



ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE DER ANGEWANDTEN NATURWISSENSCHAFTEN

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.

Durch alle Buchhand-
lungen und Postanstalten
zu beziehen.

Preis vierteljährlich
3 Mark.

N^o 26.

Alle Rechte vorbehalten.

Bd. I. 26. 1890.

Inhalt: Die Formgebung der optischen Gläser. Von Dr. A. Miethe. — Der Canaltunnel. Mit sechs Abbild. — Winters Ende. Von Dr. W. J. van Bebbber. — Ueber das sog. Krystallinischwerden von Schmiedeeisen durch Erschütterungen. — Rundschau. — Bücherschau. — Post.

Die Formgebung der optischen Gläser.

Von Dr. A. Miethe.

Die technische Herstellung optischer Linsen ist im Princip von der Herstellung anderer Artikel aus Glas nicht wesentlich verschieden. Wie bekannt, werden ja die gewöhnlichen Glaswaren einerseits durch Blasen, Strecken, Giessen und Pressen im heissen Zustande, andererseits durch Aetzen, Schleifen, Poliren und ev. Deco- riren im kalten Zustande hergestellt. Aber während bei den meisten gewöhnlichen gläsernen Gebrauchsgegenständen die bequemere Bearbeitung und Formgebung in der Hitze erfolgt, tritt diese Formgebung bei allen, selbst den ordinärsten optischen Erzeugnissen, wie Brillen- gläsern, Spiegeln etc., mehr in den Hintergrund und die Bearbeitung durch Schliff und Politur bildet den Kern der gesammten Herstellung. Die Ansicht, dass gewöhnliche optische Linsen durch „Pressen“ hergestellt werden, ist daher eine falsche.

Wir wollen uns nun im Folgenden darauf beschränken, einen kurzen Ueberblick über die Herstellungsart optischer Präcisionsarbeiten, wie Fernrohr-, Mikroskop- und photographische

Linsen zu geben. Die im Princip durchgehends einfachen Manipulationen erlangen hier erst durch den Grad der an ihre Genauigkeit zu stellenden Anforderungen allgemeineres Interesse.

Das Material für alle diese Arbeiten ist das optische Glas. Dasselbe unterscheidet sich weniger durch seine chemische Zusammensetzung von den sonst auf anderen technischen Gebieten angewandten Glasflüssen, als vielmehr durch seine Homogenität und seine durch langsame Abkühlung erzielte gleichmässige Molecular- beschaffenheit. Wir müssen ein wenig auf diese Cardinalforderungen, welche optisches Glas befriedigen muss, eingehen. Das gewöhnliche Glas ist seinen optischen Constanten nach höchst unhomogen; der Brechungsindex und die numerische Grösse der zerstreuen- den Kraft, sowie das Verhältniss beider Grössen ist innerhalb eines Stückes variabel. Man erkennt diese Thatsache schon leicht mit blossem Auge, wenn man geschliffene Glaskörper, wie sie z. B. zu Briefbeschwerern etc. dienen, im durchfallenden Licht betrachtet. Man sieht dann die ganze Masse von wurmförmigen, durchsichtigen „Schlieren“ durchzogen, die dem Glasfluss das Aussehen einer Flüssigkeit, in welcher ein Salz sich auflöst, geben. Diese „Schlieren“ verdanken ihr Sichtbarwerden nun eben dem Umstand, dass das sie bildende Glas ein anderes Brechungsvermögen hat, als die Umgebung.

Würde man aus solchem schlierigen Glase eine Linse herstellen, so müsste dieselbe optisch vollkommen unbrauchbar sein. Ein gutes optisches Glas zeigt nun solche Schlieren nicht. Man erreicht diese Homogenität des Materials in den Schmelzereien optischer Gläser dadurch, dass man die feinst gemahlten und gemischten Ingredienzien zunächst bei hoher Glut bis zu vollkommener Dünflüssigkeit verschmilzt, stark und anhaltend rührt und stirt und schliesslich die Masse bei etwas niedriger Temperatur eine längere Zeit der Ruhe überlässt. Beim Erkalten pflegt der Glashafen und sein Inhalt in viele Stücke zu zerspringen, welche man einzeln auf ihre Schlierenfreiheit untersucht und die brauchbaren Stücke in passenden Chamotteformen entweder zu Platten oder gleich in der annähernden Form der späteren Linse bei gelinder Hitze „senkt“. Bei diesem „Senken“ oder „Ramouilliren“ bilden sich keine neuen Schlieren; wohl aber muss jetzt ein sehr langsames und vorsichtiges Abkühlen dem Zustandekommen von „Spannungen“ vorbeugen. Wird nämlich das Rohglas unregelmässig oder zu schnell gekühlt, so zeigt dasselbe später Interferenzerscheinungen im polarisirten Licht und verhält sich ähnlich wie eine Platte aus einem Krystall; solches Glas aber ist zur Herstellung von Linsen nicht brauchbar, da die Spannungen sich später so äussern, als wenn das Glas nicht homogen wäre.

Ehe nun der Optiker an die Verarbeitung des Glases gehen kann, muss er dessen optische Constanten, Brechungsindex und Farbenzerstreuung kennen, falls er sich nicht auf die meist unsicheren Angaben der Verfertiger der Gläser verlassen will. Zu diesem Ende werden Proben der Glasflüsse zu Prismen verschliffen, welche auf dem Spectrometer untersucht werden. Die so gefundenen Zahlen bilden die Grundlage für die Errechnung der einzelnen Kurven der Linsen, ein je nach der gestellten Aufgabe mindestens mühsames, oft höchst schwieriges mathematisches Problem, auf dessen Lösung wir hier naturgemäss nicht eingehen können. Die Schwierigkeit der Aufgabe wächst im Allgemeinen mit der Zahl der zu einem optischen System zu vereinigenden Linsen einerseits und dem Grad der verlangten Genauigkeit andererseits, abgesehen von gewissen Complicationen, die durch Einführung von mannigfaltigen Nebenbedingungen entstehen können. Sind so durch die Theorie, die allerdings in manchen Fällen mit mehr oder weniger Erfolg durch geschicktes Tatonnement ersetzt wird, die Krümmungen, Dicken und Durchmesser der Linsen gefunden, so kann zur praktischen Ausführung geschritten werden. Diese beginnt damit, dass man die passenden Rohglasstücke an zwei gegenüberliegenden Seiten anpolirt, um einen Einblick in die Beschaffenheit der Glasmasse zu gewinnen.

Blasen oder ungeschmolzene Körnchen sind für das optische Verhalten der fertigen Linse ohne wesentlichen Einfluss; man verwirft daher eine Rohglasscheibe ihrerhalb nur dann, wenn jene Fehler zu grober Natur sind. Der Geübte erkennt die „Schlieren“ sehr leicht; sie dürfen keinenfalls vorhanden sein und muss ein schlieriges Stück unbedingt verworfen werden. Eine fernere Untersuchung im sogenannten Mach'schen Apparat erlaubt eine genaue Erkennung von Spannungen, und muss im Falle, dass solche vorhanden sind — jedenfalls wenn sie erheblich erscheinen —, das Rohglasstück einer erneuten „Ramouillirung“ in der Hütte unterworfen werden. Hat sich das Glas diesen Proben gegenüber als tauglich erwiesen, so wird nun die eigentliche Formgebung begonnen.

Man fängt damit an, dass man das Glas auf einer Schneidemaschine in Tafeln von passender Dicke zerlegt. Die Construction dieser Glasschneidemaschinen ist eine sehr mannigfaltige; am gebräuchlichsten sind Vorrichtungen, bei welchen ein Stahlband ohne Ende, das über zwei grosse Räder läuft, mit Zuhilfenahme von grobem Schmirgel das Schneiden besorgt. Das Glasstück wird durch eine Feder oder ein Gewicht gegen die Kante des Stahlbandes gedrückt und durch Rotation der Räder wie von einer Bandsäge zerschnitten. Die gewonnenen Tafeln werden darauf in passende Quadrate mit einem Stahldreikant zerlegt, welche ihrerseits wieder mit einer Bröckelzange gerundet werden, so dass schliesslich flache, geldstückartige Kreiscylinder entstehen.

Die eben geschilderten Theilungs- und Vorformungsoperationen sind natürlich sehr unökonomisch, da einerseits schon über die Hälfte des kostbaren Rohmaterials dabei nutzlos verdedet wird, andererseits das Schneiden, zumal bei harten Gläsern, sehr zeitraubend und daher kostspielig ist.

Man umgeht sie oft dadurch, dass man schon beim Senken Glaskörper herstellt, welche ungefähr die Form der später zu schaffenden Linse haben. Vorausgesetzt, dass die so gewonnenen Rohstücke spannungsfrei sind — was nicht immer der Fall ist —, ist gegen dies Verfahren, welches die Arbeit sehr vereinfacht, nichts einzuwenden. Muss man später einige der so hergestellten Linsen wegen vorher nicht erkennbarer Fehler der Rohscheibe verwerfen, so ist dies doch immer noch besser, als allzuviel Zeit mit den Vorarbeiten zu verlieren.

Ist die Arbeit auf dem einen oder andern Wege bis zu diesem Punkte gediehen, so beginnt die eigentliche Thätigkeit des ausführenden Optikers, diesen vorgearbeiteten Glasstücken durch Schliff und Politur diejenigen Krümmungen zu geben, welche die Rechnung oder geregeltes Probiren als die für den Zweck des späteren

Linsensystems passendsten ermittelt hat. Dem Optiker ist z. B. aufgegeben, er solle eine Linse herstellen, die von zwei sphärischen Flächen von 6,41 cm und 23,27 cm Krümmungsradius gebildet ist. Die Aufgabe ist, wie man leicht sieht, eine doppelte: erstens sollen (dies ist bei allen optischen Apparaten der Fall) die Flächen des Glases genau sphärisch (kugelförmig) sein, zweitens sollen sie einen genau gegebenen Krümmungsradius haben. Die Lösung dieser Aufgabe wird nun in folgender Weise in Angriff genommen.

