'schen Glühstrumpf ein viel weisseres und helleres Licht als früher erhalten haben; aber nicht so allgemein bekannt ist es, was für eine grosse Ersparnis an Kosten dieser Strumpf bewirkt, wenn wir nur die gleiche Lichtstärke wie früher erreichen wollen; die am Schluss gegebene Tabelle zeigt, dass für eine und dieselbe Lichtstärke das Auerlicht heut die billigste aller Beleuchtungsarten ist, etwa sechsmal billiger als der gewöhnliche Gas-Schnittbrenner oder fünfmal billiger als Rundbrenner, allerdings ohne Einrechnung des Verbrauchs an Glühstrümpfen. Diese Verbilligung wird freilich in Wirklichkeit nicht entfernt erreicht, da wir uns sofort daran gewöhnt haben, weit grössere Lichtstärken als früher zu fordern. Verlangen wir doch in unseren Privatwohnungen jetzt durchschnittlich die sechsfache Lichtstärke von dem, was uns in meiner Jugendzeit die Rüböl-Studierlampe gab, zu geschweigen von dem damals bei ärmeren Leuten für Schul- und Näharbeiten noch allgemein üblichen Talglichte! Trotz grösserer Lichtstärke wird man immerhin nach der völligen Durchführung der Strassenbeleuchtung mit Auerlicht in Berlin eine jährliche Ersparnis von 1 Million Mark machen.

Das Auerlicht ist ein sogenanntes „Glühlicht", und wir müssen, um diesen Ausdruck zu verstehen, einen Augenblick auf die Theorie des Leuchtens der Flamme eingehen. Wir haben bisher immer von brennenden Gasen gesprochen, denn auch die Fette und Oele vergasen sich, ehe sie brennen. Nun ist aber die Flamme eines reinen Gases, wenn dies zur vollständigen Verbrennung kommt, nicht oder doch nur sehr schwach leuchtend. Dies lässt sich sehr gut beim gewöhnlichen Leuchtgas zeigen; sobald wir diesem, wie es z. B. bei den in chemischen Laboratorien, in den Ateliers der Zahnärzte u. s. w. allgemein benutzten Bunsenbrennern geschieht, auch im Innern Luft zuführen, so erhalten wir eine nicht leuchtende, aber heissere Flamme als früher. Wodurch das Leuchten in diesem Falle bewirkt wird, das ist leicht zu finden; wir brauchen nur in den oberen Teil einer leuchtenden Flamme einen kalten Körper zu halten; dann beobachten wir, dass dieser sich mit Russ d. h. mit fein verteiltem Kohlenstoff bedeckt. Die Flamme kommt eben dadurch zum Leuchten, dass in ihrem Innern nicht genügend Sauerstoff vorhanden ist; durch die hohe Temperatur scheidet sich aus den Gasen fester Kohlenstoff aus und indem dieser feste Körper zum Glühen kommt, sendet er Strahlen aus, die in dem Auge den Eindruck des Lichtes hervorrufen. Das ist gerade der Unterschied zwischen den beiden Fällen; Gase und feste Körper verhalten sich in hoher Temperatur ganz verschieden in Bezug auf ihr Vermögen, einen Teil der von beiden ausstrahlenden Wärme in Licht umzuwandeln. Bei Gasen ist dies ein verschwindend geringer, bei festen Körpern ein etwas grösserer Teil. Der Teil der Gesamtstrahlung, der sich als Licht dokumentiert, wächst mit dem Steigen der Temperatur, aber in viel stärkerem Masse als die letztere. Wenn wir einen beliebigen festen Körper, z. B. ein

Platinblech, allmählig erhitzen, so finden wir, dass er die ersten, aber nur unter ganz besonderen Verhältnissen zu entdeckenden Spuren von Licht bei einer Temperatur von etwa 400° aussendet. Prof. F. H. Weber in Zürich, der diese schöne Entdeckung gemacht hat, bezeichnet dies als Grauglut. Bei 525° fängt der Körper an, schon unter gewöhnlichen Umständen sichtbare Strahlen auszusenden, die man jedoch nur etwa abends oder in einem verdunkelten Raume als schwache Rotglut erkennen kann. Bei steigender Erhitzung wird das ausgestrahlte Licht immer heller, gelber und geht schliesslich in ein blendendes, für das ungeschützte Auge gar nicht erträgliches Weiss über. Die Lichtfülle steigt aber, wie schon gesagt, viel schneller als die Temperatur. Mathematisch drückt man dies so aus, dass der in Form von Licht auftretende Teil der Energie mindestens in der fünften, vielleicht aber in der siebenten Potenz der absoluten Temperatur zunimmt. Als gemeinverständliches Beispiel dafür diene Folgendes. Wenn, wie es annähernd richtig sein wird, die Temperatur des elektrischen Bogenlichts etwa doppelt so hoch wie diejenige der Petroleumflamme ist, so wird jedes elektrische Licht bei der fünften Potenz 32 Mal so viel, bei der siebenten sogar 128 Mal so viel Licht als die Petroleumflamme für die gleiche Einheit der dabei verwendeten Energie ausstrahlen.

