

Die elektrische Beleuchtungsanlage im Schlosspark von Linderhof – ein Faszinosum

Frank Dittmann

Die künstliche Grotte im Schlosspark von Linderhof ist zweifellos ein faszinierender Ort.¹ Im Dezember 1875 erging an den „Landschaftsplastiker“ August Dirigl (1836–1892) der Befehl zum Bau einer Grotte in Linderhof, die zwei Vorbilder vereinen sollte – die Venusgrotte im Hörselberg aus der Oper *Tannhäuser* von Richard Wagner (1813–1883) und die Blaue Grotte von Capri.² Das 1877 fertiggestellte Bauwerk gilt heute als technische Pionierleistung. Letztlich ist es der größte und technisch ausgereifteste Typ des Illusionstheaters, das König Ludwig II. (1845–1886) bauen ließ. Die Anlage besteht aus einer Haupt- und einer Nebengrotte mit mehreren Anhöhen, Nischen und einer Vielzahl von Tropfsteinimitationen. Ein Monumentalgemälde von August von Heckel (1824–1883) zeigt *Tannhäuser im Venusberg* nach einer Szene aus der Oper von Richard Wagner, für den sich der König begeisterte. Auf einem künstlichen See schwamm ein vergoldeter Muschelkahn. Zwei Ruheplätze gestatteten verschiedene Blicke auf die Szenerie. Verborgene Kachelöfen sorgten für ein behagliches Klima und mit einem Heizkessel konnte der See erwärmt werden. Ludwig II. setzte in diesem großen Illusionstheater alle technischen Mittel seiner Zeit ein, die ihm geeignet erschienen, seine ästhetischen Vorstellungen möglichst umfassend zu realisieren. So lag es nahe, dass auch die elektrische Beleuchtung als damals innovativste Beleuchtungstechnik zum Einsatz kam. Außerdem gab es eine Wellenmaschine und einen „Regenbogen-Projektions-Apparat“, für den 1880 die Firma Schuckert in Nürnberg eine Bogenlampe und zwei Dynamos lieferte.³

Die Venusgrotte blieb nach ihrer Fertigstellung fast zehn Jahre lang ein privates Refugium des Königs. Wenige Tage nach seinem Tod am 13. Juni 1886 ordnete das Hofsekretariat zunächst die Sperrung der Königsschlösser an, doch bereits am 1. August 1886 wurden die Schlösser Herrenchiemsee, Linderhof und Neuschwanstein gegen eine Eintrittsgebühr für Besucher geöffnet.⁴ Offensichtlich konnten sich aber einige Journalisten in den wenigen Tagen zwischen Ludwigs Tod und der Sperrung der Schlösser Zutritt zu den bisher privaten Bereichen verschaffen.⁵ In einem Artikel über das Schloss Linderhof im *Berliner Tageblatt* vom 3. und 4. Juli 1886, der von anderen Zeitungen nachgedruckt wurde, findet sich auch ein Hinweis auf die elektrische Anlage: „Hinter dem Kiosk und von Waldpartien versteckt, liegt das große Maschinenhaus, das außer einer riesengroßen Dampfmaschine nicht weniger als elf Motoren zur Erzeugung von Elektrizität und einen Apparat zur Gasbereitung enthält. Eine unterirdische Draht- und Röhrenanlage verbindet alle Bauten mit dem Maschinenhause.“ Der Autor hat die Grotte offensichtlich nicht in Betrieb gesehen, schreibt er doch: „Bei dem schwachen Lichte spärlicher Lampen ließen sich die Herrlichkeiten, die-

ser nach des Königs eigenen Plänen und Angaben in die Erde hinein gegraben und von Künstlerhänden zur Tuffsteinhöhle hergerichteten Zauberhöhle nur schwach erkennen.“ Nun folgte eine Beschreibung der verschiedenen gestalterischen Elemente (Muschel, Felsen, Wasserfall, Monumentalgemälde): „[...] alle anderen Herrlichkeiten sind jetzt, beim schwachen Schein der Petroleumlampen, ihres Nimbus barm; gespenstisch blitzt hie und da ein kleiner Urwald von Kristall-Prismen in Armeslänge auf; Rundgläser in allen Farben stehen umher. Der ganze Mechanismus, der ganze Zauberapparat ist bloßgelegt.“⁶

In ähnlicher Weise berichtete Mitte 1886 das illustrierte Familienblatt *Die Gartenlaube* ausgiebig über Schloss Linderhof. Dabei kam auch die Grotte und deren technische Infrastruktur zur Sprache: „Weiter oben in der Nähe der Bergwände liegen ein Gebäude für die ständigen Arbeiter und das Maschinenhaus mit Gasanstalt und den Apparaten zur Erzeugung von elektrischem Lichte. Das Maschinenhaus und seine Arbeiter stehen hauptsächlich im Dienste des Interessantesten, was der Linderhof birgt, im Dienste des Geheimnisses vom Linderhofe: der Grotte.“ Dieses Geheimnis bestand in einer umfassenden Lichtinszenierung: „Aus allen Winkeln, aus allen Ecken, aus allen Nischen und Spalten des Gesteins, aus zahlreichen mit farbigen Gläsern überdeckten Vertiefungen zur Rechten, zur Linken, über, unter, neben dir leuchtet, flackert, flammt, glüht, sprüht ein Meer von Lichtfluthen bald gelben, bald grünen, bald violetten, bald rosa-rothen, bald rothen, bald blauen Scheines in überraschendem, plötzlichem Wechsel durch den wunderbaren Raum, alle Theile desselben mit einer unsäglichen Fülle von Licht und Glanz übergießend. Hold und lieblich wölbt ein Regenbogen sein mildes Licht über all' diese flammende Schönheit.“ Den Autoren war bewusst, dass sie die Technik nur oberflächlich streiften, ja, sie erläuterten diese lediglich in dem Maße, wie es für das Verständnis der inszenatorischen Effekte notwendig erschien: „Ueber die technische Seite der complicirten Einrichtungen [...] nur einiges Wenige. Die Gasanstalt und die Apparate zur Erzeugung des elektrischen Lichtes befinden sich [...] in dem Maschinenhause. Hunderte von Leitungsdrähten communiciren von diesem aus mit einer technischen Abtheilung in der Grotte. Telegraphie und Telephonie vermitteln den Verkehr zwischen Maschinenhaus und Grotte. Ein Wink und anstatt z. B. in rothem flammt alles in blauem Lichte. Elektrisches Licht, Gas und Glas sind die einfachen Mittel, durch welche die unbeschreiblich-großartigen magischen Lichtwirkungen erzielt werden.“⁷

Eine Beschreibung der Schriftstellerin Luise von Kobell (1827–1901) – als Frau des Kabinettssekretärs August von Eisenhart (1826–1905), der immer mehr „[...] zum einzi-

gen Bindeglied zwischen dem König und der Außenwelt wurde“,⁸ lebte sie jahrelang in der Umgebung Ludwigs II. – stellt vor allem die Wirkung der Beleuchtungsanlage in den Mittelpunkt: „Farbige Gläser wurden eingesetzt, und dann inszenierten ein gelehrter Professor und ein kundiger Ingenieur die elektrische Beleuchtung. Dem Theatermaler Otto Stöger ward hierauf das Illuminationsamt übertragen. Er waltete dessen voll Umsicht und Geschicklichkeit, aber der Beruf war schwer und gefährlich, denn in Stögers engem Laboratorium umlagerten ihn die giftigen Gase wie ein feindliches Heer. [...] Oberhalb der Grotte befand sich das Maschinenhaus für die Elektromotoren, und eine Gasfabrik in kleinem Maßstabe. An passenden Punkten der Grotte wurden elektrische Bogenlichtlampen angebracht, welche mittels der ‚Beleuchtungskästen‘ ihre Wirkung entfalteten. Die letzteren bestanden aus je vier Glasplatten, die mit fünferlei Anilinfarben, blau, rot, rosa, grün, und gelb überzogen waren. Blau blieb die Hauptfarbe, und zwar kostete es unendliche Mühe und zahllose Versuche, bis der Wunsch des Königs erfüllt werden konnte, eine gleichmäßige Färbung zu erhalten. Diese Aufgabe wurde nie vollständig gelöst; dennoch wirkte die künstliche Höhle am Linderhof fast so überraschend wie das wunderbare Naturspiel auf Capri, wenn sie auch im Vergleich zu demselben eine Theaterdekoration blieb.“⁹