Zunächst wird auf der Drehbank eine kreisförmige Stahlblechscheibe hergestellt, deren Radius genau dem geforderten Krümmungsradius entspricht. Diese Arbeit lässt sich ohne Schwierigkeit mit grosser Präcision ausführen. Die Stahl-scheibe — gewöhnlich „Lehre“ genannt — dient als Kontrolle für alle späteren Manipulationen. Der Rand derselben wird bei feineren Arbeiten sehr sauber polirt und genau kreisförmig gedreht. Nachdem solche Lehre durch Ausmessen über verschiedene Durchmesser sich als vollständig genau erwiesen hat, schreitet man zur Herstellung der Schleifschalen. Dies sind cylindrische Messing- oder Gusseisenkörper von einem etwas grösseren Durchmesser als die zu verfertigende Linse, deren Grundfläche genau nach der Lehre ausgedreht wird. Man fertigt für jede Fläche mindestens zwei solcher Schalen, eine convexe und eine concave, welche miteinander so lange ausgeschliffen werden, bis sie, fest ineinander passend, den Krümmungsradius der Lehre haben. Diese Uebereinstimmung von Lehre und Schale im Krümmungsradius ist nicht leicht zu erreichen, doch hat man eine Anzahl mechanischer Mittel, um sich von der vollkommenen Erfüllung dieser Uebereinstimmung jederzeit zu überführen. Die Schalen werden jetzt mit Hilfe eines Zapfens oder Gewindes auf die „optische Bank“ befestigt, eine Art von Hand- oder Fussbetriebsdrehbank mit verticaler Axe. Man bringt in die Schale ein wenig feuchten Schmirgel, setzt sie in Rotation und drückt den Glaskörper gegen sie; will man eine convexe Fläche schleifen, so bedient man sich natürlich der concaven Schale und umgekehrt. Allmählich nimmt unter gelegentlicher Erneuerung des Schmirgels das Glas die Krümmung der Schale an. Es ist jedoch nun ersichtlich, dass ebenso wie das Glas auch die metallene Schale geschliffen wird und schliesslich ihre genau richtige Krümmung und ihre Sphäricität verliert. Man schleift sie daher nach Beendigung des Vorschleifens mit dem grössten Schmirgel mit der andern entgegengesetzten Schale sorgfältig aus und controllirt ihre Krümmung mit der Lehre. Hat auf diese Weise die Schale wieder genaue Krümmung erhalten, so schreitet man zum Feinschleifen. Der grobe Schmirgel hat eine körnige,

unregelmässige Oberfläche erzeugt, auf welcher man schon mit blossem Auge oder mit einer schwachen Lupe erkennt, dass sie aus lauter kleinen, unregelmässig muscheligen Brüchen besteht; es muss jetzt diese Oberfläche durch Anwendung feiner und feinsten Schmirgelsorten immer feiner und feiner geschliffen werden. Man gewinnt diese feinen Schmirgelsorten durch Ausschlämmen und Absetzenlassen des verbrauchten groben Schmirgels. Während dieser Operation, welche je nach der Härte des Glases zur Erreichung des feinsten Schliffes mit 3—4 Schmirgelarten ausgeführt wird, wird der Krümmungsradius der Schale häufig untersucht und durch epicyclische Bewegung des Glases Sorge getragen, dass sich alle Theile der Schale gleichmässig abnutzen. Nach gehöriger Anwendung des feinsten Schmirgels (welcher beim Schlämmen noch nach einer halben Stunde sich suspendirt erhielt) erhält man eine Fläche, welche in auffallendem Licht schwarz, mit einem sammetartigen Lüster erscheint, bei sehr schräg auffallendem Licht aber schon eine Art von gelbbraunlicher Spiegelung zeigen muss. Unter der Lupe zeigt sie kein Korn mehr, sie ist aber noch undurchsichtig matt und erweist sich unter dem Mikroskop als aus unzähligen, sehr kleinen Muschelbrüchen von $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{1200}$ mm Durchmesser bestehend. Wenn man jetzt den Schmirgel noch mehr verfeinert, so würden diese Muschelbrüche immer, immer kleiner werden; sie würden aber niemals vollkommen verschwinden, die Fläche bliebe immer matt; nie würde sie vollkommen durchsichtig. Dies Letztere erreicht man erst durch das Poliren.

Bevor wir jedoch diese interessante Manipulation besprechen, müssen wir noch auf die Methoden der Prüfung der feingeschliffenen Gläser eingehen. Es handelt sich nämlich darum, dass das Glas schon vor der Politur die genaue Curvierung hat, damit das Poliren um so leichter und sicherer bewerkstelligt werden kann.

Zur Prüfung der Sphäricität und der richtigen Krümmung der feingeschliffenen Oberflächen bedient man sich der Sphärometer. Diese Instrumente, welche in sehr vielfachen äusseren Formen gebaut werden, da sie sich sehr vielen Zwecken anbequemen müssen, beruhen alle im Wesentlichen auf einem Princip, das wir kurz erläutern wollen. Drei spitze Stahlfüsschen sind im gleichseitigen Dreieck starr mit einander verbunden. Im Schwerpunkt dieses Dreiecks befindet sich ein vierter, vertical durch eine Mikrometerschraube beweglicher Fuss. Setzt man jetzt das Instrument mit seinen drei Füßen auf eine absolute Ebene und bewegt den mittleren Schraubenfuss so lange, bis er die Ebene gerade berührt, so hat man an der Schraube den Nullpunkt gefunden, welcher anzeigt, dass sich jetzt alle vier Füße in einer Ebene be-

finden. Setzt man das Instrument auf eine Hohlfläche, z. B. eine Concavlinse, so muss man den Mittelfuss weiter hinunterschrauben, damit er die Fläche wieder berührt. Kennt man die Steigung der Schraube und die Distanz je zweier Füsse, so kann man aus diesen Grössen leicht den Krümmungsradius der Fläche berechnen. Verschiebt man das Sphärometer auf der Fläche, so muss der vierte Fuss stets mit ihr in Contact bleiben, wenn die Fläche ein Kugelabschnitt ist. Man findet also mit Hilfe des Sphärometers den Krümmungsradius und die eventuellen Abweichungen einer Fläche von der absolut sphärischen Gestalt.

Man pflegt nun nicht jede Linsenfläche, besonders wenn man deren viele gleiche herzustellen hat, auf diese mühsame Weise zu untersuchen, sondern man vergleicht sie in später noch zu erörternder Weise mit einem genau untersuchten „Passglas“, einer Glaslinse von gleichem und entgegengesetztem Krümmungsradius.

Wie bereits hervorgehoben, ist es nicht möglich, unter Anwendung noch so feiner Polirmittel in einer metallenen Schale eine durchsichtige Fläche zu erhalten. Wenn man eine in der noch zu beschreibenden Weise polirte Glasfläche unter ein Mikroskop bringt, so ist selbst bei Anwendung der stärksten Systeme keine Structur der Fläche bemerkbar und ihr optisches Verhalten lässt den Schluss zu, dass dieselbe wirklich structurlos ist. Wir wollen nun zunächst den Vorgang des Polirens, wie er durch Empirie gefunden wurde, beschreiben und dann eine Hypothese der schwererklärlichen Polirwirkung zu geben versuchen. Der Optiker erwärmt die Metallschale, füllt sie mit geschmolzenem Wachs oder Pech und drückt, wenn das Ganze zu erhärten beginnt, die angefeuchtete Linse in das bildsame Material. Durch vorsichtiges Drehen und Schieben der Linse formt er sie genau ab. Jetzt lässt man die ganze Schale erkalten, bringt ein wenig „englisches Roth“ (Ferrioxyd) oder Zinnasche (Zinndioxyd) mit Wasser auf die Pechfläche und setzt die Maschine in Gang, indem man die Linse unter langsamem Drehen und Wenden auf der Pechfläche bewegt. Unterbricht man die Arbeit nach einer halben Minute, so sieht man, dass schon jetzt die Fläche einen Hauch deutlicher Politur zeigt. Unter dem Mikroskop bemerkt man eine spiegelnde, vollkommen blanke Fläche, die noch mit zahlreichen, einzelnen Schleifgrübchen bedeckt ist. Je länger das Poliren fortgesetzt wird — es kann bei grossen Flächen viele Stunden dauern — desto mehr verschwinden die Schleifgrübchen, bis endlich das letzte unsichtbar geworden und die höchste Politur erreicht ist. Welcher Vorgang spielt sich hier nun ab? Am Polirmittel liegt es nicht; man kann auf einer Pechschale auch mit sehr feinem Schmirgel poliren; es muss

also an der weichen Unterlage liegen. Und dies ist thatsächlich der Fall. Während zwischen Metall und Glas die Schleifkörper rollen und so Bruch neben Bruch in die Fläche stossen, setzt sich das Polirmittel in dem weichen Pech fest und gleicht nun gewissermassen „zudrückend“ die Fläche aus. Der Theil des Polirmittels, welcher frei beweglich bleibt, polirt nicht mit, sondern schleift. Die Politur wird von der „Polirhaut“ zu Stande gebracht, einer Oberflächenschicht aus Pech und Roth gemischt. Dies weiss auch der Optiker aus Erfahrung; er nimmt meist nur einmal Polirmittel; später nur immer Wasser, damit die Schale sich durch die Reibung nicht erwärmen kann. — Da nun aber das Poliren ohne sichere Führung der Metallschale geschieht, und sich die Pechschale sehr leicht deformirt, so muss man immer von Zeit zu Zeit die Sphäricität der Fläche controlliren. Dies geschieht mit dem Passglas. Legt man die Linsenfläche in das Passglas, so sieht man, falls die Kurven nicht genau ineinander schliessen, ein System Newton'scher Ringe. An der Zahl dieser Ringe und ihrer eventuellen Deformirung hat man einen genauen Maassstab der Fehlerhaftigkeit der Krümmung, und diese Probe ist so ungeheuer empfindlich, dass der geringste Temperaturunterschied des Passglases und der Linse hinreicht, Zahl und Form der Ringe zu ändern. Man kann die Feinheit der Probe ermessen, wenn man erwägt, dass an der Stelle des innersten rothen Ringes die Flächen durch eine Distanz von 0,00015 mm getrennt sind, eine Grösse, deren Zehnfaches durch mechanische Messungen nicht verbürgt werden kann.

Sind auf diese Weise nun beide Flächen der Linse geschliffen und polirt, so erübrigt es noch, dieselbe zu „centriren“. Das Centriren hat den Zweck, den Linsenrand so abzuschleifen, dass er symmetrisch zur optischen Axe der Linse liegt, d. h. dass bei Convexlinsen die dickste, bei Concavlinen die dünnste Stelle der Linse genau deren Mitte einnimmt. Man hat hier wieder eine sehr feine optische Probe. Man erwärmt die Linse, befestigt sie mit einem Tropfen heissen Pechs an dem Axenende einer Drehbank, stellt seitwärts ein Licht auf und „richtet“ jetzt die Linse, solange das Pech noch warm ist, so „aus“, dass die von beiden Flächen herrührenden Spiegelbilder bei Rotation der Linse nicht mehr sich umeinander bewegen („schlagen“), sondern stillzustehen scheinen. Es ist leicht zu übersehen, dass dann die optische Axe mit der Rotationsaxe zusammenfallen muss. Jetzt lässt man das Pech erkalten und schleift die Linse am Rande laufend ab.

Meist sind nun in optischen Systemen die Linsen nicht einfach, sondern sie sind aus 2 oder 3 Einzellinsen, deren innere Kurven übereinstimmen, zusammengesetzt. Es ist dies be-

kanntlich deshalb nöthig, weil eine einzelne Linse ein farbiges und ausserdem unscharfes Bild liefern würde, oder, wie man sich technisch ausdrückt, chromatisch und sphärisch nicht corrigirt ist. Man vereinigt deshalb fast immer Linsen aus Crown und Flint entweder durch Zusammenfassen derselben in einem Ringe — wobei sorgfältig darauf zu achten, dass die beiden optischen Axen in einer Linie liegen — oder man kittet sie, bei Gleichheit der Innenflächen, mit einem durchsichtigen Medium zusammen. Als Kittmaterial dienen verschiedene Substanzen aus der Classe der trocknenden Oele und Balsame, wie Leinöl, venetianisches Terpentin, Canadabalsam etc., deren Auswahl sich nach dem Zweck des Linsensystems und der Härte des angewandten Glases richtet; ausserdem muss man bestrebt sein, das Kittmaterial so zu wählen, dass seine optischen Constanten nicht allzuverschieden von denen des einen der angewandten Gläser sind. Es muss dies deshalb geschehen, damit die Kittschicht, bei etwa nicht genau passenden Innenflächen, nicht die Wirkung des Systems verändert. Zum Zweck des Kittens erwärmt man die Linsen vorsichtig, giebt auf die Hohlfläche einen Tropfen des flüssigen oder geschmolzenen Kittmaterials und entfernt durch langsames Niedersenken der Convexfläche Luftblasen und überflüssigen Kitt. Natürlich müssen dann schliesslich die beiden Linsen durch Centriren in die richtige Lage gebracht werden.