Kommen wir nun zunächst zu unserer Gasflamme zurück. Wir haben gesehen, dass durch Zufuhr von Luft in das Innere derselben wir sie entleuchten und zugleich heisser machen können. Dabei wird eben aller Kohlenstoff verbrannt und kann nun nicht mehr leuchten. Wenn wir nun aber einen festen Körper in diese dunkle Flamme einführen, so wird der feste Körper so heiss, dass er nun ein helleres Licht als der nicht ganz so heisse Kohlenstoff in der früheren Flamme ausstrahlt. Das war längst bekannt und auch die praktische Anwendung davon war oft versucht, und z. B. in dem Drummond'schen Kalklicht, das namentlich früher zur Beleuchtung von Projektionsbildern verwendet wurde, nützlich durchgeführt worden. Aber um eine solche Anwendung auf gewöhnliches Gas und für die Bedürfnisse des täglichen Lebens zu verwirklichen, bedurfte es doch eines Zusammentreffens vieler, früher unvollständig bekannter Bedingungen. Diese aufgefunden zu haben, ist das Verdienst eines bis dahin völlig unbekannten jungen Assistenten am Wiener Universitätslaboratorium, Auer von Welsbach, der im Verfolge rein wissenschaftlicher Studien darauf stiess. Der nach ihm bekannte Glühstrumpf (Fig. 9) ist nichts als eine Veranstaltung, gewisse, bei hoher Temperatur sehr beständige, seltne Erden in einer an sich nicht leuchtenden Bunsenflamme zum blendenden Erglühen zu bringen, wobei wegen der höheren Flammentemperatur nach dem vorher angedeuteten Gesetze viel mehr Licht ausgestrahlt werden muss, als von der weniger heissen, gewöhnlichen Leuchtflamme.

Genau dasselbe Verhältnis finden wir bei den beiden Arten der elektrischen Beleuchtung, zu der wir uns nunmehr wenden wollen, dem Glühlicht und dem

Bogenlicht. Prinzipiell ist das elektrische Licht vom Gas- oder Lampenlichte gar nicht verschieden; in allen Fällen wird eine so hohe Temperatur hervorgerufen, dass ein fester Körper zum Erglühen kommt. Die nötige Temperaturerhöhung wird allerdings in sehr verschiedener Weise hervorgebracht, nämlich bei Kerzen, Lampen und Gas durch den chemischen Prozess der Verbrennung, dessen Produkte sich in dem beleuchteten Raume verbreiten und dessen Luft verunreinigen; beim elektrischen Lichte aber dadurch, dass wir dem elektrischen Strome einen Widerstand entgegensetzen, in dem ein Teil der elektrischen Energie sich zunächst in Wärme und bei höherem Betrage in Licht umsetzt. Der Vorteil hierbei ist erstens, dass wir nicht durch gasige Verbrennungsprodukte belästigt werden und zweitens, dass das Verhältnis zwischen Wärme- und Lichtstrahlen dabei weitaus günstiger für die letzteren als bei Flammen ist. Sonst wäre auch die elektrische Beleuchtung ökonomisch ganz unmöglich, da die Elektrizität auch im günstigsten Falle noch immer eine recht teure Form der Kraft ist. Auch hier aber zeigt sich das oben erwähnte Gesetz in aller Schärfe. In den Glühlampen, bei denen der elektrische Strom durch einen dünnen Kohlenfaden geht, steigt die Temperatur höchstens auf 2000°; in den Bogenlampen, wo der Strom von einer Kohlenspitze zu einer anderen durch die sehr schlecht leitende Luft überspringen muss, steigt sie bis zum Siedpunkte des Kohlenstoffs, d. i. 3500°. Diesem Temperaturunterschiede entspricht es, wenn, wie die Tabelle zeigt, das Bogenlicht für gleiche Lichtstärke nur etwa $^1/_4$ von der Kraft verbraucht wie das elektrische Glühlicht. Leider können wir das Bogenlicht nur in grossen Dimensionen anwenden und müssen auch dann wegen der von ihm ausgehenden, die Augen direkt schädigenden Blendung einen erheblichen Teil des Lichts durch matte Glocken wegnehmen, während das mildere Glühlicht die schönste aller Beleuchtungen giebt, da wir dabei von dem immer senkrecht aufstrebenden Charakter der Flamme befreit sind und die einzelnen Lichter in beliebigen Stellungen zusammengruppieren können. Allerdings ist zur Zeit diese Art der Beleuchtung noch eine teure zu nennen, immerhin aber auch bei Anrechnung des Ersatzes der Lampen nicht erheblich teurer als die gewöhnlichen Schnittbrenner für Leuchtgas, wenn wir in beiden Fällen die gleiche Lichtstärke hervorbringen wollen.