Diese drei zeitgenössischen Berichte mögen als Beispiele genügen. Es fällt auf, dass die technischen Beschreibungen wenig detailliert sind. Ein Grund mag sein, dass die Autorinnen und Autoren keine technischen Vorkenntnisse besaßen – zumal die elektrische Beleuchtung um 1880 eine neue und wenig bekannte Technologie war. Andererseits muss man aber sagen, dass die Anlage von Linderhof zwar das erste stationäre, elektrische Beleuchtungssystem in Bayern war, technisch gesehen war sie aber nicht überaus innovativ, nutzte man hier doch gängige Produkte der Zeit. Eine Ausnahme bildeten die Lichtfilter, insbesondere jene für die Farbe Blau. Das folgende Zitat zeigt, dass Ludwig II. kein Technikenthusiast war: „Ich will nicht wissen, wie es gemacht wird, ich will nur die Wirkung sehen.“¹⁰ – eine Aussage, die keinesfalls als Ablehnung von Modernisierungsprozessen missverstanden werden darf.¹¹ Nimmt man solchen Pragmatismus zum Ausgangspunkt der Überlegungen, erscheinen die oben zitierten Artikel viel weniger als Zeugnis der Unkenntnis technischer Details ihrer Autoren denn als Ausdruck dafür, dass für den König nicht die Technik sondern die Umsetzung seiner gestalterische Wünsche und Ideen im Mittelpunkt des Interesses standen. Die elektrische Beleuchtungsanlage wurde demnach nicht eingebaut, weil diese Beleuchtungstechnik neu und deshalb erstrebenswert war, sondern weil sie versprach, den Zwecken der Lichtinszenierung am besten zu entsprechen.

Ein „Gutachten über die elektrischen Beleuchtungsvorrichtungen auf dem Linderhof“

Bereits 1876 hatte Max Thomas Edelmann für die Grotte eine elektrische Beleuchtung als Lichtquelle bei Nacht und bewölktem Himmel empfohlen. Die notwendige Elektrizität sollten Dynamomaschinen erzeugen, die weniger anfällig

als Batterien waren.¹² 1877 experimentierte man mit Bogenlampen zur Lichterzeugung sowie mit blauseidenen Ballons, die wahrscheinlich mit Kerzen oder Öllampen bestückt wurden.¹³ Ab 1878 wurde in die Venusgrotte eine elektrische Beleuchtungsanlage eingebaut. Zwischen 1878 und 1881 lieferten die Firmen Gramme in Paris und Schuckert in Nürnberg insgesamt 12 Dynamomaschinen, die im Krafthaus von einer Dampfmaschine angetrieben wurden (Abb. 1 und Abb. 2a–c). Jeder Dynamo speiste separat eine der 12 Bogenlampen, die in der Grotte und im nahe gelegenen Maurischen Kiosk installiert waren.¹⁴

Einen detaillierten Einblick in den Zustand der Beleuchtungsanlage gestattet ein Gutachten, das Wilhelm von Beetz (1822–1886) und Adolf von Baeyer (1835–1917) im November 1878 verfasst hatten. Der Chemiker und spätere Nobel-Preisträger Baeyer hatte 1875 als Nachfolger von Justus von Liebig (1803–1873) den Lehrstuhl für Chemie an der Münchner Universität übernommen. Das *Gutachten über die elektrischen Beleuchtungsvorrichtungen auf dem Linderhof*¹⁵ beginnt mit der Einschätzung, dass die Schuckert-Maschinen etwas besser seien als die Gramme-Generatoren: „Sämtliche Maschinen funktionieren gut; die Leitungsdrähte der französischen waren ziemlich stark erhitzt [...], die Nürnberger Maschinen zeigten eine geringere Erwärmung, was für ihre zweckmäßigere Konstruktion spricht.“ Für die Freileitungen vom Maschinenhaus zur Grotte wurde eine wirksamere Isolation empfohlen, in dem größere Dächer über jedem Isolator den Schnee besser abhalten sollten. Vor allem aber forderte man aus Sicherheitsgründen Blitzableiter für die Leitungen, was auch im Laufe des folgenden Jahres realisiert wurde.¹⁶ Die verwendeten Bogenlampen – so das Gutachten weiter – befanden sich „[...] auf der Höhe der heutigen Wissenschaft“. Neue Jablochkoffsche Lampen wurden nicht empfohlen, weil dann andere Dynamomaschinen, nämlich Wechselstrom-Generatoren, nötig wären, was keinen Kostenvorteil erbrächte. Weiterhin ging die Studie auf die Geräusche der Bogenlampen ein: „Die neuesten Bestrebungen zur Herstellung eines geräuschlosen elektrischen Lichts, vom Amerikaner Edison ausgehend, wobei an Stelle der abbrennenden Kohlen ein glühender Draht angewendet werden soll, haben bisher noch kein Licht und Helligkeit geliefert, daß es dem Kohlenlicht an die Seite gestellt werden könnte.“¹⁷ Das zischende Geräusch des Lichtbogens war demnach negativ aufgefallen, aber es gab keine Alternative.

Anschließend wandte sich die Studie den Leuchtmitteln zu. Die Bogenlampen befanden sich in einem Lichtkasten, die mit Farbfiltern versehen waren. Bemängelt wurde die Konstruktion der Lichtkästen. Die Glasfilter passten nicht gleichermaßen an allen Stellen. An den Ecken trat Licht aus, was vor allem beim blauen Licht störte. Unter dem Punkt „Aufstellung der Laternen“ unterbreitete das Gutachten Verbesserungsvorschläge für szenografische Effekte: So sollte etwa der Wasserfall von innen beleuchtet werden. Weiterhin sollten die Wellen auf dem See kürzer werden, „[...] was auch [durch] eine einfache Übersetzungsvorrichtung an der Maschine bewerkstelligt werden kann.“

In einem separaten Punkt beschäftigte sich das Gutachten mit den eingesetzten Farbfiltern. Die Färbung der Gläser sei mit einer Kollodiumschicht auf den Glasplatten zweckentsprechend gelöst. Die einzige Farbe, die Probleme bereitete,