Ueber das Fassen der Linsen ist nichts weiter zu sagen; es ist eine einfache mechanische Dreharbeit. Schwierig wird die Sache nur, wenn die Linsen sehr klein sind, wie z. B. die oft kaum $\frac{1}{5}$ mm messenden Frontlinsen der starken Mikroskopobjective. Es gehört eine ruhige Hand und ein sicheres Auge dazu, die kleine Linse mit Hilfe eines spitzen, feuchten Hölzchens in die passende Oeffnung centrirt zu legen und sie dann durch Ueberdrücken eines feinen Spanes Messing sicher zu befestigen.

Unsere Auseinandersetzung würde ihren Zweck erfüllt haben, wenn es uns gelungen wäre, dem Leser einen Einblick in die technische Optik zu gewähren; vielleicht betrachtet er von nun an einmal sein Fernrohr, seinen Feldstecher oder sein Mikroskop mit anderen Augen, da er weiss, welche Mühe auf die Herstellung dieser Gegenstände verwendet wurde. [349]

Der Canaltunnel.

Mit sechs Abbildungen.

Vor einiger Zeit*) haben wir unseren Lesern über das grossartige Project einer Ueberbrückung

des Canals berichtet. Wir haben gezeigt, dass eine solche mit den heutigen Mitteln der Ingenieurkunst durchführbar, wenn auch mit sehr hohen Kosten verknüpft ist.

Dass eine Bahnverbindung zwischen England und dem Continent geschaffen werden muss und wird, ist ausser allem Zweifel. Es fragt sich indessen, ob die Ueberbrückung des Canals der einzige Weg ist, auf welchem das gestellte Ziel zu erreichen wäre. Ueberblicken wir die verschiedenen Projecte, welche vorliegen, so erkennen wir alsbald, dass die meisten derselben als zu wenig begründet auszuschneiden sind. Es gehören dahin die versenkten Röhren, schwimmenden Brücken u. a. m.

Als einzig ernstes Project kommt neben dem der Canalbrücke nur noch das des Canaltunnels in Betracht. Dieses Project hat vor dem Brückenproject nicht unwesentliche Vorzüge, unter denen die Thatsache, dass bereits ganz erhebliche wirkliche Vorarbeiten vorhanden sind, nicht die geringste ist. Aus Gründen indessen, die sogleich erwähnt werden sollen, waren diese Vorarbeiten ins Stocken gekommen, bis neuerdings das Brückenproject die Vertreter des Tunnels zu neuer Thätigkeit anspornete.

Der hervorragendste derselben, Sir Edward Watkin, hat eine Reihe von Vorträgen gehalten, in denen er den derzeitigen Stand dieser Frage und die Vorzüge des Tunnelprojectes überhaupt aufs Neue eingehend besprochen hat. Der Bau dieses Tunnels ist vor einigen Jahren unter Sir Edwards Leitung bereits in Angriff genommen worden. Man bohrte von beiden Seiten des Canals und drang zwei Kilometer weit auf jeder Seite unter dem Wasser vor. Augenzeugen haben uns versichert, dass das Erdreich sich ebenso leicht bearbeitbar als vollkommen wasserdicht zeigte. Trotzdem wurden die Arbeiten auf Befehl der Regierung eingestellt und zwar lediglich deswegen, weil die öffentliche Meinung Englands sich dem Tunnel zu feindlich erwies. Die Zahl derer, welche die Insellage Englands für den einzigen Schutz der politischen und socialen derzeitigen Zustände dieses Landes halten, übertrug zur Zeit noch bei Weitem die der erleuchteten Köpfe in England, welche einen engeren Anschluss an die Länder des Continents für zeitgemäss erachten.

Ohne sich durch den Lärm seiner Gegner beirren zu lassen, kommt Sir Edward Watkin heute auf seine Lieblingsidee zurück. Er weist darauf hin, dass schon seit Anfang dieses Jahrhunderts eine Verbindung Englands mit dem Continent immer und immer wieder angestrebt worden sei. Schon 1806 unterbreitete Mathieu das Project eines zweistöckigen Tunnels Napoleon I. Joseph Locke schlug vor, zwei Schiffbrücken von beiden Ufern des Canals aus zu schlagen und so die Breite desselben zu ver-

*) „Prometheus“ Nr. 8, S. 117.

kürzen. Bateman hatte die Idee, einen Rohrtunnel in das Meer zu versenken, und Sir Edward Reed wollte sogar einen schwimmenden Rohrtunnel im Meere verankern. Auch Thomé de Gamond hat sich mit dem Tunnelproject eingehend beschäftigt. 1865 führte Hawkshaw Bohrungen auf beiden Seiten des Canals aus und bewies die Ausführbarkeit des Tunnelprojectes. 1867 wurde die gleiche Idee von Law bearbeitet. 1875 constituirte sich eine Canal-tunnel-Gesellschaft, die aber nichts erreichte. 1881 endlich begann die South Eastern Railway Company (deren Director Sir Edward Watkin ist) ihre Arbeiten. Dass diese Arbeiten auf Veranlassung der damaligen Regierung eingestellt wurden, ist oben bereits gesagt worden.

von unten kein Grundwasser in denselben eindringen kann, dafür sorgt der in mächtiger Schicht untergelagerte Mergel, welcher ebenfalls für Wasser undurchlässig ist. Es ist erwiesen, dass dieselben Schichten in derselben Mächtigkeit auch auf der französischen Seite des Canals auftreten, und Prof. Boyd Dawkins, der bekannte englische Geologe, hat erklärt, dass kein Grund vorhanden sei, an dem vollkommen gleichmässigen Verlaufe dieser Schichten unterhalb des ganzen Canalbettes zu zweifeln. Diese Ansicht wird auch bestätigt durch die Ergebnisse der schon vor Jahren ausgeführten Untersuchungen des Meeresgrundes zwischen Dover und Calais.

Auf Grund aller dieser Untersuchungen lässt sich berechnen, dass der Tunnel an seiner tief-

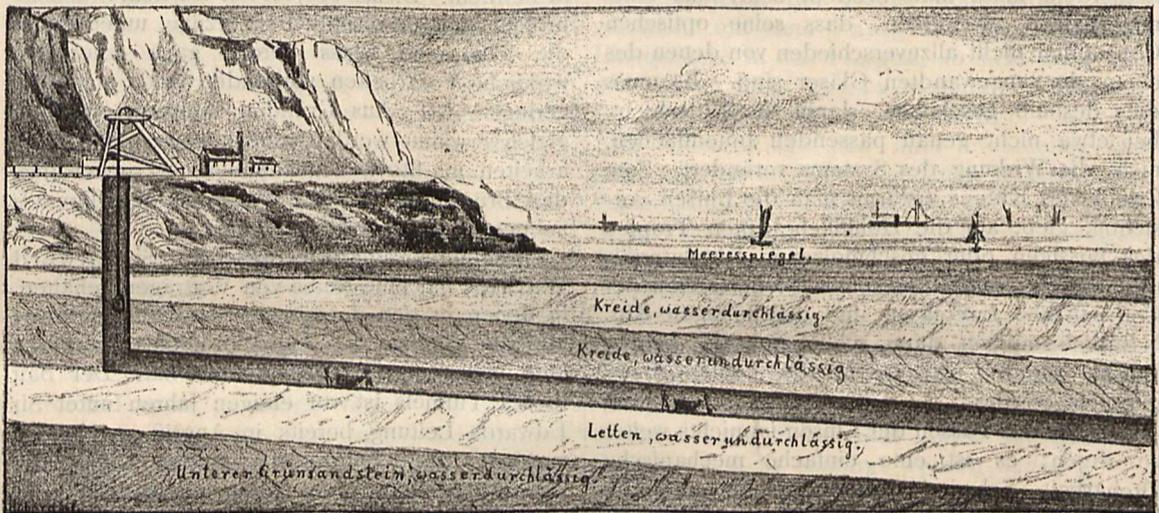


Fig. 1. Schematische Ansicht des Tunnelanfangs bei Shakespearecliff und Schnitt durch den Meeresgrund mit Angabe der denselben bildenden Formationen.

Die damals gegrabenen Gänge unter dem Canalbett haben sich bis heute vorzüglich erhalten. Sie sind fast ganz trocken. An den wenigen Stellen, wo Wasser hervorsickert, wurde dieses als süßes, nicht als Seewasser erkannt. Die übliche Ausmauerung des Tunnels würde diese Sickerung alsbald beseitigen.

Eine Idee von der Anlage des Tunnels und von den bis jetzt ausgeführten Vorarbeiten giebt unsere Abbildung Fig. 1. Sie zeigt auf der linken Seite die offene See, während auf der rechten die Kreidefelsen von Dover emporsteigen. Das Material, aus dem dieselben bestehen, geht aber, wie der Schnitt durch den Meeresboden zeigt, nicht sehr tief. Die für Wasser durchlässige Kreide liegt in 120 Fuss dicker Schicht auf dem Meeresboden. Ihr folgt eine weit mächtigere 230 Fuss dicke Schicht einer lehmhaltigen grauen Kreideart, welche für Wasser ganz undurchlässig ist. Auf dem Boden dieser Schicht soll der Tunnel verlaufen. Dass auch

sten Stelle 400 Fuss unter dem Meeresspiegel liegen würde. Die Wassertiefe in der Mitte des Canals, resp. an seiner tiefsten Stelle beträgt 160 Fuss. Es würde also selbst an dieser ungünstigsten Stelle noch eine etwa 240 Fuss dicke Erdschicht den Tunnel vom Meeresboden trennen. Bedenkt man, dass der grösste Theil dieser Schicht für Wasser undurchlässig ist, so erscheint die Gefahr einer Ueberfluthung des Tunnels ganz ausgeschlossen. An seinen beiden Endpunkten in England und Frankreich würde der Tunnel immer noch 150 Fuss unter dem Wasserspiegel sich befinden.

Eine andere wichtige Frage ist die nach den bei der Bohrung des Tunnels zu überwindenden Schwierigkeiten. Dieselben sind weit geringer, als bei irgend einem der vielen Bergtunnels, die wir bereits besitzen. Wenn es sich, wie z. B. beim Gotthardtunnel, darum handeln würde, Granit zu durchbohren, in dem unter Anwendung von höchst kostspieligen Instrumenten

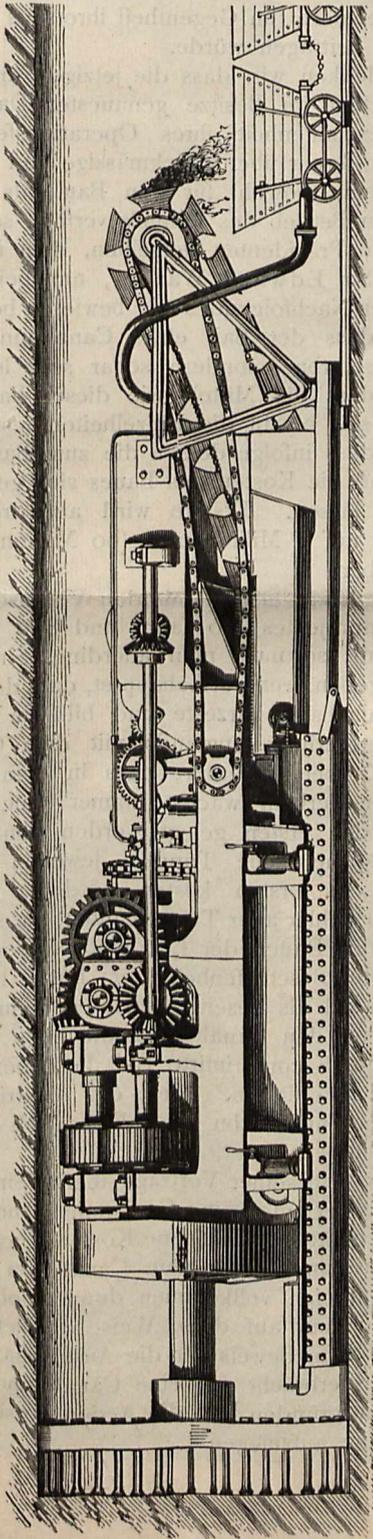


Fig. 2. Aufriß der Bohrmaschine. Links der mit Meisseln besetzte Bohrkopf, der sich in den Felsen einarbeitet, rechts das Paternosterwerk, welches das erbohrte Material in bereitstehende Karren befördert.