Das neueste aller Beleuchtungsmittel ist das Acetylen. Es ist heut schon fast ganz aus den Kinderkrankheiten heraus, glücklicherweise namentlich auch aus der schlimmsten, nämlich dem Auftreten von Explosionen, die durch das überhastende Bestreben spekulativer Köpfe veranlasst wurden, das Acetylen zu einer Flüssigkeit komprimiert an das Publikum zu bringen. Dies hat man ganz aufgegeben und erzeugt das Gas so gut wie völlig gefahrlos aus dem (auch erst seit Entwicklung der Elektrotechnik darstellbaren) Calciumcarbid an Ort und Stelle durch Zusammenbringen mit Wasser. Auch hier ist der richtige Weg noch nicht in allen Stücken gefunden und sind die Schwierigkeiten noch nicht

für alle Anwendungsarten des Acetylens überwunden, was bei einer kaum vier Jahre alten Industrie doch nicht Wunder nehmen wird; bei der Einführung des Gases und des Petroleums musste man doch auch erst vieles lernen. Aber man ist schon jetzt berechtigt, zu sagen, dass das Acetylen für Eisenbahnwagen, (hier am besten gemischt mit Fettgas), dann für einzelstehende Villen, Hôtels und Fabriken, für Dörfer und Kleinstädte und ähnliche Fälle das bequemste, billigste und beste Beleuchtungsmaterial darstellt, und es ist keineswegs ausgeschlossen, dass es sich selbst für die Versorgung grösserer Ortschaften den übrigen Methoden gleichwertig oder sogar überlegen zeigen wird. Der Grund, warum es so ausserordentlich hohe Lichtwirkung bei seiner Verbrennung erzeugt, ist gerade seine, bei richtiger Anwendung ganz unschädliche Explosibilität, d. h. seine Tendenz zur plötzlichen Selbstzersetzung. Im Inneren der Flamme gelangt nämlich das Acetylen zur plötzlichen Zerlegung in freien Kohlenstoff und Wasserstoff und da es hierbei nicht Wärme absorbiert, sondern im Gegenteil solche frei macht, wie es die Eigenschaft der Explosivkörper ist, so entsteht dort eine ausserordentlich hohe Temperatur, welche den sich abscheidenden Kohlenstoff zum intensivsten Glühen bringt und dadurch mehr Lichtstrahlen erzeugt, als irgendwelcher gewöhnliche Verbrennungsprozess dies vermöchte. In allerneuester Zeit macht man Versuche, das Auer'sche Glühlicht auch auf Acetylen zu übertragen, und wenn dies gelingen sollte, so würde die Acetylenbeleuchtung erheblich billiger als jede andere, mit Ausnahme des Gasglühlichts selbst, werden.