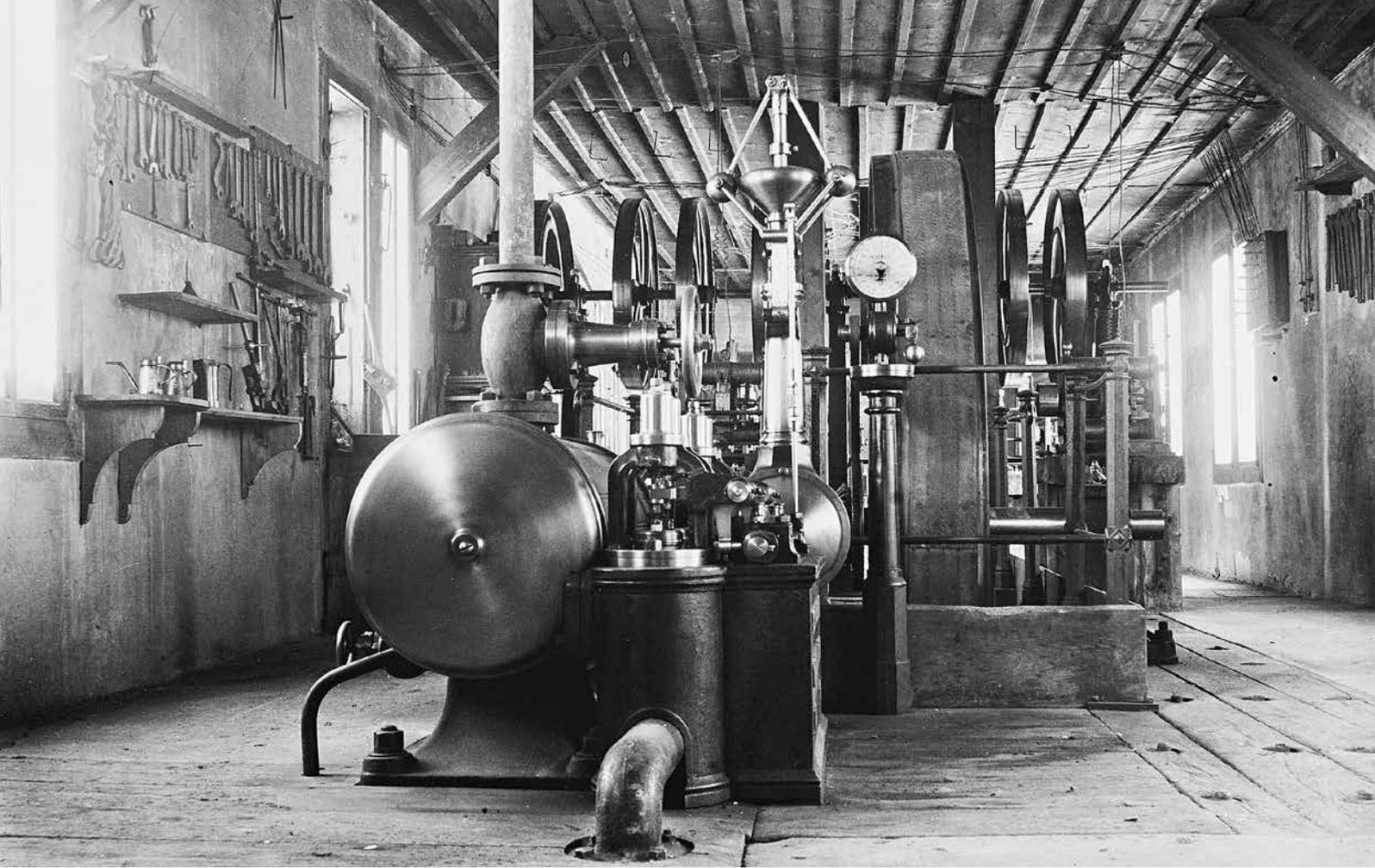


Abb. 1: Dampfmaschine zum Antrieb der Generatoren

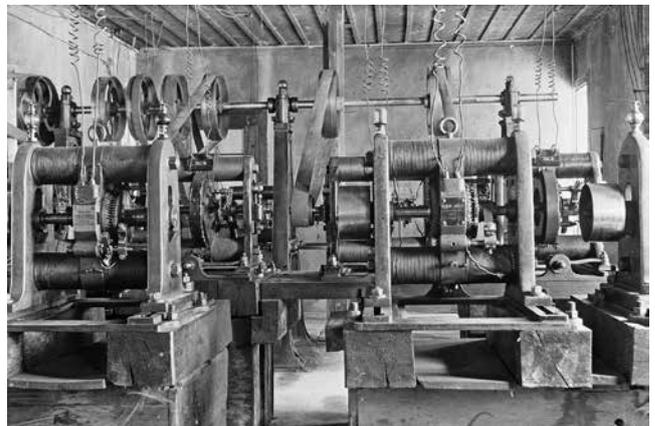
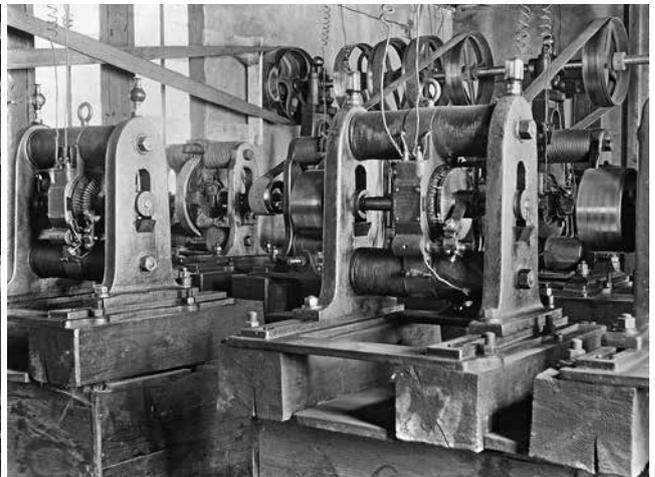
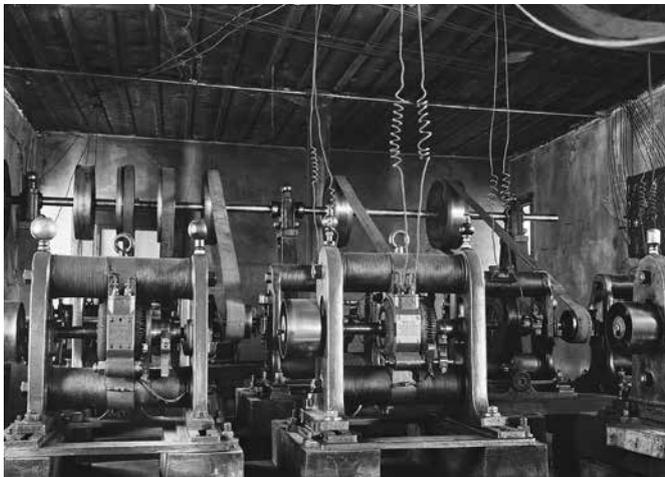


Abb. 2a, b und c: Generatoren im Maschinenhaus von Linderhof. Im Vordergrund sind die Generatoren von Gramme und im Hintergrund die Maschinen von Schuckert zu sehen.

war das Blau. Zugleich war Blau aber auch essentiell für die Wirkung der Blauen Grotte. Die beiden Autoren Beetz und Baeyer hatten versucht, das Problem auf naturwissenschaftlichem Wege anzugehen: „Da dieser Punkt für den Effekt der Beleuchtung von besonderem Werte ist, haben wir eine große Anzahl blauer Farbstoffe spektralanalytisch untersucht und als den von allen Nebenfarben namentlich rot und grün möglichst freien denjenigen erkannt, welcher in der badischen Anilin- und Sodafabrik zu Stuttgart unter der Bezeichnung Spritblau OE käuflich zu haben ist. (Eine Probe dieses Farbstoffes legen wir bei).“ Aber etwas Skepsis blieb wohl: „Indessen wird auch bei der Anwendung dieses Stoffes nur dann ein reiner Effekt erzielt werden können, wenn die Collodiumschicht ziemlich stark gefärbt ist, weil dünnere Schichten aller bekannten Farbstoffe neben dem Blau stets beträchtliche Mengen roter und grüner Streifen hindurchlassen.“

Im abschließenden Punkt des Gutachtens geht es um die Beleuchtung des Maurischen Kiosks. Im Grunde, so die Studie, könne man hier zufrieden sein. Das störende Zischen des Lichtbogens ließe sich aber nicht vermeiden.

Stand der elektrischen Beleuchtung – ein Vortrag von 1878

Die Frage ist nun, ob die Erkenntnisse aus dem Gutachten zur elektrischen Beleuchtungsanlage von Schloss Linderhof ihren Niederschlag im wissenschaftlich-technischen Umfeld der bayerischen Hauptstadt fanden. Eine Recherche im einschlägigen regionalen Fachjournal der Zeit, im *Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt*, ergab keinen Hinweis. Mehr noch: Der Jahrgang 1878 enthält keinen einzigen Artikel über Elektrizität oder elektrische Beleuchtung. Aber bereits ein Jahr später tauchen diese Begriffe im Jahresregister auf und verweisen dabei mehrfach auf die Rubrik „Referate aus technischen Zeitschriften.“¹⁸ Offensichtlich war man in München nun doch auf das Thema aufmerksam geworden. 1879 erschien schließlich ein langer Vortrag von Wilhelm von Beetz, den er am 18. November 1878 vor dem Polytechnischen Verein in München gehalten hatte. Nach dem Aufsatz ist ein Vortrag des Privatdozenten Bunte über die Verwendung des elektrischen Lichtes abgedruckt, dem sich eine ausgiebige Diskussion anschloss.¹⁹

Wilhelm von Beetz hatte sich als Professor für Physik an der Polytechnischen Schule München intensiv mit der Elektrophysik und elektrotechnischen Geräten auseinandergesetzt und war also bei Hofe als Experte bekannt. In einem Vortrag vor der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu Ehren des bevorstehenden Geburtstags König Ludwigs II. gab er 1873 einen Überblick zur „Entwicklung der Electricitätslehre“, angefangen von Blitzableitern über die Voltasche Säule und die Entdeckung des Zusammenhangs zwischen elektrischem Strom und Magnetismus bis hin zu ersten Anwendungen der neuen Kraft in der Telegrafie. Am Schluss resümierte Beetz eine Reihe positiver Beiträge durch bayerische Wissenschaftler und forderte Schutz und Unterstützung durch die Obrigkeit: „Das Bild, welches ich hier von der Thätigkeit unserer Akademiker [...] entworfen habe, ist in der Tat kein unerfreuliches [...] Oft ist es ihnen gelungen, dem Studium der Electricitätslehre ganz neue Bahnen

zu eröffnen.“ Und weiter: „[...] nur Eins wird bleiben [...], das darf ich an diesem Tage, an dem wir die Vorfeier des Geburtsfestes unseres erhabenen Königs begehen, doppelt gern aussprechen: das ist der Schutz, den die Wissenschaft stets unter Bayerns Fürsten gefunden hat.“²⁰

1878 erschien ein kleines Kompendium zur Elektrizitätslehre, das zehn Vorlesungen von der Elektrostatik bis zu dynamoelektrischen Maschinen zusammenfasste, die Beetz vor Mitgliedern des ärztlichen Vereins in München gehalten hatte.²¹ Das Thema elektrische Beleuchtung und Dynamomaschinen konnte er im oben erwähnten Vortrag am 18. November 1878 vor dem Polytechnischen Verein zu München vertiefen.²² Obwohl hier die Anlage von Schloss Linderhof keine Erwähnung fand, muss man wegen der Gleichzeitigkeit von Gutachten und Vortrag von einer engen Verbindung ausgehen.