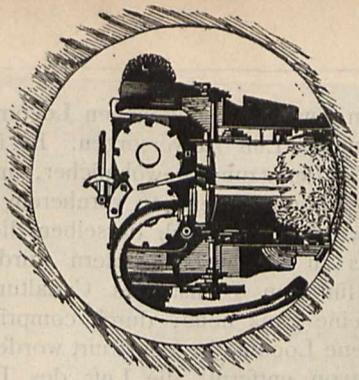


Fig. 4. Rückansicht der Bohrmaschine. Links der Schlauch zur Zuführung der Pressluft.

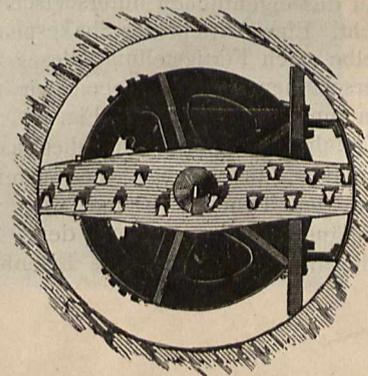


Fig. 3. Vorderansicht der Bohrmaschine. Bohrkopf mit Meisseln besetzt.

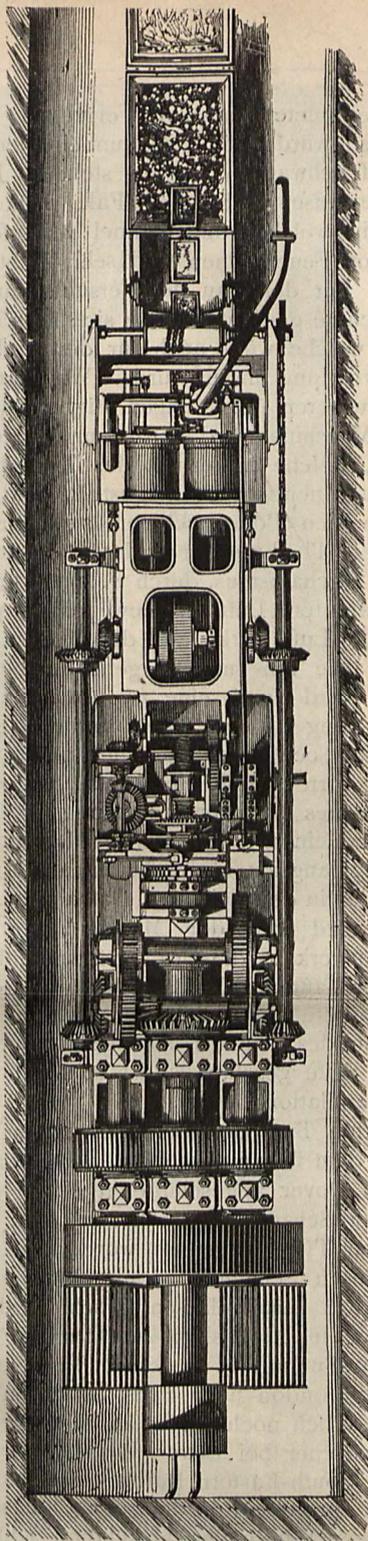


Fig. 5. Grundriß der Bohrmaschine. Der in der Mitte sichtbare Mechanismus dient zur Uebertragung der von den beiden Kolben erzeugten Bewegung auf den Bohrkopf.

jeder Centimeter mühsam errungen werden musste, so würde das Canaltunnelproject allerdings auf schwachen Füßen stehen. Dies ist glücklicherweise nicht der Fall. Die graue Kreide, in welcher der Tunnel verlaufen soll, ist frei von Feuersteinen und sehr leicht zu bearbeiten. Für den Bau des Versuchstunnels hat eine Maschine gedient, welche sich sehr bewährt hat und welche wohl auch für den endgiltigen Bau Verwendung finden würde. Wir führen dieselbe in unseren Abbildungen Fig. 2—5 vor.

Die Maschine wird mit comprimierter Luft betrieben, welche ausserhalb des Tunnels durch Dampfmaschinenbetrieb hergestellt und durch Schläuche den Bohrmaschinen zugeführt wird. Der mittlere Theil unserer beiden Längsansichten zeigt den Mechanismus, durch welchen der Druck der zugeführten Luft in Bewegung umgesetzt wird. Die Luft wirkt auf die Kolben zweier Cylinder; die hin- und hergehende Bewegung derselben wird durch eine zweckmässige Zahnradübersetzung in eine langsam drehende Bewegung der centralen Axe verwandelt. Diese Axe trägt vorn ein mit Meisseln besetztes Kopfstück, welches bei seiner Drehung die weiche Kreide zerkleinert. Die ganze Maschine wird selbstthätig langsam vorgeschoben und dringt so immer tiefer in den Fels ein. Das ausgemeisselte Material wird von der Maschine durch ein Paternosterwerk in die der Maschine folgenden Karren geschafft, welche dasselbe herausschaffen. Die entkraftete Arbeitsluft dient gleichzeitig zur Ventilation des Tunnels, solange derselbe noch auf einer Seite geschlossen ist und daher keine eigene Ventilation besitzt.

Für den Bau des Versuchstunnels ist von einer an dem bekannten Shakespearecliff in der Nähe von Dover angeschütteten Halde aus ein senkrechter Schacht bis zu der für den Tunnel projectirten Tiefe abgeteuft worden (s. Fig. 1). Durch diesen Schacht werden die Maschinen und Arbeiter hinabgelassen, auch wird durch denselben die Arbeitsluft zugeführt. Für den definitiven Tunnel, in welchem Eisenbahnzüge direct von London nach Paris verkehren sollen, müsste natürlich noch ein Zufahrtstunnel gebohrt werden, welcher bei Dover, dem jetzigen Endpunkt der South-Eastern Railway, in das Shakespearecliff eintritt und in demselben langsam und in mächtigen Windungen absteigend schliesslich das Niveau des eigentlichen unterseeischen Tunnels erreicht. Eine Ansicht des Shakespearecliffs, wie dasselbe nach Fertigstellung dieses Zufahrtstunnels erscheinen würde, geben wir unseren Lesern in unserer Abbildung Fig. 6. Rechts von der Einfahrt des Tunnels sind die Maschinenhäuser sichtbar, in welchen für ausreichende Ventilation des Tunnels gesorgt wird. Diese Maschinenhäuser sollen ferner dem Zwecke dienen, die für den Betrieb des Eisenbahnver-

kehrs in Aussicht genommenen Locomotiven mit comprimierter Luft zu versorgen. Es ist nämlich von der Benützung gewöhnlicher, mit Kohlen geheizter Locomotiven von vornherein abgesehen worden, weil der Rauch derselben die Luft des Tunnels zu sehr verschlechtern würde. Es ist daher für den Dienst des Canaltunnels jetzt schon eine ganz neue, durch comprimerte Luft betriebene Locomotive construiert worden, welche, weit davon entfernt, die Luft des Tunnels zu verschlechtern, im Gegentheile ihrerseits zur Ventilation beitragen würde.

Bedenken wir, dass die jetzige Canaltunnelgesellschaft im Besitze genauester Daten über die Beschaffenheit ihres Operationsfeldes ist, dass sie ferner über zweckmässige und bewährte Maschinen, sowohl für den Bau, als für den späteren Betrieb des Tunnels verfügt, so können wir dem Präsidenten derselben, dem unermüdliehen Sir Edward Watkin, nur beipflichten, wenn er Nachfolgendes als bewiesen betrachtet:

- 1) dass der Bau eines Canaltunnels nicht nur ausführbar, sondern sogar sehr leicht sei;
- 2) dass die Mittel, wie dieser Bau auszuführen sei, bis in die Einzelheiten festständen;
- 3) dass infolge dessen die zum Bau nöthige Zeit und die Kosten des Baues sich genau feststellen lassen. Erstere wird auf drei Jahre, letztere auf 3 Millionen £ (60 Millionen Mark) angegeben.

Vergleicht man damit den Voranschlag des Brückenprojectes (10 Jahre und 860 Millionen Franken), so muss man allerdings Sir Edward Recht geben, wenn er behauptet, dass der Tunnel die einfachste, kürzeste und billigste Methode der Verbindung Englands mit dem Continent sei. Er betont ferner, dass in dem Maasse, wie der Verkehr wächst, immer neue Tunnels neben den ersten gelegt werden könnten und dass solche neue Tunnels jeweilen nur die Hälfte des ersten kosten würden. Den bekannten Fehler aller Tunnelbauten, die schlechte, durch den Rauch der Locomotiven unerträglich gemachte Beschaffenheit der Luft, betrachtet Sir Edward als beseitigt, seit es gelungen sei, eigens für den Canaltunnel die oben erwähnte neue, durch comprimerte Luft betriebene Locomotive zu erfinden. Auch der elektrische Betrieb der Tunnelbahn wird als möglich und aussichtsvoll bezeichnet.

In einem seiner Vorträge theilte Sir Edward mit, dass er und seine Gesinnungsgenossen beschlossen hätten, auf eigene Kosten einen kleinen Versuchstunnel unter dem Canal von England bis Frankreich vollkommen durchzubohren und erst nachdem auf diese Weise der letzte, unanfechtbarste Beweis für die Ausführbarkeit des Projectes erbracht sei, eine Canaltunnel-Gesellschaft zu gründen und die Actien derselben zur Zeichnung aufzulegen.