Die Tabelle zeigt, dass bei dem jetzigen Preise des Calciumcarbids, 45 Fr. die 100 Kilo, die Kosten der Acetylengasbeleuchtung ungefähr so hoch wie die des elektrischen Bogenlichtes kommen, wenn dieses, wie gewöhnlich, durch Glocken abgeschwächt ist. Wenn aber, wie erwartet wird, der Preis des Calciumcarbids in den nächsten Jahren auf 30 Fr. herabsinkt, so stellt sich das Acetylenlicht billiger als Petroleum und kaum teurer als das nackte elektrische Bogenlicht. Eine Verdrängung des Petroleums durch Acetylen (an Verdrängung der Gasbeleuchtung ist ja bei Auerlicht ohnehin nicht zu denken) ist aber schon dadurch ausgeschlossen, dass so grosse Mengen von Calciumcarbid einfach nicht fabriziert werden können. Allein für Deutschland würde man dazu 5—600,000 Pferdestärken brauchen, und zwar als Wasserkraft, da Dampfkraft zu teuer kommt, und solche Kräfte sind eben in Europa nicht dafür disponibel.

Wir haben nunmehr die Beleuchtungsmittel der Vergangenheit sowie diejenigen der Gegenwart in schneller Uebersicht an uns vorbeiziehen lassen. Ich bin dem Leser nun, entsprechend dem Titel dieser Schrift, auch noch wenigstens einige Worte über die Beleuchtungsmethoden der Zukunft schuldig, und muss mich dabei auf den recht unsicheren Boden der Prophezeiung begeben. Es sei aber auch das gewagt. Wir müssen dabei die unmittelbar vor uns stehende von einer ferneren Zukunft unterscheiden. Für die erstere können wir mit ziemlicher

Sicherheit Folgendes aussagen. Keines der jetzt üblichen Beleuchtungsmittel wird die anderen vollständig verdrängen. Die Talgkerzen und Rüböllampen werden jedenfalls noch mehr als bisher zurücktreten; die Stearin- und Paraffinkerzen werden sicher für ihre speziellen Zwecke als die bequemste, wenn auch für grössere Räume zu teure Beleuchtungsquelle bestehen bleiben. Das Petroleum wird da, wo Gas und Elektrizität nicht in Frage kommen, nach wie vor in weiter Verbreitung bleiben, doch dürfte ihm leicht auch hier das Acetylen später einmal grosse Konkurrenz machen. Die Gasbeleuchtung wird sich immer mehr in Form des Glühlichtes entwickeln und dadurch immer zu den billigsten Beleuchtungsmitteln gehören, wo man das Gas in grossem Masstabe herstellen kann. Die Elektrizität dürfte wohl mit wenigen Ausnahmen immer mehr eine Luxusbeleuchtung bleiben, die als solche ihren ganz bestimmten Platz einnimmt und behalten wird. Das Acetylen wird konkurrierend mit allen diesen Mitteln auftreten und bei grosser Verbilligung des Calciumcarbids und Vervollkommnung der Zersetzungsapparate kann diese Konkurrenz eine ganz ernsthafte werden. Unter allen Umständen wird das Bedürfnis der Menschheit nach „mehr Licht", das schon während der kurzen Spanne eines mittleren Menschenlebens unserer Generation mächtig angewachsen ist, in Zukunft noch immer weiter steigen und leichter befriedigt werden.

Wie steht es nun aber mit der ferneren Zukunft? Da eröffnet sich doch eine Perspektive nach einer ganz anderen Richtung hin, und zwar müssen wir da auf das bescheidene Johanniswürmchen, auf das Irrlicht im Sumpfe, auf das Leuchten faulenden Holzes und auf das Leuchten des Meeres schauen, das, wie wir heut wissen, hauptsächlich durch gewisse Bakterien bewirkt wird. Alles das sind Fälle von kaltem Lichte, die es uns vor die Augen führen, dass die bei allen unseren Methoden zur künstlichen Beleuchtung, aber auch bei der Sonnenwärme vorhandene innige Verbindung von Wärme und Licht doch keine notwendige ist. Das Johanniswürmchen z. B. soll nur $^1/_{400}$ der Wärme ausstrahlen wie eine Gasflamme von gleicher Lichtintensität. Wir kennen drei Arten von strahlender Energie: die elektrische, die Wärme und das Licht. Alle drei werden auf wellenförmige Schwingungen eines unendlich feinen, auch die Körper selbst durchdringenden Weltäthers zurückgeführt, die aber von sehr verschiedener Dauer und Umfang sind. Die längsten Wellen sind die elektrischen; sie können mehrere Meter lang sein und man hat sie bis auf 3 mm herab bestimmt. Viel kürzer sind die Wärmewellen, deren Länge von $^1/_{20}$ mm anfängt. Noch kürzer sind die Lichtwellen; die längsten derselben messen weniger als $^1/_{100}$ mm, die kürzesten $^1/_{10000}$ mm. Wir wissen aber längst, dass es noch viel kürzere Wellen sind, die in dem sogenannten ultravioletten Teile des Spektrums durch besondere Massregeln in sichtbare Strahlen umgewandelt werden können. Zu diesen gehören vermutlich die Röntgen-Strahlen, denen man heute eine Wellen-