Beetz präsentierte seine neuesten Erkenntnisse vor der wissenschaftlichen Community Münchens. Dabei beschreibt er zunächst die Technik der Bogenlampen. Hier brennt ein elektrischer Lichtbogen zwischen zwei Kohlelektroden und sendet ein sehr helles, gleißendes Licht aus. Wird der Lichtbogen mit Gleichstrom betrieben, verbrennt die positive Elektrode fast doppelt so schnell wie die negative. Dadurch vergrößert sich der Abstand zwischen den beiden Elektroden und der Lichtbogen erlischt schließlich. Viele Erfinder seit den 1830er Jahren suchten nach Lösungen, um den Elektrodenabstand konstant zu halten und damit einen stabilen Lichtbogen zu erreichen. Die meisten benutzten Uhrwerke. Eine technisch ausgereifte Lösung bot 1878 Friedrich von Hefner-Alteneck (1845–1904)²³, Ingenieur bei Siemens & Halske, mit der sogenannten Differentialbogenlampe an. Schuckert fertigte zunächst die sogenannte Dornfeld-Bogenlampe nach einem Patent des Unternehmens Friedrich Krupp in Essen und erwarb 1880 die alleinigen Rechte für Deutschland an der Bogenlampe des böhmischen Erfinders František Křižík (1847–1941),²⁴ der auch als böhmischer Edison bezeichnet wurde. Diese konnte zunächst nur zwei Jahre lang produziert werden, da Siemens & Halske das Patent anfocht, aber letztlich unterlag.

Der in Paris lebende Russe Pawel Nikolajewitsch Jablochkoff (auch: Jablotschkow, 1847–1894)²⁵ hatte Mitte der 1870er Jahre die Idee, die beiden Kohlelektroden parallel zueinander anzuordnen und sie mit einer Isolierschicht zu trennen. Damit entfielen alle mechanischen Teile, was das System erheblich vereinfachte. Allerdings musste die Jablochkoffsche Kerze mit Wechselspannung gespeist werden, damit die Elektroden gleichmäßig abbrannten. In der Konsequenz konnte man kaum ohne größere Kosten von einem zum anderen System wechseln, wie Beetz bereits im Gutachten formulierte.

Im zitierten Vortrag beschäftigte sich Beetz neben der Beschreibung der Bogenlampen auch mit der Erzeugung von Elektroenergie mittels Generatoren. Hatte man zunächst noch Batterien benutzt, standen seit Mitte des 19. Jahrhunderts elektrische Maschinen zur Verfügung, die viel preiswerter die Bewegung eines Wasserrads oder einer Dampfmaschine in Elektroenergie umwandeln konnten. Marktführer im Bereich elektrischer Generatoren war zu diesem Zeitpunkt das Pariser Unternehmen von Zénobe Gramme (1826–1901).²⁶ Ende der 1870er Jahre kam das Unterneh-

men von Sigmund Schuckert (1846–1895) in Nürnberg hinzu. Wilhelm von Beetz beendete den oben genannte Vortrag mit dem Fazit: „[V]om physikalischen Standpunkte aus steht der Einführung electricischer Beleuchtung nichts im Wege. In wie weit unter den jetzt gegebenen Bedingungen dieselbe mit der Gasbeleuchtung schon in Concurrenz treten kann, zu beurtheilen, überlasse ich unseren Technikern.“²⁷

Beetz' Vortrag folgte eine Präsentation von Privatdozent Dr. Bunte über die Verwendung des elektrischen Lichts, dem sich wiederum eine ausgiebige Diskussion anschloss. Bunte stellt dabei vor allem die Jablochkoffschen Kerzen vor, also Bogenlampen, die ohne Reguliermechanik auskamen, aber mit Wechselstrom gespeist wurden. Dieser Bogenlampentyp habe zwar die elektrische Beleuchtung weitgehend vereinfacht, insbesondere, da sie auch parallel betrieben werden könnten, „[...] man hat jedoch damit keinen ökonomischen Fortschritt gemacht, im Gegenteil: die Vereinfachung des Betriebes ist auf Kosten der ökonomischen Leistung der ganzen Anlage erfolgt.“²⁸ Die Diskussionsredner, zu denen auch Max Thomas Edelmann gehörte, griffen zum einen die Aussagen zur Wirtschaftlichkeit elektrischer Beleuchtungssysteme und zum anderen jene zur „Teilung des Lichtes“ auf. Diese zu dieser Zeit intensiv geführte Debatte kreiste um die Frage, ob und wie es technisch möglich sei, im Vergleich zu den Bogenlampen lichtschwächere Beleuchtungseinheiten zu schaffen. Dieses Problem sollten der Brite Josef Swan (1828–1914) und der Amerikaner Thomas A. Edison bald lösen, indem sie eine brauchbare Glühlampe auf den Markt brachten. Ein ausführlicher Bericht dazu erschien Anfang 1880 in der in München herausgegebenen *Zeitschrift für Angewandte Elektrizitätslehre*.²⁹

Das blauere Blau – ein ungelöstes Problem

Obwohl nach dem Gutachten sowie Beetz' Vortrag elektrische Beleuchtungsanlagen im Allgemeinen und jene in Linderhof im Besonderen tadellos funktionierten, war Ludwig II. mit der erreichten Wirkung sehr unzufrieden. Aber gerade diese stand für den König im Mittelpunkt. Vor allem weil die künstliche Grotte von Linderhof auftragsgemäß der Blauen Grotte von Capri gleichen sollte, stand von Beginn an die Diskussion um das ‚richtige‘ Blau im Zentrum.³⁰ Edelmann schätzte zu Beginn seiner Arbeit diese Aufgabe offenbar als schwierig, aber machbar ein. So sagte er bei einer Präsentation am Hofe vom 26. März 1876: „Was die Aufgabe anbetrifft, diese Erscheinung naturwahr zu produzieren, so ist dieselbe allerdings gerade nicht leicht zu nennen, jedoch mit großer Sorgfalt in der Auswahl der vorhandenen, wissenschaftlichen Hilfsmittel immerhin zu lösen.“³¹ Wahrscheinlich ahnte er schon bald, dass die Aufgabe keineswegs einfach zu lösen war und bat noch 1876 um Freistellung von einem Jahr von der Tätigkeit an der Polytechnischen Schule München.³² Die Schwierigkeiten mit der blauen Beleuchtung wurden gleichfalls im vorletzten Abschnitt des Gutachtens von Beetz und Baeyer thematisiert. Eine gute Lösung konnten aber auch die beiden hochkarätigen Gutachter nicht geben.

Um das richtige Blau zu finden, wurden über Jahre zahllose Versuche unternommen, aber das Ergebnis blieb unbefriedigend. In einem Brief vom 19. Juni 1878 heißt es: „Seine

Majestät geruhten anzuordnen, daß in acht oder zehn Tagen Dr. Edelmann und Maler Stöger sich nach dem Linderhofe zu begeben haben, um die Beleuchtung der Grotte zu einem definitiven Abschluß zu bringen. Dieselben sollen mit ihren Versuchen nicht aufhören, bis das verlangte Blau richtig und haltbar hergestellt ist, worüber seine Majestät dann Meldung erwarten.“ Offensichtlich war der König mit dem Ergebnis weiterhin unzufrieden: In einem Schreiben vom 21. August 1878 wird gefordert, das Problem endlich zu lösen: „[...] Dr. Edelmann und Maler Stöger haben den Befehl erhalten, vorläufig noch im Linderhofe behufs neu vorzunehmender Proben zu verbleiben. Das Blau war der Majestät immer noch nicht tief genug; es wird dasselbe auch nach Aussage des Dr. Edelmann nicht in der befohlenen Weise herzustellen sein, wenn nicht die Grottenwände einen entsprechenden Anstrich erhalten [...]“³³ Die Arbeiten wurden durch Adolf Baeyer unterstützt, der auch Heinrich Caro (1834–1910), leitender Chemiker der jungen BASF in Ludwigshafen, um Hilfe bat.³⁴ Die Wissenschaftler wollten dem Problem mit spektralanalytischen Messverfahren zu Leibe rücken, scheiterten aber. Der König blieb unzufrieden, da seine Vorstellungen des gewünschten Blau der berühmten Grotte von Capri – die Ludwig II. übrigens nie persönlich besucht hatte – nicht reproduziert werden konnte. Tief enttäuscht von den Wissenschaftlern teilte er am 30. Januar 1880 seinem Hofsekretär mit: „Es ist dringend notwendig, daß diese Angelegenheit ganz anders angepackt wird wie bisher [...] Im Laufe der letzten Jahre wurden nur Rückschritte statt Fortschritte gemacht, daß es eine wahre Schande ist [...] Suchen Sie nun einen Mann aus, lassen Sie die Proben neu beginnen, im Mai muß alles vollendet sein, und zwar so, daß ich damit vollständig zufrieden sein kann.“ Um dem Hofsekretär die Dringlichkeit zu verdeutlichen, drohte Ludwig II. unverhohlen: „Gelingt Ihnen das endlich, was längst hätte gelingen sollen, so gedenke Ich Sie im August zum Ministerialrat zu ernennen, wenn nicht, so auf gar keinen Fall; darauf können Sie sich gewiß verlassen!“³⁵

