**Zeitschrift:** Schweizerische Polytechnische Zeitschrift

**Band:** 15 (1870)

**Heft:** 4

**Rubrik:** Chemisch-technische Mittheilungen

**Nutzungsbedingungen**

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

**Conditions d'utilisation**

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

**Terms of use**

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

**Download PDF:** 11.08.2025

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

sowohl bei Transmissionen im Innern als im Freien und ohne irgend welche besondere Vorrichtung angewendet werden. Staub oder Regen haben weder Zutritt noch Einfluss auf die Functionen des Oelers. Ist das Lager etc. so beschaffen, dass der Oeler nicht directe aufgesteckt werden kann, so genügt es, die am untern Ende befindliche Messingröhre in der Weise kalt abzubiegen, dass das Oelglas seitwärts Platz findet, ohne dass dabei ein Einknicken oder Brechen der Röhre zu befürchten wäre. Der Oeler ist für jede Sorte Oel gleich gut anwendbar, in seinen Functionen höchst zuverlässig und ökonomisch. Beim Stillstande der Transmission hört die Funktion des Oelers gänzlich auf und fliesst kein Tropfen mehr aus demselben ab, selbst wenn die Bewegung der Welle nicht nur über Nacht, sondern längere Zeit unterbrochen bleiben sollte, was natürlicherweise in Verbindung mit einer sorgfältig durchgeführten Regulirung des Apparates die grösstmögliche Ersparniss an Oel garantirt. Zudem verdient noch erwähnt zu werden, dass die in dem Oeler befindliche Regulirungsschraube einen Kopf von einer solchen Metallcomposition enthält, dass sich an letzterer die Qualität des Schmieröles in Bezug auf seinen Gehalt an Säure sehr leicht erkennen lässt. Denn jedes Oel, das noch etwas Säure enthält (und deshalb überhaupt zum Schmieren der Lager nicht verwendet werden sollte), in dem Oelbehälter einen schwärzlichen schleimigen Niederschlag bildet, wodurch die Säure neutralisirt und unschädlich gemacht wird. Säurefreie Oele dagegen bleiben in dem Oeler-Glas unverändert rein und klar. Bei fortgesetztem Gebrauch von säurehaltigem Oel würde natürlicherweise der Kopf der Regulirungsschraube nach und nach zersetzt und müsste dann durch eine neue Schraube ersetzt werden. Diese geringe Ausgabe würde indessen verschwinden gegenüber dem Vortheil, dass die schädlichen Einflüsse säurehaltigen Oeles dadurch gänzlich beseitigt werden. Die Reinigung des Apparates kann von Zeit zu Zeit sehr leicht und bequem vorgenommen werden und ist ein Verharzen einzelner Theile nicht zu befürchten. Alle Theile sind stark und solid angefertigt und hat das Ganze eine sehr compendiose und gefällige Form.

Der Preis per Dutzend beträgt Fr. 28. — loco Winterthur genommen, per comptant, Verpackung zum kostenden Preise.

Für aussergewöhnliche Verhältnisse, wo eine sehr starke seitliche Abbiegung oder überhaupt lange Messingröhren erforderlich sind, werden die Apparate mit Röhren von beliebiger Länge, mit einem Zuschlag von je 10 Centimes per extra Zoll Länge geliefert.

Indem wir auf diese neue, zweckmässige und einfache Construction aufmerksam machen, möchten wir diejenigen, welche im Falle sind, solche Apparate zu gebrauchen, angelegentlich einladen, einen Versuch damit zu machen, um sich von der Vorzüglichkeit dieser Vorrichtung selbst überzeugen zu können. Kr.

---

# Chemisch-technische Mittheilungen.

## Mittheilungen aus dem chemisch-technischen Laboratorium des eidg. Polytechnikums.

Ueber Nitrirung von Phenol und Anthracen in weingeistiger Lösung. Von P. Bolley. — Bis jetzt war man nur durch Einwirkung von concentrirter Salpetersäure, oft unter gleichzeitiger Anwendung von Schwefelsäure im Stande, die Nitroprodukte des Phenols herzustellen. Die Darstellung des Nitroanthracen ist bis jetzt noch gar nicht gelungen, weil die Salpetersäure bei ihrer Einwirkung gleichzeitig oxydirend auf das entstandene Nitroprodukt einwirkt und dasselbe in Nitrokörper des Oxyanthracens (Anthrachinons) überführt. Bei der Einwirkung der conc. Salpetersäure auf Phenol entstehen neben den Nitrokörpern immer noch eine Reihe von Zersetzungsprodukten des Phenols (S. Phenylbraun, diese Zeitschrift 1869. Heft 5), die das Reinigen der Nitroprodukte erschweren und deren Ausbeute bedeutend vermindern. Aeusserst leicht und gefahrlos geht diese Nitrirung mit Salpetersäure in weingeistiger Lösung vor sich. Behandelt man 1 Theil Phenol mit 10 Theilen Alkohol von 90 % und 2—3 Theilen Salpetersäure von 1,33 specifischem Gewicht einige Stunden auf dem Wasserbad unter gleichzeitiger Besorgung des Zurückfliessens der abdestillirenden Flüssigkeit, so scheidet sich beim Eingiessen der Flüssigkeit in Wasser aus demselben ein braunes Oel aus, aus welchem sich nach längerem Stehen in der Kälte gelb gefärbte Krystalle eines Körpers ausscheiden, welcher einen Schmelzpunkt von 105° und alle Eigenschaften des Dinitrophenols zeigt.