länge von ungefähr $^1/_{100000}$ mm zuschreibt. Diese verschiedenen Strahlungsarten lassen sich bis auf einen gewissen Grad in einander umformen, und hierauf können wir die Hoffnung gründen, dass es der Wissenschaft einmal gelingen werde, einen erheblich grösseren Betrag von strahlender Energie als bisher in Form von Lichtstrahlen zu gewinnen. Heut sind wir schon froh, wenn wir selbst in den elektrischen Glühlampen auf 10 oder 20 Wärmestrahlen einen Lichtstrahl bekommen. Der Leuchtkäfer sendet aber gar keine fühlbare Menge von Wärme und doch sehr deutliches Licht aus. Warum sollen wir ihm nicht später einmal näher kommen können? Zwei Anläufe in dieser Richtung sind schon gemacht. Die bekannten Geissler'schen Röhren, bei denen elektrische Ströme durch äusserst verdünnte Gase geleitet werden, spenden Licht mit sehr wenig Wärme. — Ferner hat der serbisch-amerikanische Physiker Tesla Aehnliches durch äusserst hoch gespannte, enorm schnelle Wechselströme erreicht. Auch die Kathoden- und Röntgenstrahlen deuten in diese Richtung. Bisher können wir von praktischen Erfolgen für die Beleuchtung dabei noch nicht reden; aber vielleicht bringt die nächste Zeit das lange Gesuchte und auf alle Fälle dürfen wir es kühnlich wagen, den Ausspruch zu thun, dass die Wissenschaft über kurz oder lang auch diese Aufgabe lösen und uns damit das Licht der Zukunft schaffen wird, das rein für sich ohne Vergesellschaftung mit Wärmeerzeugung erstrahlt.

Kosten verschiedener Lichtquellen. 1898.

Lichtart	Materialpreis		Verbrauch pro Hefnerkerze u. Stunde		Bemerkungen
	pro	Cts.	Menge	Preis (Cts.)	
Gasglühlicht (Auer)	1000 Lit.	20	2 Ltr.	0,04	ohne Strümpfe
Elektr. Bogenlicht (nackt)	1000 Wattst.	70	1 Wattst.	0,07	
Petroleum	1000 Gr.	25	3,5 Gr.	0,09	Kaiseröl 0,10
Acetylen	1000 Lit.	150 100	0,75 Lit.	0,112 0,075	Calciumcarbid ca. 45 Fr. „ ca. 30 „
Elektr. Bogenl. m. Glocke	1000 Wattst.	70	1,7 Wattst.	0,12	
Gaslicht Rundbrenner	1000 Lit.	20	10 Lit.	0,20	
Gaslicht Schnittbrenner	1000 Lit.	20	12 Lit.	0,24	
Elektr. Glühlicht	1000 Wattst.	80	3 $^1/_2$ Wattst.	0,26	incl. Ersatz der Lampen

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Antike Lampe: hoher künstlerischer Geschmack, mit ganz roher Technik des eigentlichen Gebrauchszweckes.

„ 2. Nachtlicht: primitivste Form der Oelbeleuchtung noch heut vorkommend, technisch nicht schlecht wirkend.

„ 3. Küchenlampe für Rüböl: Technik genau gleich wie bei der antiken Lampe Fig. 1, d. h. schmauchend wegen ungleichem Eintauchen des Dochtes während der Brennzeit der Lampe.

„ 4. Studierlampe für Rüböl: vervollkommnete Technik durch Anbringung des Oelbehälters oberhalb des Brenners und automatische Speisung des letzteren mit Oel vermittelst eines Ventils.

„ 5. Moderateurlampe: vollkommenste technische Ausbildung der Beleuchtung mit Rüböl, durch Aufpumpen des Oels aus einem tiefer liegenden Behälter mittels einer einfachen Spiralfederpumpe, unter Rückfluss des überflüssigen Oeles.