Frühe elektrische Beleuchtungsanlagen in München – das Umfeld

Die Beleuchtungsanlage in der Venusgrotte von Schloss Linderhof gilt heute als erstes stationäres, elektrisches Beleuchtungssystem in Bayern. Dabei stellt sich die Frage nach dem Umfeld, nach eventuellen Vorgänger- und Nachfolgereinrichtungen in der bayerischen Hauptstadt. Die erste bekannte Erwähnung einer elektrischen Beleuchtungsanlage in Bayern bezieht sich auf den Einsatz eines mobilen Beleuchtungswagens bei Bauarbeiten im Winter 1868 und/oder 1869.³⁶ Beim Bau der Bahnstrecke von München nach Braunau sollten Arbeiten an den Fundamenten der Brücken über die Isar und den Inn beschleunigt werden: „Man war daher darauf bedacht, für eine möglichst vollkommene Beleuchtung des Bauplatzes um so mehr Sorge zu tragen, als man beabsichtigte, die Foundation mehrerer Objecte der Brücke gleichzeitig in Angriff zu nehmen. Nach eingehenden Verhandlungen mit der Telegraphenbau-Anstalt Siemens & Halske in Berlin entschloss man sich zur Uebernahme einer dynamo-elektrischen Maschine zur Erzeugung elektrischen Lichtes, welche

genanntes Etablissement vor Kurzem gebaut und zur Anstellung von Versuchen in Rücksicht auf militärische Zwecke verwendet hatte [...] Der Apparat wurde während der Fundation der Isarbrücke mit gutem Erfolge verwendet und gestattete die Fortsetzung der Arbeiten zur Nachtzeit an den Schlagwerken, bei dem Baugrubenaushube und beim Betonieren. Nur in der Tiefe der Baugruben, wohin das Licht nicht drang, war es notwendig, mit einigen Petroleumlampen nachzuhelfen.“³⁷

War die elektrische Beleuchtung – nicht zuletzt wegen der hohen Kosten – zunächst wenigen ausgewählten Projekten vorbehalten, drang seit Mitte der 1870er Jahre diese neue Technik zunehmend als mögliche Alternative zum Gaslicht ins Bewusstsein der Öffentlichkeit. So informierte etwa das Familienblatt *Die Gartenlaube* 1876 in einem redaktionellen Beitrag über die neue Technik. Dabei wurde großer Optimismus verbreitet: „Der Ersatz des Gaslichtes durch elektrisches Licht [...] erscheint nur noch eine Frage der Zeit. Bisher war das elektrische Licht mit seinem blendenden Glanze doch immer noch zu kostspielig, um es anders als für besonders festliche Gelegenheiten, bei Illuminationen, im Theater oder auf Leuchttürmen anzuwenden.“³⁸ Neue Dynamomaschinen würden es ermöglichen, preiswert aus mechanischer Energie Elektrizität zu erzeugen, was deren Preis enorm sinken ließ. Demzufolge, so die Information im Familienblatt weiter, würden elektrische Beleuchtungsanlagen zunehmend in Häfen und Fabrikhallen eingesetzt. Allerdings gäbe es auch Innovationen im Bereich der Gasbeleuchtung. So wurden etwa im Pariser Opernhaus senkrecht brennende Gasflammen eingesetzt, bei denen die „[...] Flammen vollkommen nach außen abgesperrt sind [...] Tänzerinnen und Sängerinnen dürfen sich auch ohne Gefahr für ihre Kleider und ihr Leben der Rampe“ mit den Gaslampen nähern.³⁹

Die erste permanente Beleuchtungsanlage Bayerns, die 1878 in Linderhof in Betrieb ging, leistete aus naheliegenden Gründen zunächst keinen Beitrag dazu, dass die neue Technik in der Öffentlichkeit bekannt wurde. Ihr folgten aber bald weitere Installationen in München, etwa die elektrische Beleuchtung eines Saals im Telegraphenamts München. Werbewirksam war zweifellos die Präsentation einer Theaterbühne mit elektrischer Beleuchtung auf der Internationalen Elektrizitätsausstellung 1882 im Münchner Glaspalast, deren Leitung Wilhelm von Beetz übernommen hatte.⁴⁰ Bereits 1879 war im Zuge der Errichtung des neuen Gebäudes für den Münchner Zentralbahnhof im südlichen Hallenschiff die erste mit elektrischen Bogenlampen ausgestattete Bahnhofshalle Deutschlands in Betrieb gegangen. Die gesamte Anlage wurde von Siemens & Halske in Berlin geliefert und bestand nach Abschluss der Bauarbeiten 1883 in der letzten Ausbaustufe aus 50 Jablockkoffschen Bogenlampen, die im Abstand von 30 m angeordnet waren und den ganzen Bahnhof beleuchteten. Zur Stromerzeugung dienten vier Wechselstromgeneratoren, die von je einem Gasmotor angetrieben wurden.⁴¹ 1883 erhielt das Residenztheater die erste elektrische Beleuchtung von fast 800 Glühlampen.⁴² Gerade Letzteres fand – neben dem Savoy-Theater in London und dem Königlichen Hoftheater in Stuttgart – in den zeitgenössischen Fachjournalen durchaus Beachtung. Zum einen suchte man nach den großen Theaterbränden der vergangenen Jahre nach einer Alternative für das Gaslicht,

das oft genug durch Unachtsamkeit zu Brandkatastrophen geführt hatte.⁴³ Außerdem führte das Gaslicht zur Überhitzung der Bühne und erhöhte den Kohlendioxidgehalt der Luft. Zum anderen war das Münchner Residenztheater „das erste und erfolgreiche Werk der Deutschen Edison Gesellschaft“ (DEG),⁴⁴ seit 1887 AEG, die dieses Faktum entsprechend werbewirksam verbreitete. So gab die DEG eigens ein Bändchen über die elektrische Beleuchtung von Theatern heraus.⁴⁵ Im Mittelpunkt standen neben der Betriebssicherheit die Verteilung der Beleuchtung über den ganzen Bühnenraum, die bequeme Einstellung der Helligkeit der jeweiligen Lampengruppen sowie die einfache Auswahl verschiedener Farben und Effektbeleuchtungen. So gesehen hatte die intensive Beschäftigung mit der elektrischen Beleuchtung der Venusgrotte in Schloss Linderhof sicherlich dazu beigetragen, in Bayern Wissensbestände und Kenntnisse zu einer innovativen Technologie anzusammeln, nämlich der elektrischen Beleuchtung, die um 1880 noch in den Kinderschuhen steckte.

Zeugnisse im Deutschen Museum – was bleibt?

Die Venusgrotte erforderte – wie jedes Bauwerk – ständige Reparatur- und Erhaltungsmaßnahmen. Das betraf die bauliche Hülle genauso wie die Inneneinrichtung. 1911 stand die vollständige Erneuerung der Beleuchtung in der Grotte an, was die Aufstellung eines Dieselmotors zum Antrieb der Dynamomaschine beinhaltete.⁴⁶ In einem Schreiben vom 30. Mai 1912 an den Bayerischen Finanzminister zeigte das Deutsche Museum lebhaftes Interesse an einer Reihe von Objekten, konkret an fünf der elf vorhandenen elektrischen Maschinen, weiterhin an acht der 19 Bogenlampen und schließlich an einem Schaltbrett, einem Schalter und drei Kabelklemmen. Im Antwortschreiben vom 23. August 1912 wurde dem Museum mitgeteilt, dass Prinzregent Luitpold dem Museum die gewünschten Exponate aus Linderhof als Geschenk überlässt.⁴⁷ Das Eingangsbuch weist für den 7. September 1912 die Übergabe von insgesamt zwanzig Objekten aus dem Besitz der Königlichen Schlossverwaltung Linderhof an das Deutsche Museum aus. Dies waren eine ganze Reihe von Bogenlampen, Dynamomaschinen, aber auch Schalter, ein Schaltbrett sowie einige Meter Leitungsdraht.