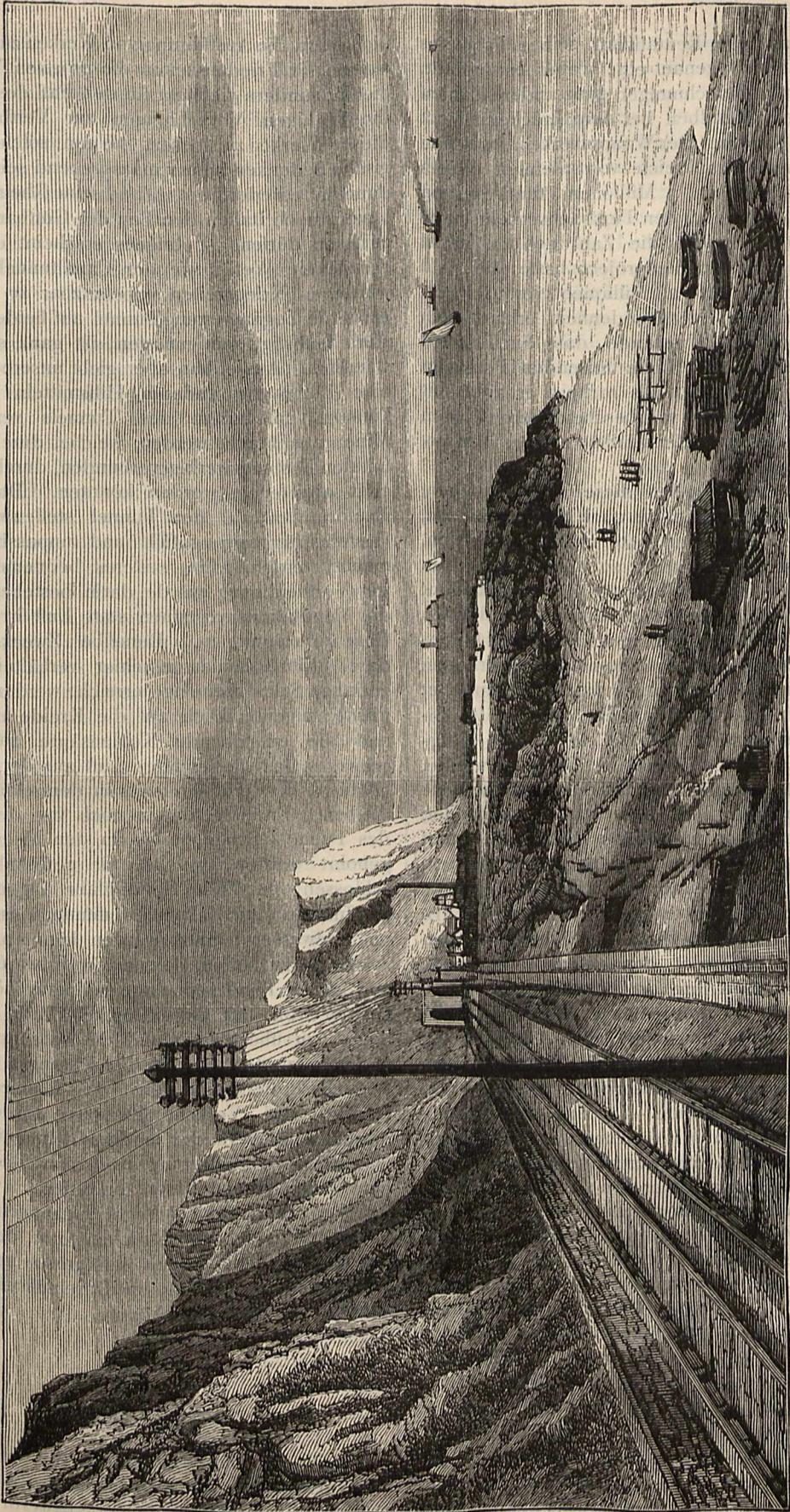


Fig. 6. Shakespearecliff bei Dover mit Zufahrt zum Tunnel und Maschinenanlage für den Betrieb desselben.

Auch auf die Rentabilität seines Projectes ging Sir Edward genau ein, wobei es auffällt, dass er seinen Berechnungen ganz andere Zahlen unterlegt, als dieselben bei dem Brückenproject angegeben wurden. Der Waarenverkehr zwischen England und Frankreich wird seinem Werth nach mit jährlich ca. 3 Millionen Pfund Sterling angegeben, während der Personenverkehr nach Sir Edwards Angaben die Zahl 150 000 nicht übersteigt. Das Brückenproject hatte die Zahl der Reisenden auf 2 Millionen veranschlagt. Diese auffallende Verschiedenheit erklärt sich vielleicht aus dem Umstande, dass Sir Edward bloss die auf seiner Linie reisenden Personen berücksichtigte. Jedenfalls rechnet er auch mit Zugrundelegung seiner weit bescheideneren Zahlen eine entschiedene Rentabilität seines Unternehmens heraus.

Die Richtigkeit aller dieser Berechnungen, sowohl der technischen, als auch der finanziellen, ist übrigens von keiner Seite bestritten worden. Wären dieselben unrichtig, so würde ja auch in erster Linie die Gesellschaft, deren Präsident Sir Edward ist, unter dem dadurch bedingten Misserfolg zu leiden haben. Die grosse Opposition, die sich gegen das Tunnelproject erhoben hat (und die sich auch gegen das Brückenproject erheben würde, sobald dasselbe ernstlich in Angriff genommen werden sollte), beruft sich lediglich auf strategische Bedenken. Diese Einwände, über welche in England seit Jahren der lebhafteste und eingehendste Meinungs-austausch stattfindet, sind für uns von geringerer Wichtigkeit und können daher hier bloss kurz angedeutet werden. Die Oppositionspartei, deren Führer der bekannte General Lord Wolseley und Mr. Chamberlain sind, glaubt die Sicherheit Englands durch den Tunnel als gefährdet betrachten zu müssen. Wie die Chinesen ihre berühmte Mauer, so betrachten viele Engländer das Meer als ihren besten Schutz gegen militärische Angriffe. Es wird nun behauptet, dass die Existenz eines Tunnels diesen Schutz illusorisch machen würde. Bei einem Kriege könnte — so sagt man — entweder das Land unter Benutzung des Tunnels mit Truppen überschwemmt werden (wobei ein plötzlicher Ueberfall von Dover von der Seeseite dazu dienen könnte, die Ausgangsöffnung in die Gewalt des Feindes zu bringen) oder es könnte, was noch schlimmer wäre, England zu irgend einer Zeit durch ungünstige Verhältnisse dazu gezwungen werden, das Besitzrecht des Tunnels an eine continentale Macht, in erster Linie Frankreich, abzutreten. Im letzteren Fall würde allerdings der Tunnel ein unübertreffliches Hilfsmittel zur dauernden Unterjochung Englands bilden.

Auf diese Bedenken erwidern indessen die Freunde des Tunnels mit Recht, dass es Aufgabe der englischen Landesvertheidigung sei,

nicht etwa die Ausführung von Werken zu hindern, welche für Friedenszeiten die grössten Vortheile bieten, sondern vielmehr für den Fall des Krieges die nöthigen Vorkehrungen zur Vertheidigung dieser Werke zu treffen. Wenn solche strategische Bedenken immer maassgebend sein sollten, dann hätte weder Deutschland seine Rheinbrücken bauen, noch Italien den Bau des Gotthardtunnels zulassen dürfen. Uebrigens erscheint es leicht, gerade ein Werk, wie der Canalunnel es sein würde, in Kriegszeiten unbenutzbar zu machen. Dass die Zugänge zum Tunnel auf beiden Seiten stark befestigt sein müssten, ist ganz selbstverständlich. Ausserdem aber giebt unsere Technik eine Fülle von anderen Hilfsmitteln an. Es könnten im Innern des Tunnels vermauerte Minen angebracht werden, welche, durch Drähte mit den Festungswerken verbunden, durch Electricität abgefeuert werden könnten. Durch ihre Explosion würde der Tunnel stellenweise mit Gesteinstrümmern gefüllt und unpassirbar gemacht werden. Ein weiteres bequemes Mittel zur Vertheidigung würde darin bestehen, durch die Ventilationsmaschinen statt Luft irrespirable Gase einzupumpen. Derselbe Zweck könnte durch Einfliessenlassen einer verhältnissmässig geringen Salzsäuremenge erreicht werden. Diese würde augenblicklich auf die Kreide einwirken und die entstehende Kohlensäure würde als schweres Gas die leichtere Luft aus dem Tunnel her austreiben und ihrerseits in demselben liegen bleiben. Endlich können noch von der Decke des Tunnels Schächte bis an den Meeresboden gebohrt werden, welche, für gewöhnlich verschlossen, im Falle der Gefahr augenblicklich geöffnet und zur Ueberschwemmung des Tunnels mit Seewasser benutzt werden könnten.

Es ist zu hoffen, dass es Sir Edward Watkin und seinen Bundesgenossen gelingen möge, ihre Gegner von der Grundlosigkeit ihrer Befürchtungen zu überzeugen und das so sorgsam vorbereitete und nach allen Richtungen hin erwogene Project zur That zu machen. Der Handel und Verkehr Europas würde durch dieses neue Werk der modernen Ingenieurkunst eine wichtige Förderung und zum Theil sogar eine völlige Umgestaltung erfahren.

Wenn auch weit weniger gigantisch als die Construction der Canalbrücke, so ist doch auch der Bau des Canalunnels eine grosse und kühne Unternehmung, auf deren Durchführung unser Jahrhundert stolz sein könnte. S. [171]

Winters Ende.

In Nr. 22 dieser Zeitschrift ist die anomal hohe Wärme des Monats Januar hervorgehoben worden, aber ebenso bemerkenswerth ist die

ungewöhnlich lang andauernde und zeitweise strenge Kälte, welche am Anfange des Monats Februar einsetzte und bis in den Monat März hinein anhielt, wenn ihre Verbreitung ostwärts, wie es scheint, auch nicht so bedeutend ist, wie diejenige der Wärme im Januar. Wir wollen einige interessantere Züge dieser Kälteperioche hier etwas näher betrachten.

Würden wir für diese Kälteperioche eine mittlere Isobarenkarte entwerfen und darin die mittleren Windrichtungen eintragen, wie es in dieser Zeitschrift für den Januar geschehen ist, so würde diese Karte ganz andere Verhältnisse zeigen, wie im Januar: Der niedrigste Luftdruck würde nicht über Nordwesteuropa liegen, wie im Januar, sondern im Süden und Südwesten Europas, während der Norden und Osten unseres Erdtheils ein Hochdruckgebiet aufweisen würde; die Windrichtung, welche im Januar südwestlich war, würde einer südöstlichen bis nordöstlichen Platz machen, und dieser veränderten Wetterlage entspricht eine Umkehrung der positiven Temperaturabweichungen (im Januar) in negative (im Februar bez. März). Vor Allem war die Thatsache entscheidend, dass die oceanische Luftströmung aus mittleren und niederen Breiten von unserm Continente abgehalten wurde und fast nur Landwinde die Herrschaft behaupteten. Zwar drangen öfters nordwestliche Winde in unsere Gegenden ein, allein, aus kälteren Gebieten kommend, waren sie nicht im Stande, erhebliche und nachhaltige Erwärmung herbeizuführen.

Am 3. Februar erstreckte sich ein breites Hochdruckgebiet über ganz Mitteleuropa, mit barometrischen Maxima südwestlich von den britischen Inseln und im Südosten Europas. Während tiefe barometrische Minima im hohen Norden Europas vorüberzogen, ohne auf die Witterung unserer Gegenden einen erheblichen Einfluss auszuüben, erhielt sich dieses Hochdruckgebiet, an Umfang und, insbesondere im Westen, an Höhe nach und nach zunehmend, längere Zeit. Dann aber, am 7. Februar, bewegte sich das barometrische Maximum langsam ostwärts über das Nord- und Ostseegebiet hinweg, und befand sich um die Mitte des Monats Februar über dem nordwestlichen Russland, um dann in den folgenden Tagen nach dem Innern Russlands sich zu verlagern. Dabei bewegten sich die Depressionen am Rande des Hochdruckgebietes im Westen auf dem Ocean westlich und südwestlich von den britischen Inseln, und über dem Mittelmeer, so dass oceanische Luftströmungen in unseren Gegenden nicht zur Herrschaft kommen konnten. Dieser Wetterlage entsprechend herrschten in Deutschland östliche Winde vor, bei kalter, theils heiterer, theils nebeliger Witterung ohne messbare Niederschläge. Insbesondere kalt war es am 9. und

10. Februar, an welchen Tagen im deutschen Binnenlande die Temperatur vielfach unter 10° C. herabging.

Nach mannigfachen Umwandlungen in der Luftdruckvertheilung, wobei indessen der Luftdruck über Nordeuropa hoch blieb und die Depressionen im Westen sich dem nordwestlichen Europa nicht näherten, trat am 23. Februar ungefähr dieselbe Luftdruckvertheilung wieder ein, wie sie am 3. Februar geherrscht hatte: barometrische Maxima über 780 mm lagen über Irland und über dem westlichen Russland, während ein tiefes Minimum dem Eismeere sich näherte. Das barometrische Maximum im Westen erhielt sich bis zum Monatsschlusse, wogegen das Maximum im Osten durch von Lappland vordringende Depressionen nach Südosteuropa verschoben wurde. Wind und Wetter in unseren Gegenden standen dementsprechend unter dem Einflusse des barometrischen Maximums im Westen und des Depressionsgebietes im Nordosten, so dass nördliche Winde mit ziemlich heiterem Frostwetter vorherrschend waren.