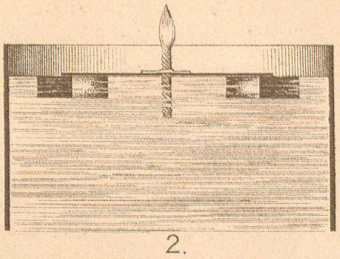
„ 6. Petrollampe: hier liegt der Oelbehälter immer unterhalb des Brenners, weil das dünnflüssige Petroleum durch Kapillarität von selbst im Dochte aufsteigt.

„ 7. Gas-Schnittbrenner: Einfacher Brenner, ohne Kamin und ohne innere Luftzuführung.

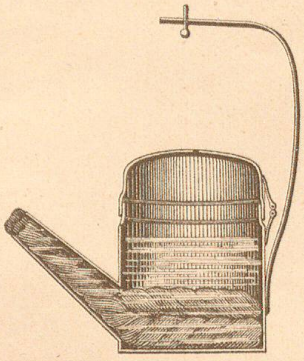
„ 8. Argandbrenner: Rundbrenner mit vielen kleinen Löchern, Zuführung von Luft ausserhalb und innerhalb der Flamme, reguliert durch den gläsernen Kamin, dadurch bessere Ausnutzung des Gases.

„ 9. Auerbrenner: Argandbrenner mit Glühstrumpf zur Erhöhung des Leuchtwertes des Gases auf das Mehrfache.

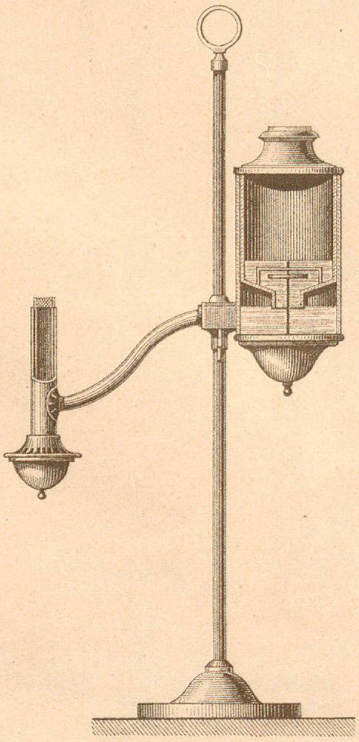
1.



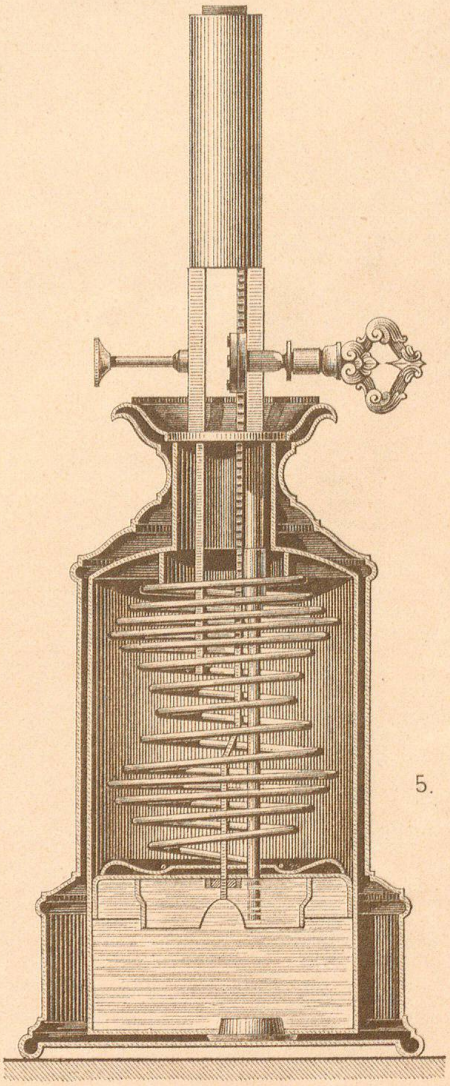
2.



3.