Im Laufe der Jahre, nicht zuletzt durch den Zweiten Weltkrieg, gingen einige der Exponate verloren; eine Schuckert-Maschine wurde 1954 an das damalige Siemens-Museum abgegeben. Derzeit befinden sich in den Sammlungen des Deutschen Museums sechs Bogenlampen, zwei nach dem System Dubosq (Inv.-Nr. 36136 und 36137, Abb. 3a und b), zwei von Schuckert (Inv.-Nr. 36140 und 36141, Abb. 4), eine weitere Schuckert-Bogenlampe ausgewiesen als System Křižík (Inv.-Nr. 36145, Abb. 5) sowie eine Bogenlampe von Siemens & Halske nach dem System Hefner-Alteneck (Inv.-Nr. 36138, Abb. 6). Erstaunlicherweise wurde vom Museum keine Krupp-Bogenlampe übernommen, die in Linderhof eingesetzt wurde. Weiterhin besitzt das Deutsche Museum heute drei Dynamomaschinen aus Linderhof, zwei nach Gramme (Inv.-Nr. 36149 und 36150, Abb. 7) sowie eine Schuckert-Maschine (Inv.-Nr. 36147, Abb. 8).



Abb. 3a und b: Bogenlampen, System Dubosq (Inv.-Nr. 36136 und 36137)



Abb. 4: Bogenlampe, System Schuckert (Inv.-Nr. 36140)



Abb. 5: Bogenlampe, System Křížik (Inv.-Nr. 36145)



Abb. 6: Bogenlampe, Siemens & Halske, System Hefner-Alteneck (Inv.-Nr. 36138)

Beetz, Edelman und Schuckert – das elektrische Dreigestirn

Wilhelm von Beetz⁴⁸ wurde 1822 in Berlin geboren, studierte Chemie und Physik an der Berliner Universität und arbeitete anschließend als Assistent beim Physiker Heinrich Gustav Magnus (1802–1870). Beetz wurde 1844 an der Berliner Universität promoviert, habilitierte sich dort 1849 und wurde 1850 als Professor an die Kadettenanstalt berufen, an der er bereits seit fünf Jahren lehrte. 1856 folgte er einem Ruf an die Universität Bern, wechselte aber zwei Jahre später nach Erlangen. 1868 übernahm Beetz schließlich das Fachgebiet Physik an der von Ludwig II. neu gegründeten Polytechnischen Schule München und stand dieser Einrichtung 1874 bis 1877 als Direktor vor. 1869 wurde er in die Bayerische Akademie der Wissenschaften aufgenommen und war somit als hoch dekoriertes Wissenschaftler ausgewiesen. 1881 wurde Beetz vom Deutschen Reich als Preisrichter zur Elektrotechnischen Ausstellung nach Paris entsandt. Auf dieser Ausstellung hatte Thomas A. Edison (1847–1931) nach der Erfindung der Glühlampe 1879 das neue Beleuchtungsmittel erstmals in Europa vorgestellt. Im Jahr darauf, 1882, übernahm Beetz die Leitung der Elektrizitätsausstellung im Münchner Glaspalast, die maßgeblich von Oskar von Miller (1855–1934) organisiert worden war, und wurde im folgenden Jahr als offizieller bayerischer Vertreter zur Elektrizitätsausstellung nach Wien delegiert. Wilhelm von Beetz, der u. a. 1876 den bayerischen Kronenorden erhalten hatte, verbunden mit der Verleihung des persönlichen Adels, starb am 22. Januar 1886 in München.

Max Thomas Edelman wurde 1845 in Ingolstadt geboren, er studierte in Augsburg und München.⁴⁹ 1881 wurde er von der Universität Jena promoviert. 1868 gründete er in München sein Physikalisch-Mechanisches Institut, das international anerkannte physikalische Präzisionsapparate herstellte.⁵⁰ Zeitgleich arbeitete er bei Wilhelm von Beetz in München als Assistent, ab 1873 als Privatdozent und seit 1894 als Honorarprofessor am Polytechnikum. Edelman beschäftigte sich mit Elektromedizin, elektrischen Beleuchtungsanlagen sowie mit der Realisierung von inszenatorischen Theatereffekten. Folgerichtig erhielt er aus dem Umfeld von Ludwig II. spezielle Ausstattungsaufträge für dessen Schlossbauten und war auch bereits früh in die Planung der Venusgrotte einbezogen. Max Thomas Edelman starb 1913. Das von ihm gegründete renommierte Unternehmen wurde von seinem Sohn Max Edelman weitergeführt.

1846 in Nürnberg geboren, lernte **Johann Sigmund Schuckert** während seiner Lehre als Feinmechaniker bei Friedrich Heller in seiner Geburtsstadt elektrische Telegraphen kennen.⁵¹ 1864 ging er als Geselle auf die Walz, die ihn über Stuttgart, Hannover, Hamburg, Berlin zurück nach Nürnberg führte. Über zwei Monate arbeitete er bei Siemens & Halske in Berlin. 1869 reiste Schuckert in die USA, wo er als Mechaniker und Instrumentenbauer arbeitete und u. a. bei Thomas A. Edison wertvolle Erfahrungen sammelte. 1873, nach seiner Rückkehr aus den USA, gründete er in Nürnberg eine kleine Mechanikerwerkstatt. Schuckert übernahm Reparaturarbeiten und verbesserte den Ringanker der Dynamomaschinen, wofür er 1874 ein Bayerisches Patent erhielt. 1876 stellt Schuckert seine sog. Flachringmaschine vor, die einen höheren Wirkungsgrad erzielte und von der König-Ludwig-Preisstiftung mit einer Silbermedaille ausgezeichnet wurde.⁵² Das Unternehmen, das 1879 ins Handelsregister eingetragen worden war, produzierte Bogenlampen und Generatoren und rüstete bald Elektrizitätswerke aus. Nach 1893 firmierte das Unternehmen, das inzwischen von seinem Mitgesellschafter Alexander Wacker (1846–1922)⁵³ geführte wurde, unter *Elektrizitäts AG, vorm. Schuckert & Co*, und entwickelte sich zu einem bedeutenden Elektrounternehmen. In der Krise der Elektroindustrie geriet es in eine finanziell schwierige Situation und wurde 1903 mit dem starkstromtechnischen Teil von Siemens & Halske zu den Siemens-Schuckertwerken (SSW) fusioniert. Diese Entwicklung erlebte Sigmund Schuckert nicht mehr, starb er doch 1895 im Alter von nicht ganz 49 Jahren.

Abstract

The artificial grotto near the castle of Linderhof was commissioned in 1875 by the Bavarian King Ludwig II. His vision of such a grotto had been influenced by the Venus Grotto of the Wagner opera *Tannhäuser* and by the Blue Grotto of Capri, which the king had never seen himself. For the Grotto's illumination, experts demanded electric lighting technology, which was a completely new field back then. Between 1878 and 1881, the companies Gramme in Paris and Schuckert in Nuremberg delivered a total of 12 dynamo machines which were installed in a new power house. These machines were power fed by a steam engine. Each one supplied electricity for one arc lamp only. Today the plant is considered the first permanent electric lighting system in Bavaria. While the electric system was soon working to general satisfaction, the king's desired "true blue" could not be realised satisfactorily until his death in 1886, although several experts had been involved in finding a solution. Nevertheless, the king's commission initiated a more intensive engagement with the new field of electric engineering in Munich and promoted young Bavarian companies in this field.