Am Abend und in der Nacht vom 26. zum 27. Februar trat in Deutschland allenthalben Schneewetter ein, wobei die Temperatur erheblich herabging. Am Monatsschlusse betrug die Höhe der Schneedecke in Wiesbaden 1, in Berlin und Königsberg 7, in Magdeburg 12, in Grünberg 14 cm. In den folgenden Tagen dauerten die Schneefälle mit geringen Unterbrechungen fort, und diese hatten erst am 6. März ihr Ende, jetzt ausgedehnten Regenfällen Platz machend.

Die Erniedrigung der Temperatur war im Anfange des Monats März eine ausserordentlich beträchtliche, wie es zu den seltensten Fällen gehört. Wir wollen hier die niedrigsten Temperaturen wiedergeben, welche an einigen deutschen Stationen beobachtet wurden: Am 1. März: Memel —13°, Hamburg —10°, Kassel und Magdeburg —15°, München —17°; am 2. März: Memel, Magdeburg und Kaiserslautern —15°, Königsberg —16°, München —17°, Rügenwaldermünde und Grünberg —18°, Chemnitz —23°; am 4. März: Königsberg —14°, München —19° C.

Erhebliche Erwärmung trat erst am 5. und 6. März ein, als die Depressionen über Nordeuropa ihren Wirkungskreis südwärts ausdehnten, über Deutschland stürmische südwestliche Luftbewegung hervorrufend, wobei die Temperatur rasch über den Gefrierpunkt und über den Normalwerth sich erhob. Mit dieser letzteren Erscheinung dürfte der diesjährige Winter beendet sein und die Entwicklung der Vegetation ihren raschen Fortgang nehmen.

In einem Vortrag, welchen R. Falb im Februar in Halle hielt, versicherte derselbe, „dass in diesem Winter kein Schnee mehr fallen werde, auch sei ein Wiedereintritt normaler Winterkälte absolut ausgeschlossen.“ Die Natur hat indessen

Falb einen argen Streich gespielt, was um so rücksichtsloser zu sein scheint, als man nach einem schneelosen Winter bei Annäherung an den Frühling wohl zu einer solchen Prophezeiung berechtigt sein dürfte. Allein Falb dürfte dennoch Recht haben, denn anderwärts, z. B. in Italien oder mindestens in Afrika ist doch kein Schnee gefallen und herrschte keine anomale Winterkälte. Hoffentlich wird das Publicum, wenigstens das einigermaassen gebildete, bald zu der Einsicht kommen, dass die auf Mondeinfluss gegründeten Prognosen absolut keinen Werth haben, wie es zweifellos nachgewiesen werden kann. Dr. W. J. van Bebbler. [37]

Ueber das sog. Krystallinischwerden von Schmiedeeisen durch Erschütterungen.

Bei der hohen Bedeutung des Schmiedeeisens in der Technik erscheint die genaue Erforschung seiner inneren Structur und deren Veränderungen unter mechanischen und sonstigen Einflüssen für die Praxis von besonderem Interesse. Unter den zahlreichen Untersuchungen über diesen Gegenstand wollen wir hier diejenige einer kurzen Betrachtung unterziehen, welche sich auf die Erscheinung des sog. Krystallinischwerdens des Schmiedeeisens unter dem Einfluss anhaltender Erschütterungen beziehen. Noch bis vor Kurzem wurde fast allgemein angenommen, dass sehniges Schmiedeeisen unter dem genannten Einflusse allmählich in den sog. krystallinischen Zustand übergehe, dabei brüchig und spröde werdend, und suchte häufig auf diese Erscheinung die Brüche von Eisenbahnwagenaxen, Schienen, Gliedern von Kettenbrücken etc. zurückzuführen.

Der gedachte Vorgang, welcher durch das Wort „Krystallinischwerden“ nicht ganz zutreffend bezeichnet ist, soll darin bestehen, dass das sehnige, feinkrystallinische Gefüge des Schmiedeeisens in ein unregelmässiges, grobkörnigkrystallinisches Gefüge übergeht; wir hätten es demnach hier genau mit derselben Erscheinung zu thun, welche beim sog. „verbrannten“ Eisen wahrzunehmen ist.*)

Von den Beobachtungen nun, auf welche sich die erwähnte Ansicht stützte, wollen wir an der Hand der trefflichen O. Lehmann'schen „Molekularphysik“ einige folgen lassen.

Die erste Behauptung, dass Schmiedeeisen unter dem Einfluss häufiger Erschütterungen eine

*) Verbranntes d. h. grobkörniges, stark brüchiges Eisen wird erhalten, wenn man Schmiedeeisen bis zur saftigen Schweisshitze anwärmt und, ohne es einer mechanischen Bearbeitung zu unterwerfen, an der Luft (oder auch, wie Caron zeigte, in einer indifferenten Wasserstoff- oder Stickstoffatmosphäre) abkühlen lässt.

grobkrystallinische Structur annehmen kann, wurde von Pelouze und Frémy 1854 aufgestellt. L. Thompson stellte hierüber directe Versuche an. Er liess auf einem Barren Schmiedeeisen, und zwar in der Längsrichtung, sechs Wochen hindurch ununterbrochen 32 Hammerschläge pro Minute ausführen und fand alsdann, dass die Bruchfestigkeit der Barre bedeutend abgenommen hatte. Figuiet will die Erscheinung an Eisenägeln wahrgenommen haben: er gibt an, dass ein solcher Nagel in Paris, infolge des vielen Wagengerassels, weniger lange hält, als ein ebensolcher in einer wenig belebten Vorstadt angebracht (!). Armstrong und Kuhlmann berichteten über das von ihnen in vielen Fällen beobachtete Brüchigwerden von Dampfkesselblech in Folge der Erschütterungen, welche durch das Sieden des Wassers hervorgebracht werden. v. Burg unterwarf eine Locomotivaxe, unter gleichzeitigen Erschütterungen, einer Reihe starker Torsionswirkungen; nach etwa zwei Millionen solcher Wirkungen zeigte sich die Stelle der Achse, welche am stärksten tordirt war, grobkristallinisch, die benachbarten Stellen besaßen ein feineres Gefüge, die nicht tordirten Stellen ein normales, sehniges Gefüge. Augustin beobachtete das Krystallinischwerden bei häufig in Gebrauch gewesenen Gewehrläufen. Nach Spangenberg soll im Schmiedeeisen durch Druck ein krystallinisches Gefüge hervorgebracht werden, welches durch Zug wieder aufgehoben werden kann (!). Morin glaubt, dass auf die zu betrachtenden Erscheinungen nicht nur Erschütterungen allein, sondern auch Temperaturänderungen einen grossen Einfluss üben können. Er weist darauf hin, dass in einem strengen Winter besonders viele Brüche von Eisenbahnschienen beobachtet wurden, und erinnert an die während des russischen Feldzuges 1812 gemachte Beobachtung, dass die Geschützrohre bei strenger Kälte an Festigkeit bedeutend einbüssten etc.

Armstrong und v. Mayrhofer studirten den Einfluss verschiedener Beimengungen auf die Eigenschaft des Krystallinischwerdens von Schmiedeeisen; ersterer fand, dass diese Eigenschaft schon durch einen geringen Zusatz von Nickel aufgehoben wird, nach dem letzteren steht die Erscheinung mit dem Kohlenstoffgehalt des Eisens in Zusammenhang.

Lehmann bestreitet nicht die Möglichkeit des Ueberganges der feinkörnig krystallisirenden Modification des Schmiedeeisens in die grobkörnige Modification; wir hätten es hier mit zwei physikalischen Modificationen eines und desselben Körpers zu thun, wie solche in vielen Fällen beobachtet wurden. Dagegen sind nach Caron alle Angaben über das Krystallinischwerden des Eisens unter dem Einfluss von Erschütterungen oder durch Temperatureinflüsse irrthümlich; nach

seinen Beobachtungen lässt sich die mehrfach erwähnte Erscheinung nur bei solchen Eisensorten beobachten, welche von Haus aus ein grobkörniges Gefüge besitzen, d. h. bei einem mehr oder weniger „verbrannten“ Schmiedeeisen.

Letztere Behauptung scheint nun, auf Grund der neuesten und sorgfältigeren Untersuchungen über diesen Gegenstand, die richtige zu sein. So ging aus den genauen Untersuchungen, welche von Prof. Bauschinger an mehreren Proben alten Brückeneisens bekannten Ursprungs angestellt wurden, hervor, dass die physikalischen Eigenschaften solcher Proben, trotz ihrer grossen und verschiedenartigen Beanspruchung durch mechanische und Temperaturwirkungen, sich in einer nur unbedeutenden Weise verändert hatten.

Neuerdings erfahren wir Details über weitere genaue Versuche, welche von Prof. Bebelubski am Material der grossen, vor etwa 42 Jahren erbauten und sehr stark beanspruchten Kettenbrücke über den Dnjepr bei Kiew angestellt wurden. Als Vergleichsobjekte dienten bei diesen Versuchen mehrere Reservekettenglieder, welche beim Bau dieser schönen Brücke übrig geblieben waren. Die Untersuchungen, welche, unter Anwendung der bekannten Werder'schen Prüfungsmaschine, im mechanischen Laboratorium des Institutes der Verkehrsingenieure in St. Petersburg ausgeführt wurden, ergaben das Resultat, dass keine nennenswerthen Aenderungen der physikalischen und mechanischen Eigenschaften des so lange Zeit stark in Anspruch genommenen Brückeneisens eingetreten waren. Das aus den alten Kettengliedern entnommene Eisen besass eine Zugfestigkeit von 34,5 kg pro mm², eine relative Ausdehnung von ca. 14 Proc. und eine Zusammenziehung des Querschnittes bei Zugwirkungen von ca. 17,4 Proc. Das aus den entsprechenden Stellen der Reservekettenglieder entnommene Eisen besass eine Zugfestigkeit von ca. 35,0 kg pro mm², eine relative Ausdehnung von ca. 13,4 Proc. und eine Zusammenziehung des Querschnittes von ca. 18,8 Proc. Auch zeigten die frischen Bruchflächen der Vergleichsobjecte die gleiche Structur.

K. w. [326]

RUNDSCHAU.

In einer früheren Nummer dieser Zeitschrift (Nr. 21, Rundschau) haben wir die Möglichkeit der Photographie in natürlichen Farben vom Standpunkte unserer jetzigen Kenntnisse aus erwogen. Wir kamen damals zu dem Schluss, dass wenig Aussichten für die baldige Realisation dieses Problems vorhanden seien, und unterliessen nicht zu erwähnen, dass die einzige bis jetzt vorhandene Andeutung der Farbenphotographie in den Versuchen Becquerels liege, welcher auf schwach vorbelichtetem Chlorsilberpapier eine Andeutung einer farbigen Wieder- gabe des Spectrums erhalten hat.

So epochemachend wäre die Durchführung der Farbenphotographie, dass die Tagespresse, welche bekanntlich gerne das Sensationelle cultivirt, sich längst dieses Problems bemächtigt hat und dasselbe jedesmal auf ihre Weise löst, sobald es ihr anderweitig an Stoff gebricht. Wir sind weit davon entfernt, die Sisyphos-Arbeit einer Richtigstellung aller durch die Presse laufenden wissenschaftlichen Irrthümer unternehmen zu wollen, glauben es aber andererseits unseren Lesern schuldig zu sein, auf flagrante und immer wiederkehrende Unrichtigkeiten gelegentlich einzugehen.