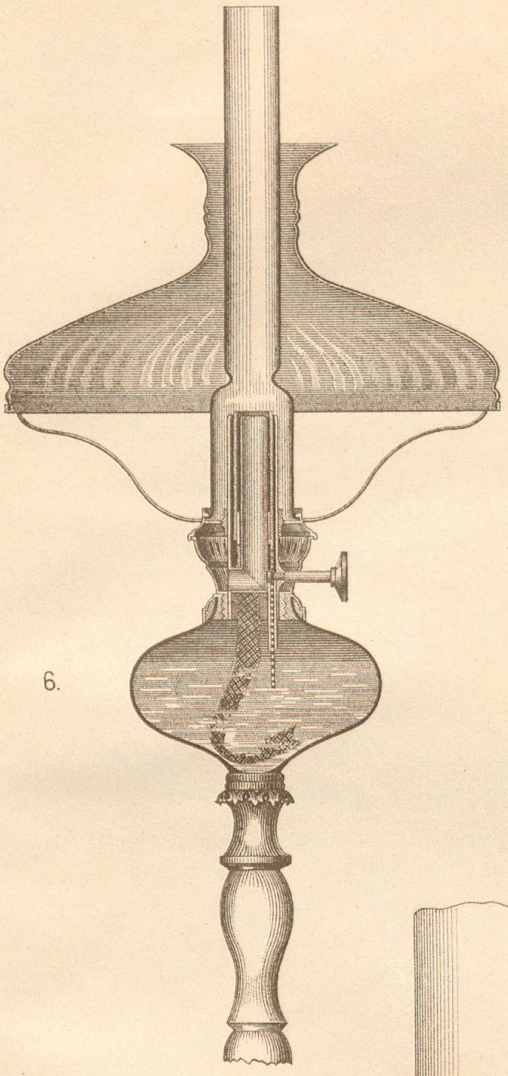


4.

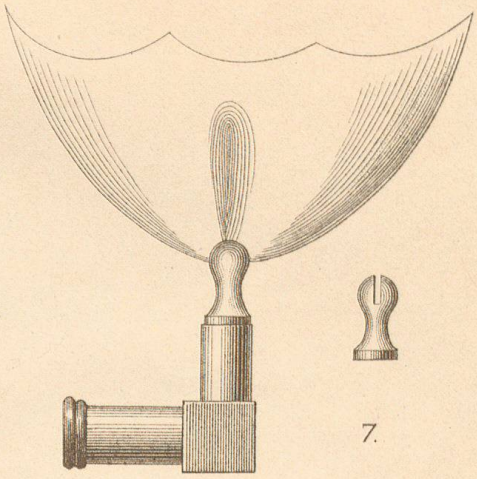


5.

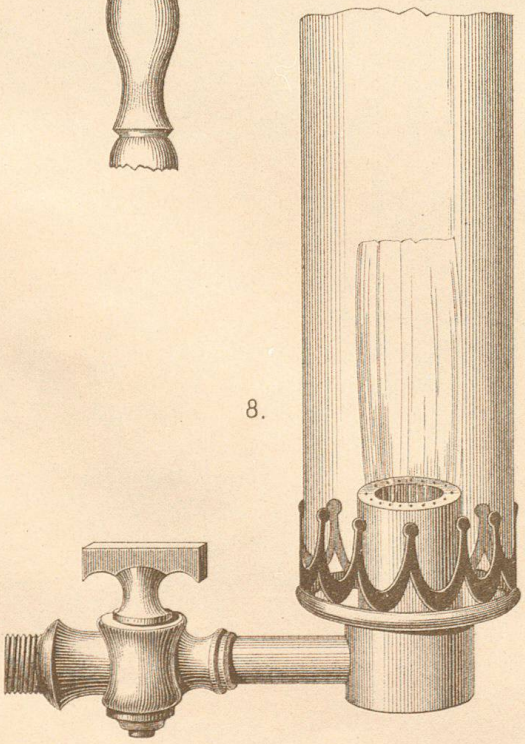
HOFER & Co, ZÜRICH.



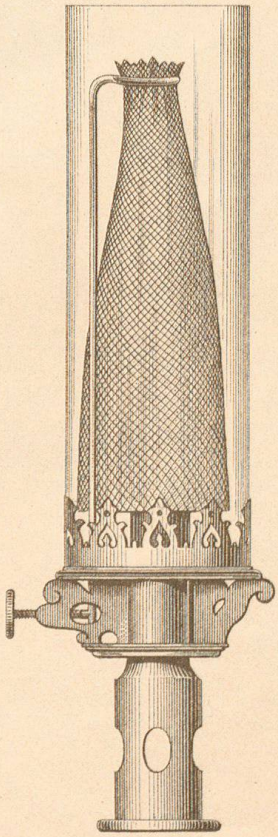
6.



7.



8.



9.

HOFER & Co. ZÜRICH.

1900, 69.