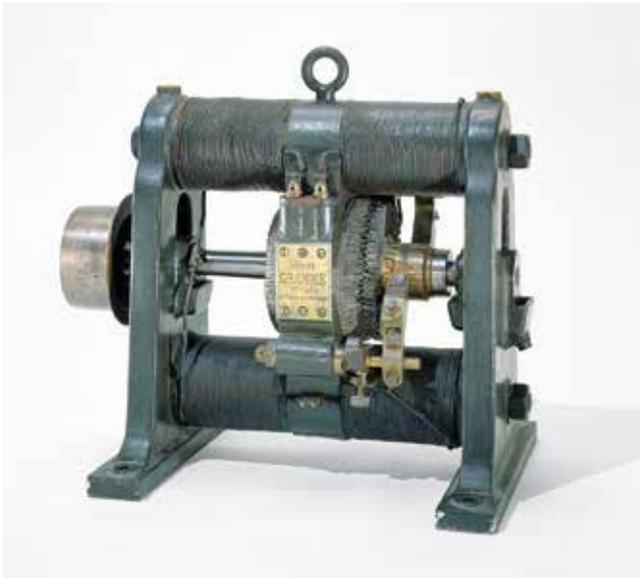


Abb. 7: Dynamomaschine, System Gramme (Inv.-Nr. 36150)



Abb. 8: Dynamomaschine, System Schuckert (Inv.-Nr. 36147)

- ¹ Zur Bautechnik oder der künstlerischen Ausstattung siehe: HASSLER, Felsengärten, 2014, darin insbesondere BARTHEL – KAYSER – MARTIN – MAUS, Die Venusgrotte, und HÄFNER – SCHMICKL, Die Venusgrotte, ebenso deren Beiträge in diesem Band.
- ² SCHLIM, König Ludwig II., 2001, S. 97–113; PRAXMARER – ADAM, König Ludwig II., 2002, S. 92–98; siehe zur Grotte weiterhin: NÖHBAUER, Auf den Spuren, 1986, S. 102–105; GEBHARDT, König Ludwig II., 2011, S. 132–135; RUMSCHÖTTEL, Ludwig II., 2011, S. 88 f.
- ³ NADLER – JOHN, Schloß Linderhof, 2007/08, S. 192 und PRAXMARER – ADAM, König Ludwig II., 2002, S. 95.
- ⁴ VOIT, Vom Lynder-Hof, 2012, S. 113.
- ⁵ Siehe die im Folgenden zitierten Artikel sowie: König Ludwig's II. Linderhof, 1886, und: Die Schlösser Neuschwanstein und Linderhof, 1893.
- ⁶ König Ludwigs Prachtschlösser (Spezialbericht des Berliner Tageblatts.), 1886, Zitate S. 6. Teilweise nachgedruckt in: König Ludwigs Prachtschlösser 2, 1886.
- ⁷ Allerlei von den Königsbauten, alle Zitate S. 107.
- ⁸ Eisenhart, Johann August Ritter von, in: Neue Deutsche Biographie Bd. 4, 1959, S. 413.
- ⁹ Von KOBELL, Ludwig II., 1898, S. 100–103.
- ¹⁰ Von KOBELL, Ludwig II., 1898, S. 106.
- ¹¹ KRAUSS, Von Ludwig II. zu Ludwig III., 2011, S. 96–106.
- ¹² Dr. Edelman, Referat über die Erleuchtung der Grotte in der kgl. Gartenanlage am Linderhof vom 26.3.1876, in: NADLER – JOHN, Schloß Linderhof, 2007/08, S. 132f.
- ¹³ NADLER – JOHN, Schloß Linderhof, 2007/08, S. 142. Auch: JOST, „Ein wahrhaft feenhafter Anblick“, 2015, S. 340f.
- ¹⁴ SCHLIM, König Ludwig II., 2001, S. 97 f.; WOLF – LOIBL – BROCKHOFF (Hrsg.), Götterdämmerung, 2011, Bd. II, S. 228 f.
- ¹⁵ Bayerisches Hauptstaatsarchiv, Geheimes Hausarchiv, Kabinett Akte Ludwig II., No. 336. Der Beitrag folgt dem Abdruck in: SCHLIM, König Ludwig II., 2001, S. 99–101.
- Alle Zitate ebenda. Siehe auch: NADLER – JOHN: Schloß Linderhof, 2007/08, S. 285–290.
- ¹⁶ Bericht Bürkels an den König vom 3. 7. 1879, in: NADLER – JOHN, Schloß Linderhof, 2007/08, S. 285.
- ¹⁷ Offensichtlich hatte Beetz im November 1878 Kenntnis von Th. A. Edisons Arbeiten zur Kohlefadenlampe, brachte diese aber nicht in die nach dem unten zitierten Vortrag vom 18. November 1878 folgende Diskussion zur Teilung des Lichtes ein.
- ¹⁸ Referate aus technischen Zeitschriften, 1879.
- ¹⁹ BEETZ, Die Apparate, 1879, sowie BUNTE, Über die Verwendung, 1879. Zu Dr. Bunte liegen keine biografischen Angaben vor.
- ²⁰ BEETZ, Der Antheil der k. bayerischen Akademie, 1873, S. 24 f.
- ²¹ BEETZ, Grundzüge der Electricitätslehre, 1878.
- ²² BEETZ, Die Apparate, 1879.
- ²³ JÄGER – HEILBRONNER, Lexikon, 2010, S. 185–187.
- ²⁴ JÄGER – HEILBRONNER, Lexikon, 2010, S. 247.
- ²⁵ JÄGER – HEILBRONNER, Lexikon, 2010, S. 212.
- ²⁶ JÄGER – HEILBRONNER, Lexikon, 2010, S. 164 f.
- ²⁷ BEETZ, Die Apparate, 1879, S. 16.
- ²⁸ BUNTE, Über die Verwendung, 1879, S. 19.
- ²⁹ Edison's neue elektrische Lampe, 1880.
- ³⁰ Ausführlich dazu: KRÄTZ, Ein blaueres Blau, 1981. Der Beitrag enthält auch viele Zitate aus Archivquellen.
- ³¹ NADLER – JOHN, Schloß Linderhof, 2007/08, S. 133; Auch: JOST, „Ein wahrhaft feenhafter Anblick“, 2015, S. 339.
- ³² KÖHLER – EDELMANN, Physikalisch-Mechanisches Institut, 2012, S. 91.
- ³³ Zitiert nach: KRÄTZ, Ein blaueres Blau, 1981, S. 21; Auch: SCHLIM, König Ludwig II., 2001, S. 102.
- ³⁴ Auszüge aus dem Briefwechsel sind abgedruckt in: KRÄTZ, Ein blaueres Blau, 1981, S. 22 f., SCHLIM, König Ludwig II., 2001, S. 103–111 sowie WOLF – LOIBL