Vor etwa einem halben Jahre theilten einzelne Tagesblätter die Erfindung der Farbenphotographie als vollendete Thatsache mit, indem sie sich dabei auf einen Vortrag unseres geschätzten Mitarbeiters E. Vogel beriefen. Dieser hatte einen Vortrag über den Pigmentdruck gehalten. Der betreffende Berichterstatte hatte in übergrosser Verdeutschungseifer „Pigment“ durch „Farbe“ übersetzt und so die Lösung der grossen Aufgabe bewerkstelligt.

Ein ähnliches Missverständniss liegt der überaus eingehenden Schilderung zu Grunde, welche neuerdings durch die Presse die Runde macht und sich auf keine geringere Autorität als J. M. Eder, den grossen Wiener Photochemiker, beruft. Die fragliche Notiz beginnt mit den Worten: „Das sehnlichste Ziel aller Photographen, das Photographiren in natürlichen Farben, ist, einem Bericht von J. M. Eder zufolge, nunmehr erreicht.“ Wir erfahren dann, dass Eder einen Herrn Veresz in Klausenburg entdeckt hat, der der glückliche Erfinder der Farbenphotographie ist. Allerdings haben die Bilder einen „rubinrothen Grundton“, auf dem ein „lebhaft gefärbtes“ Bild erscheint, in welchem ein tiefes Rubinroth neben Orange wahrzunehmen ist. Daneben zeigt sich „Blauviolett bis Blau, während Grün leider fehlt“. Von dem Verfahren selbst, welches einlässlich geschildert wird, sei hier nur erwähnt, dass eine Chlorsilber- Collodion- oder Gelatine-Emulsion von braunrother Farbe (also vorbelichtet) auf Glas- oder Papier ausgegossen und unter bunten Glasnegativen belichtet wird, worauf nach längerer Zeit die Farben erscheinen.

Diese wenigen Angaben genügen, um zu zeigen, dass hier wiederum nur eine Modification der alten Becquerelschen Versuche vorliegt, welche das bekannte Resultat in vielleicht etwas vervollkommener Form liefert, und namentlich auch eine Fixirung der erhaltenen Bilder zu gestatten scheint. Dieses Factum ist an sich interessant genug, um von Freunden und Kennern der Photographie eingehend gewürdigt und besprochen zu werden. Von der Erfindung der Photographie in natürlichen Farben aber sind wir trotz dieser interessanten Versuche noch genau ebenso weit entfernt, wie zuvor. Dazu ist vor Allem die Möglichkeit einer farbigen, directen Aufnahme erforderlich.

Die unmittelbare Folge derartiger sensationeller Zeitungsnachrichten ist die, dass die Herausgeber wissenschaftlicher Journale zahlreiche Anfragen seitens wissenschaftlicher Leser erhalten, welche entweder eine blosse Bestätigung oder eine eingehendere Schilderung der grossen Neuigkeit wünschen. Dem Empfänger dieser Anfragen aber ist es wohl nicht zu verargen, wenn er seufzend jene goldene Zukunft herbeisehnt, in der die Herausgeber der Tageszeitungen auch ihre wissenschaftlichen Mittheilungen einer ebenso strengen Kritik unterziehen werden, wie sie es mit ihren politischen und zum Theil mit ihren litterarischen Nachrichten zu thun schon jetzt gewohnt sind.

[368]

* * *

Erfindung der wichtigsten meteorologischen Instrumente. Nachstehende historische Notizen entnehmen wir einem Vortrag, welcher unlängst von Prof. Krebs im Frankfurter Physikalischen Verein gehalten wurde. Was zunächst die Vorrichtungen zur Bestimmung der Windrichtung und Windstärke anlangt, so finden wir

eine Windfahne zuerst, 100 Jahre v. Chr., auf dem von Andronikus in Athen erbauten „Thurm der Winde“ — einer Art von Observatorium. Später richtete Barro die Windfahne so ein, dass man ihre Angaben auch im Innern des Hauses ablesen konnte. Das zur Messung der Windstärke dienende Pendel-Anemometer wurde erst 1667 von Hooke erfunden. Die heute allgemein angewendete Bezeichnung der Windrichtung rührt bekanntlich von Karl dem Grossen her. Das erste Hygrometer wurde von De Cusa 1450 construirt, wobei Wolle als hygroskopische Substanz verwendet wurde; im Laufe der Zeit lernte man eine grosse Reihe geeigneter wasseranziehender Substanzen kennen, so verschiedene Grasarten, Darmsaiten, Thier- und Menschenhaare etc. Der erste Regenschirm wurde von Leopold II. von Toscana erfunden; das Constructionsprincip dieses, heute nicht mehr angewendeten Apparates beruhte auf der Condensation des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes an der Oberfläche eines mit Eis gefüllten Gefässes. Die heutzutage verwendeten einfachen Regenschirme wurden von Castelli 1603 angegeben. Den ersten Thermoskopen construirte schon Galilei, das erste Thermometer (mit Alkoholfüllung) construirte Ferdinand II. von Toscana, der durch zahlreiche meteorologische Beobachtungen bekannt war. Was endlich das Barometer anlangt, so dürfte es wohl allgemein bekannt sein, dass dasselbe 1643 von Toricelli erfunden wurde.

K w. [361]

* * *

Temperaturmessungen in Tiefbohrlöchern Böhmens wurden Anfangs dieses Jahres von Prof. Poluj, unter Anwendung des von ihm angegebenen elektrischen Telethermometers, ausgeführt. Nach einer der Zeitschrift *Praktische Physik* zugegangenen Mittheilung führten diese Messungen zu dem interessanten Ergebniss, dass im Gneisse (Bohrloch bei Bilin) von 25 m Tiefe ab für je 32,1 m die Temperatur stetig um 1° C. zunimmt, während in einem vorwiegend im Rothliegenden abgeteufte Bohrloche (bei Merseburg) die genannte Temperaturzunahme erst für je 35,7 m Tiefe eintritt. Diese im Urgestein des nordböhmischen Kohlengebietes beobachtete raschere Temperaturerhöhung dürfte mit dem Auftreten der bekannten Thermen von Carlsbad und Teplitz in Beziehung stehen. Unter der Voraussetzung, dass im Bilin'schen Gestein die Temperatur auch weiter hinab direct proportional der Tiefe zunimmt (das wäre eine etwas gewagte Voraussetzung! D. Ref.), besässe um Bilin das Wasser bereits in 948 m Tiefe die Temperatur von 40° C., in 2874 m Tiefe — seine Siedetemperatur etc.

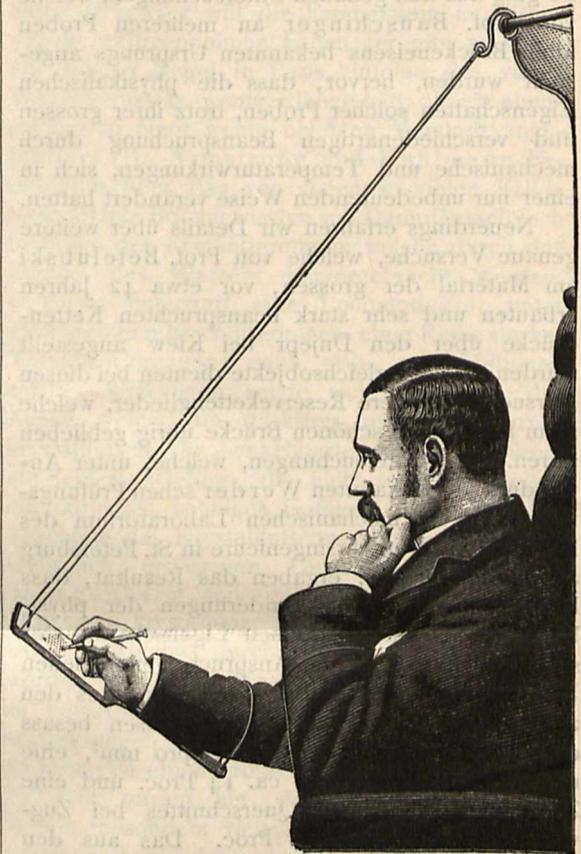
K w. [362]

* * *

Gewerbe-Ausstellung in Tokio. Auch Japan ist von der Ausstellungsseuche ergriffen. Wie wir *La Nature* entnehmen, findet daselbst im nächsten Sommer eine Ausstellung japanischer und ausländischer Gewerbeerzeugnisse statt, deren Bauten vor Kurzem fertiggestellt wurden. Das Hauptgebäude ist sonderbarerweise nicht etwa im japanischen, sondern im maurischen Stil. Es soll, neben einer prachtvollen Sammlung japanischer Waffen, die Erzeugnisse des Auslandes aufnehmen. Nebengebäude sind für eine Sammlung japanischer Bausteine und Erze, sowie für eine Ausstellung japanischer Fischereigeräthe bestimmt. Dazwischen liegt ein Garten mit einer ausserlesenen Sammlung von Chrysanthemumarten. — Sonderbarerweise hat die deutsche Presse bisher unseres Wissens über die Ausstellung nichts gebracht, und ist Seitens Japans nichts geschehen, um deutsche Gewerbetreibende zum Besichtigen der Ausstellung zu veranlassen. Es hätten gewiss manche die Gelegenheit ergriffen, ihre Erzeugnisse im äussersten Osten bekannt zu machen. Wenn auch Japan Vieles erzeugt, so kann es die europäische Industrie noch nicht ganz entbehren.

Br. [376]

Schreibzeug für Reisende. Ein hübsches Seitenstück zu dem in Nr. 1 veranschaulichten Lichtautomaten bildet der von *Industries* angegebene, nachstehend abgebildete Apparat — *Writeasy* geheissen —, welcher das Schreiben im Eisenbahnwagen erleichtert. Das Schreibzeug besteht aus einer hölzernen Handstütze mit Griff, den man mittelst eines Riemens um den Arm schnallt oder in den Rockärmel schiebt. Das obere Ende der Stütze trägt eine Schnur mit einem Haken, den man an das Gepäcknetz befestigt. So machen die Hand, die Stütze und



das darauf gelegte Papier stets gleiche Bewegungen, was das Schreiben eben ermöglicht. Es giebt Leute, die selbst auf der Reise vom Lesen und Schreiben nicht lassen können. Denen wird die Vorrichtung um so willkommener sein, als Jeder sie sich fast kostenlos selbst herstellen kann.