- BROCKHOFF (Hrsg.), *Götterdämmerung*, 2011, Bd. II, S. 201 f.
- ³⁵ Zitiert nach: KRÄTZ, *Ein blauerer Blau*, 1981, S. 23; auch SCHLIM, *König Ludwig II.*, 2001, S. 106, 111.
- ³⁶ Albert Spitta gibt diese Jahreszahlen an, was wahrscheinlicher ist: SPITTA, *Beginn und Entwicklung*, 1965, S. 693. Ernst Voit nennt dagegen das Jahr 1871: VOIT, *Entwicklung der Beleuchtung*, 1906, S. 60f.
- ³⁷ Von CAROLSFELD, *Technische Mittheilungen*, 1871, S. 89f.
- ³⁸ *Neue Beleuchtungsvorrichtungen*, S. 713.
- ³⁹ *Neue Beleuchtungsvorrichtungen*, S. 714.
- ⁴⁰ Zur Ausstellung siehe: DITTMANN, *Die internationale Elektrizitätsausstellung*, 2011.
- ⁴¹ Süß, *Die Geschichte des Münchner Hauptbahnhofes*, 1954, S. 71.
- ⁴² *Beleuchtung des kgl. Residenz-Theaters sowie VOIT, Entwicklung der Beleuchtung*, 1906, S. 61.
- ⁴³ Siehe hierzu die ausführliche Darstellung in: FÖLSCH, *Theaterbrände*, 1878.
- ⁴⁴ JORDAN, *Ueber die elektrische Beleuchtung*, 1884, S. 57.
- ⁴⁵ *Elektrische Beleuchtung von Theatern*, 1884. Zum Residenztheater siehe S. 43–49.
- ⁴⁶ NADLER – JOHN: *Schloß Linderhof*, 2007/08, S. 28.
- ⁴⁷ *Deutsches Museum, Archiv*, VA 1402/3.
- ⁴⁸ KOHLRAUSCH, *Wilhelm v. Beetz*, 1888; JÄGER – HEILBRONNER, *Lexikon*, 2010, S. 42.
- ⁴⁹ FISCHER – GÜNTHER, *Max Thomas Edelmann*, 1914.
- ⁵⁰ Einen guten Überblick gibt: EDELMANN, *Neuere Apparate*, 1882 sowie EDELMANN, *Elektrotechnik für Ärzte*, 1890, S. 110–164.
- ⁵¹ COHEN, *Schuckert*, 1923; KEUTH, *Sigmund Schuckert*, 1988; JÄGER – HEILBRONNER, *Lexikon*, 2010, S. 388f.
- ⁵² WINKLER, *Made in Bavaria*, 2011, S. 108.
- ⁵³ SMOLKA, *Alexander von Wacker*, 1990; JÄGER – HEILBRONNER, *Lexikon*, 2010, S. 446 f.
- BUNTE, *Über die Verwendung des elektrischen Lichtes*, in: *Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt* 11 (1879), S. 16–19, Diskussion S. 22–28.
- Die Schlösser Neuschwanstein und Linderhof, in: *Feldkircher Zeitung* 33. Jg., Nr. 64 vom 12. August 1893, S. 1 f.
- Carl Schnorr von CAROLSFELD, *Technische Mittheilungen über den Bau der k. bayer. Staatseisenbahn von München nach Braunau*, in: *Zeitschrift des Bayerischen Architekten- und Ingenieur-Vereins* 3 (1871), S. 68–72, 85–91, 104–109.
- Rudolf COHEN, *Schuckert 1873 – 1923, Nürnberg 1923*.
- Frank DITTMANN, *Die internationale Elektrizitätsausstellung in München 1882*, in: ders. (Hrsg.), *Überwindung der Distanz*, Berlin/Offenbach 2011, S. 15–55.
- Max Thomas EDELMANN, *Neuere Apparate für Naturwissenschaftliche Schule und Forschung*, Stuttgart 1882.
- Max Thomas EDELMANN, *Elektrotechnik für Ärzte*, München 1890.
- Edison's neue elektrische Lampe, in: *Zeitschrift für Angewandte Electricitätslehre* 2 (1880), S. 33–39.
- Elektrische Beleuchtung von Theatern mit Edison-Glühllicht*, (Veröffentlichung der Deutschen Edison-Gesellschaft Nr. 2), Berlin 1884.
- Karl Tobias FISCHER – Siegmund GÜNTHER, *Max Thomas Edelmann [Nachruf]*, in: *Königliche Technische Hochschule zu München. Bericht über das Studienjahr 1912–1913, Anhang 7*, München 1914.
- August FÖLSCH, *Theaterbrände und die zur Verhütung derselben erforderlichen Schutz-Massregeln*, Hamburg 1878.
- Heinz GEBHARDT, *König Ludwig II. hatte einen Vogel. Unglaubliche, aber wahre Geschichten über Bayerns Märchenkönig*, München 2011.
- Klaus HÄFNER – Armin SCHMICKL, *Die Venusgrotte im Schlosspark von Linderhof. Ein frühes eisenarmiertes Zementbauwerk und dessen Schadensanalyse zur Vorbereitung restauratorischer Maßnahmen*, in: *HASSLER, Felsengärten*, 2014, S. 346–353.
- Uta HASSLER (Hrsg.), *Felsengärten, Gartengrotten, Kunstberge. Motive der Natur in Architektur und Garten*, München 2014.
- Uta HASSLER – Julia BERGER – Kilian JOST (Hrsg.), *Konstruierte Bergerlebnisse. Wasserfälle, Alpenszenarien, illuminierte Natur*, München 2015.
- Kurt JÄGER – Friedrich HEILBRONNER (Hrsg.), *Lexikon der Elektrotechniker*. 2. Aufl., Berlin/Offenbach 2010.
- Kilian JOST, „Ein wahrhaft feenhafter Anblick“. *Lichtinszenierungen von Gartenfelsen*, in: *HASSLER – BERGER – JOST, Konstruierte Bergerlebnisse*, 2015, S. 324–361.
- Paul JORDAN, *Ueber die elektrische Beleuchtung von Theatern mit Glühllicht*, in: *ETZ* 5 (1884), S. 56–59, S. 108–114.
- Heinz KEUTH, *Sigmund Schuckert, ein Pionier der Elektrotechnik*, Berlin/München 1988.
- Luise von KOBELL, *König Ludwig II. von Bayern und die Kunst*, München 1898.
- Friedrich KOHLRAUSCH, *Wilhelm v. Beetz*, in: *Leopoldina* 24 (1888), S. 154–156, 182–185.
- Florian KÖHLER – Max EDELMANN, *Physikalisch-Mechanisches Institut Max Th. Edelmann, München – angewandte*

Literatur

- Allerlei von den Königsbauten im bayerischen Hochlande, in: *Die Gartenlaube* 1886, No. 6, S. 104–107.
- Rainer BARTHEL – Christian KAYSER – Felix MARTIN – Helmut MAUS, *Die Venusgrotte im Schlosspark von Linderhof. Untersuchungen zur Baukonstruktion*, in: *HASSLER, Felsengärten*, 2014, S. 268–285.
- Wilhelm von BEETZ, *Der Antheil der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften an der Entwicklung der Electricitätslehre. Vortrag in der öffentlichen Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften am 25. Juli 1873 zur Vorfeier des allerhöchsten Geburts- und Namensfestes Sr. Majestät des Königs Ludwig II.*, München 1873.
- Wilhelm von BEETZ, *Grundzüge der Electricitätslehre. Zehn Vorlesungen*, Stuttgart 1878.
- Wilhelm von BEETZ, *Die Apparate zur Erzeugung des elektrischen Lichtes*, in: *Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt* 11 (1879), S. 7–16.
- Beleuchtung des kgl. Residenz-Theaters in München nach Edison's System*, in: *Z. VDI* 27 (1883), Sp. 508 f.

- Wissenschaft, in: Edition Bayern – Industriekultur in Bayern, Sonderheft 05, 2012, S. 90–95.
- König Ludwig's I. [II. sic] Linderhof, in: Volksblatt für Stadt und Land (Wien) 17. Jg., No. 29 vom 22. Juli 1886, S. 5f.
- König Ludwigs Prachtschlösser (Spezialbericht des Berliner Tageblatts.) II. Der Linderhof, in: Berliner Tageblatt, Abend-Ausgabe 15. Jg., Nr. 331 vom 3. Juli 1886, S. 1f. sowie Morgen-Ausgabe Nr. 332 vom 4. Juli 1886, S. 6f. (Zweites Beiblatt).
- König Ludwigs Prachtschlösser 2. Der Linderhof, in: Mährisches Tagblatt (Olmütz) 7. Jg., Nr. 153 vom 09. Juli 1886, S. 1–4.
- Otto KRÄTZ, Ein blaueres Blau... Ludwigs Phantasien hielten die junge Wissenschaft auf Trab, in: Charivari 7 (1981) H. 9, S. 19–26.
- Marita KRAUSS, Von Ludwig II. zu Ludwig III. – Modernisierungsprozesse in Bayern, in: WOLF – LOIBL – BROCKHOFF (Hrsg.), Götterdämmerung, 2011, Bd. I, S. 96–106.
- Neue Beleuchtungsvorrichtungen für Straßen, Plätze, Schiffsräume, Fabriksäle, Theater und Zimmer, in: Die Gartenlaube 1876, S. 713f.
- Stefan NADLER – Sabine JOHN, Schloß Linderhof (Grotte, Gewächshaus, Terrassen). Dokumentation zur Bau-, Ausstattungs- und Restaurierungsgeschichte. Erstellt im Auftrag des Staatlichen Bauamtes Weilheim. Interner Bericht, München 2007/08.
- Hans F. NÖHBAUER, Auf den Spuren König Ludwigs II. Ein Führer zu Schlössern und Museen, Lebens- und Erinnerungsstätten des Märchenkönigs, München 1986.
- Mario PRAXMARER – Peter ADAM, König Ludwig II. in der Bergeinsamkeit von Bayern und Tirol. Bergresidenzen, Schlösser, Begegnungen, Krise, mysteriöser Tod, Garmisch-Partenkirchen 2002.
- Referate aus technischen Zeitschriften, Elektrische Beleuchtung, in: Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 11 (1879), S. 80f., 154, 222, 311, 375, 450.
- Hermann RUMSCHÖTTEL, Ludwig II. von Bayern, München 2011.
- Jean Louis SCHLIM, König Ludwig II. von Bayern. Traum und Technik, München 2001.
- Wolfgang J. SMOLKA, Alexander von Wacker. Das Leben eines Industrie-Pioniers, München 1990.
- Albert SPITTA, Beginn und Entwicklung der elektrischen Beleuchtung, in: Siemens-Zeitschrift 36 (1965), S. 689–695.
- Wolfgang Süss, Die Geschichte des Münchner Hauptbahnhofes, Essen 1954.
- Ernst VOIT, Entwicklung der Beleuchtung und Beleuchtungstechnik, in: Darstellungen aus der Geschichte der Technik, der Industrie und Landwirtschaft in Bayern, München 1906, S. 53–66.
- Vanessa VOIT, Vom Lynder-Hof zum Schloss, München 2012.
- Richard WINKLER, Made in Bavaria – Technische Innovationsleistungen bayerischer Unternehmen zur Zeit König Ludwigs II., in: WOLF – LOIBL – BROCKHOFF (Hrsg.), Götterdämmerung, 2011, Bd. I, S. 107–116.
- Peter WOLF – Richard LOIBL – Evamaria BROCKHOFF (Hrsg.): Götterdämmerung. König Ludwig II. und seine Zeit [Katalog zur Bayerischen Landesausstellung, Schloss Herrenchiemsee, 14. Mai bis 16. Oktober 2011], 2 Bde., Augsburg 2011.

Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen: Deutsches Museum, Bildarchiv