Br. [272]

* * *

Ein neuer Automat zum Hinterlassen von Nachrichten, Verabredungen u. dergl. wird sich in Hôtels und anderen stark besuchten Orten, besonders in grossen Städten, wohl bald einbürgern. Er ist von D. Sachs in Quedlinburg erfunden (Pat. 49920). Für den unvermeidlichen Nickel liefert der Automat ein Blatt Notizpapier, welches unter einem Ausschnitt einer Pultplatte erscheint und an einer besonderen Stelle des Randes mit einem Erkennungszeichen für den Empfänger der Nachricht versehen wird. Das beschriebene Papier wandert hinter die Glashür des wie üblich gebauten schrankartigen Automaten zurück, zeigt aber vorläufig nur den Rand mit der Erkennungsmarke, während der übrige Theil des Notizblattes durch einen Schieber verdeckt ist. Sieht derjenige, welcher beim Passiren des Automaten eine Nachricht, etwa in Betreff einer Verabredung für den Abend, erwartet, dass unter den Zetteln einer mit der verabredeten Erkennungsmarke ist, so kann

er nach Zahlung seines Nickels die verdeckende Schieberplatte zur Seite schieben und die Nachricht hinter einer Glasscheibe lesen. Beim grossstädtischen Verkehr wird sich dieser Automat oft nützlicher und unentbehrlicher erweisen, als es auf den ersten Blick scheinen mag. Allerdings wird auch die Neugier dem Automaten manches Geldstück zuführen. K. [336]

* * *

Revision der Einheit des englischen Gewichtsystems. Die Basis des englischen Gewichtsystems bildet bekanntlich das Gewicht eines Kubikzolls destillirten Wassers bei 4^o C., welches Gewicht seinerzeit auf 252,458 „Grains“ (1 Grain = 0,0648 Gramm) festgestellt wurde. Bei einer neuerdings vorgenommenen Revision dieses Gewichts ergab sich nun, nach Angabe des New Yorker Blattes „Der Techniker“, dass die früheren Bestimmungen ungenau waren, und soll nunmehr das Gewicht des genannten Volumens Wasser nur 252,286 „Grains“ betragen. Daraufhin hätten sich die Beamten des „Standards Office“ an höhere Stelle mit der Aufforderung gewandt, eine Readjustirung der sich im Gebrauch befindlichen Gewichte bezw. Maasse anzuordnen. Wir hegen die fromme Hoffnung, dass die Engländer, durch diese Erfahrung belehrt, sich endlich einmal bewegen fühlen werden, ihr „eigenes“, unverdauliches Maasssystem aufzugeben, um die Bequemlichkeiten des metrischen Systems von nun an zu geniessen. K w. [363]

* * *

Auch ein Nutzen der elektrischen Strassenbeleuchtung. Die Polizeibehörde von Pittsburg in Nord-Amerika erklärte, dass die hellen Bogenlampen, welche die Strassen der Stadt erleuchten, mehr zur Sicherheit derselben und zur Verhütung von Verbrechen aller Art beitragen, als es die doppelte Polizeimacht zu thun vermöge. Auf Grund dieser auch anderwärts gemachten Erfahrungen sollten im Chinesenviertel von San Francisco 6 Brushlampen an 40 Fuss hohen Masten aufgestellt werden, um der Polizei dieser so häufig den Schauplatz schwerer Verbrechen bildenden Gegend die Entdeckung und Verfolgung der Diebe und Mörder zu erleichtern. B. [384]

BÜCHERSCHAU.

Hermann Peters, *Aus pharmaceutischer Vorzeit in Bild und Wort.* Neue Folge. Berlin, Springer 1889. Preis 7 Mark.

Das vorliegende Werk reiht sich als zweiter Band an das schon früher im gleichen Verlage und unter gleichem Titel erschienene Werk an und übertrifft dasselbe womöglich noch in der Fülle des Gebotenen.

In sieben Capiteln schildert der Verfasser pharmaceutisch-chemisch-medicinische Dinge und Vorkommnisse hauptsächlich aus den drei dem unsrigen vorangehenden Jahrhunderten. Der Verfasser verfügt über eine erstaunliche Kenntniss der einschlägigen alten, meist sehr schwer zugänglichen Litteratur. Mit grossem Danke ist es anzuerkennen, dass er seiner Aufgabe möglichst weite Grenzen gesteckt und in sein Werk auch Themata von allgemeinerem chemischen Interesse (wie z. B. Episoden aus der Geschichte der Seide und verschiedene metallurgische Gegenstände) mit aufgenommen und kritisch gesichtet hat.

Einen ganz besonderen Reiz und Werth erhält das Werk durch die sehr zahlreichen dem Text beigegebenen Illustrationen, ausnahmslos Facsimiles alter Originale. Dieselben sind von einer Schönheit und Treue der Wiedergabe, wie sie sich eben nur mit Hilfe der modernen photomechanischen Reproductionsverfahren erreichen lassen.

Das vorliegende Werk ersetzt für den Technologen eine ganze Bibliothek alter Werke, zu deren Beschaffung ein Vermögen erforderlich wäre. Es ist daher eine höchst dankenswerthe Leistung, bei deren Besprechung wir nicht umhin können, den Wunsch zu äussern, der Verfasser möge das grosse Material, welches ihm zur Abfassung seiner schönen Arbeit zu Gebote stand, auch in anderer Richtung, z. B. in der der mechanischen Technologie, ausbeuten und uns zugänglich machen. Wenn wir unsere eigne Technik voll und ganz würdigen wollen, so müssen wir vor Allem den Entwicklungsgang kennen, den sie in ihrer Kindheit durchmachte.

Die Ausstattung des Werkes ist, dem Werthe desselben entsprechend, eine mustergiltige. Witt. [362]

* * *

Raphael Meldola. F. R. S. *The Chemistry of Photography.* London, Macmillan 1889.

In dem vorliegenden Werke, welches sich aus neun, in die Form von Vorlesungen gekleideten Abschnitten zusammensetzt, behandelt der bekannte Verfasser mit grossem Geschick das interessante Gebiet der Photochemie. Er bespricht zunächst die wichtigsten lichtempfindlichen Substanzen, behandelt dann eingehend die Chemie der Silberhaloide und geht schliesslich auf die verschiedenen photographischen Prozesse ein, indem er dieselben vom chemischen Standpunkte aus bespricht. Verschiedene seiner Erklärungen sind neu und überraschend. Andere sind dem Chemiker naheliegend, den meisten Photographen aber noch in dieser Form nicht bekannt.

Das Werk giebt keine Anleitung zu photographischen Manipulationen. Jeder aber, der sich für die Photographie als einen wichtigen Zweig der chemischen Technologie vom wissenschaftlichen Standpunkte aus interessiert, wird eine Fülle der Belehrung in Meldola's geistvollen Studien finden.

Das angezeigte Werk sei daher allen Photographen und Liebhabern der Photographie warm empfohlen.

Witt. [370]

POST.

Friedenau bei Berlin, 25. März 1890.

An den Herausgeber des Prometheus.

Wenn man einen Sonnenstrahl betrachtet, der durch eine Thür- oder Fensterspalte in das Zimmer dringt, erblickt man unzählige feine Stäubchen, welche sich in dem Strahl auf und ab bewegen. Ein Theil strebt nach links, den andern zieht es nach rechts; ein Theil steigt in die Höhe, ein anderer senkt sich niederwärts; jenes Sonnenstäubchen bewegt sich schnell, dieses langsam. Wenn diese Bewegung durch den Luftzug hervorgebracht und regulirt würde, müsste sie meines Erachtens auch in gleicher Richtung, der der Luftbewegung, erfolgen. Das ist aber keineswegs der Fall. Man wird bemerken, dass sich die Stäubchen lebhaft durcheinander in den verschiedensten Richtungen und mit grösserer oder geringerer Schnelligkeit hin und her bewegen, als wenn sie mit Flug- und Willenskraft begabte Lebewesen wären. — Wie erklärt man diese interessante Erscheinung?

Hochachtungsvoll

P. M.

Wir laden zur Discussion dieser interessanten Erscheinung ein. Unseres Erachtens wird dieselbe dadurch bewirkt, dass ein die Luft durchschneidender Luftstrom auf seiner Begrenzungsfläche saugende Wirkungen ausübt und so Wirbel im umgebenden Luftmeer erzeugt.

Der Herausgeber. [385]

Zuschriften an die Redaktion sind zu richten an den Herausgeber Dr. Otto N. Witt, Westend bei Berlin.

Anzeigen finden durch den Prometheus weiteste Verbreitung. Annahme bei der Verlagsbuchhandlung, Berlin S.W. 11, und bei allen Inserat-Agenturen.

ANZEIGEN.

Preis für das Millimeter Spaltenhöhe 20 Pfennig.
Bei Wiederholungen entsprechender Rabatt.
Größere Aufträge nach Vereinbarung.

Zu **Gasfeuerungs-Anlagen** für jede Art von Schmelz-, Glüh- u. Brennöfen, Abdampf- u. Calcinirofen, D. R.-P. Nr. 34392, 46726, Kessel- u. Pfannenfeuerungen, Trockenanlagen u. dergl. liefert **Bauzeichnungen, Kostenanschläge, Brochüren u. s. w.**
Dresden-A., Hohe Str. 7. Rich. Schneider, Civilingenieur.

C. A. F. KAHLBAUM
Chemische Fabrik
BERLIN, SO.
Organische und Anorganische
Präparate,
Sammlungen
für Unterrichtszwecke.

Beste und billigste
Bezugsquelle
für echt amerikanisches
Membranenblech
durch
Carl Lange,
Berlin SW., Alte Jacobstr. 32.
Preisverzeichnis auf Wunsch gratis.

Größte Riemenfabrik Deutschl.
Gebrüder Klinge
Leder- u. Riemenfabrik
Dresden-
Löbtau.
Treibriemen
Helvetia-
Näh- u. Binde-
riemen etc. etc.
Gekittete Riemen
für elektrischen Betrieb.

Im unterzeichneten Verlage erschien:

TASCHEN-KALENDER

für

Amateur-Photographen.

Herausgegeben

von

Dr. A. Miethe.
1890.

Mit einer Kunstbeilage.

Elegant in Damast-Calico mit biegsamem Deckel gebunden.

Preis 3 Mark.

Dieser handliche Kalender kommt einem wirklich gefühlten Bedürfniss entgegen. Neben einem Schreibkalender enthält derselbe Raum zu allerlei geordneten Notizen und Daten über Aufnahme, Entwicklung, Fertigstellung der Bilder, gemachte Beobachtungen etc. Gleichzeitig werden eine Anzahl wohl-erprobter Erfahrungen und Vorschriften, die gebräuchlichsten Regeln u. s. w. gegeben. Ein Negativ-Register vervollständigt die Reihe praktischer Beigaben. Den Beschluss machen die Vereins-Nachrichten und Anzeigen über Bedarfsartikel für Amateur-Photographen.

Die unterzeichnete Verlagshandlung versendet den Kalender nach allen Weltgegenden, auch nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes Bestellungen darauf entgegen.

Berlin SW., Dessauerstrasse 13.

Rudolf Mückenberger.

Silberputz,
bestes Putzpulver für alle Metalle,
6mal prämiirt und in den meisten Apo-
theken eingeführt, empfehlen die
Schlemmwerke in Löbau in Sachsen.
Master etc. kosten- und portofrei.

J. F. Schippang & Co.

Inhaber E. MARTINI

Berlin S. 42, Prinzenstrasse 24.

*Prämiirt auf fast allen
Photographischen Ausstellungen.*

Fabrik und Handlung

sämmtlicher

Bedarfsartikel für Photographie.

Specialitäten:

Trockenplatten.

Eigene Fabrikation seit 1880.

Reise-Apparate verschiedener und
neuester Constructionen.

Complete Ausrüstungen für
wissenschaftliche Expeditionen und
Amateur-Photographen.

Kosten-Anschläge und Anleitung
unentgeltlich.

→ Gegründet 1860. ←

C. Theod. Wagner, Wiesbaden.
Fabrik elektrischer Apparate und elektrischer Uhren (Dampfbetrieb).
Gegründet 1860.

Engros-Fabrikation **elektr. Glocken, Tableaux,** sowie aller Apparate für **Haustelegraphen.**
Telephone und Mikrophone bester Construction. Elektr. Controlluhren.

Alleiniger Fabrikant der elektr. Uhren nach Patent Grau.

Die in Deutschland und Amerika patentirten elektr. Uhren nach Grau werden von keiner anderen Construction übertroffen und sind bereits in den ersten Etablissements und Bahnhöfen (darunter im Centralbahnhof in Frankfurt a. M. mit 40 Uhren) eingeführt.

Engros-Preiscourante über Haustelegraphen und Telephonstationen, sowie Prospecte und Preisliste über elektrische Uhren gratis und franco.