| Die Elementaranalyse ergab: | | Dinitrophenol berechnet: | |
|---|---|---|---|
| C = | 39,09 % | C = | 39,13 % |
| H = | 2,25 % | H = | 2,17 % |
| N = | 15,24 % | N = | 15,22 % |
| | 56,58 % | | 56,52 % |
| O = | 43,42 % | O = | 43,48 % |
| | 100,00 % | | 100,00 % |

Das von den Krystallen abgepresste Oel zeigt bei der Elementaranalyse folgende Zusammensetzung:

N = 13,52 %
C = 43,87 %
H = 2,91 %

Diese Zusammensetzung lässt das Oel sofort als ein Gemenge von Mono und Dinitrophenol und zwar nahezu gleicher Moleküle erkennen. Versuche, die bis jetzt angestellt wurden, um die beiden Nitrokörper von einander zu trennen, sind fruchtlos geblieben.

Steigert man die Menge der Salpetersäure bei der Nitrirung, so entsteht vorwiegend Dinitrophenol und wenig von dem braunen Oele. Jedoch ist es nicht gelungen die Nitrirung in weingeistiger Lösung bis zum Trinitrophenol (Pikrinsäure) zu treiben; diese entsteht aber leicht aus dem braunen Oel beim Behandeln mit concentrirter Salpetersäure.

---

Nitroanthracen. Von Bolley und Tuchschmid. — Die oben erwähnte Nitrirung von Phenol in weingeistiger Lösung wandten wir auf Anthracen an. Es war bis jetzt nicht möglich Nitroanthracen darzustellen, da beim Behandeln von Anthracen mit concentrirter Salpetersäure immer Anthrachinon und Nitroanthrachinon entsteht. Löst man aber reines Anthracen in heissem Alkohol oder Benzol und setzt zu der Lösung auf 1 Theil Anthracen ca. 1 Theil Salpetersäure von 1,33 specifischem Gewicht, so scheidet sich, wenn man die Flüssigkeit längere Zeit dem Sonnenlicht aussetzt aus derselben ein Körper aus, welcher sich unter dem Mikroscop als ein aus sternförmig gruppirten Nadeln bestehendes Aggregat von Krystallen erweist. Durch öfteres Waschen mit heissem Alkohol kann der Körper rein erhalten werden; er ist wenig löslich in heissem Benzol und Alkohol und lässt sich leicht zwischen zwei Uhrgläsern sublimiren; der sublimirte Körper sieht dem sublimirten Alizarin täuschend ähnlich. Die Analysen, die von dem rothen Körper angestellt wurden, ergaben folgende Resultate:

| | Gereinigter nicht sublimirter Körper. I. | II. | Sublimirter rother Körper | | Mononitroanthracen berechnet |
|---|---|---|---|---|---|
| C = | 75,51 % | 74,95 % | 75,31 % | C = | 75,34 % |
| H = | 3,82 % | 3,96 % | 3,95 % | H = | 4,03 % |
| N = | 6,41 % | 6,32 % | 6,34 % | N = | 6,28 % |
| | 85,74 % | 85,23 % | 85,60 % | | 85,65 % |
| O = | 14,26 % | 14,77 % | 15,40 % | O = | 14,35 % |
| | 100,00 % | 100,00 % | 100,00 % | | 100,00 % |

Die Analysen stimmen demnach hinreichend genau mit der Zusammensetzung des Mononitroanthracens. Leichter erhält man diesen Körper, wenn man 1 Theil reines Anthracen in Weingeist löst und mit 1 Theil concentrirter Salpetersäure auf dem Wasserbade erwärmt; nach kurzer Zeit scheiden sich die rothen Nadeln des Mononitroanthracens aus der weingeistigen Lösung, vermischt mit einem weissen ebenfalls sublimirbaren Körper, aus; man filtrirt heiss und wäscht den weissen Körper mit heissem Alkohol mehrmals aus. Der weisse, ebenfalls stickstoffhaltige Körper lässt sich aus dem Filtrat durch Wasser fällen; eine Stickstoffbestimmung, die von der gereinigten Substanz gemacht wurde, zeigte einen Stickstoffgehalt von 10,50 %, welcher sehr gut stimmt zu dem Stickstoffgehalt des Dinitroanthracens mit 10,44 % Stickstoff. Weitere Versuche über die Natur dieses Körpers konnten noch nicht angestellt werden; er tritt aber in grosser Menge auf, wenn man die Lösung des Anthracens in Alkohol mit viel Salpetersäure behandelt.

Das Mononitroanthracen lässt sich sehr leicht mit Zinkstaub und Kali reduziren; ob dieser Körper, der wahrscheinlich in gleicher Beziehung zum Nitroanthracen steht, wie das Anilin zum Nitrobenzol, Farbstoffe zu liefern im Stande ist, wird die Zukunft lehren.

---

Die Chemie des Obstweines. Von Dr. Tuchschmid, Privatdocent am Polytechnikum. — Der Obstwein, das Produkt der weingeistigen Gährung des Aepfel- und Birnsaftes, dient oft als Zusatz oder Verfälschung zu den schlechtern Weinen, ohne dass man im Stande gewesen wäre eine solche Verfälschung chemisch nachzuweisen. Die vorliegende Arbeit hatte daher den Zweck diese offene Frage zu erledigen.

Zum Ziel meiner Absicht konnte ich natürlich nur durch eine genaue Vergleichung der chemischen Zusammensetzung des Weines mit derjenigen des Obstweines gelangen. Die ziemlich complicirte Untersuchung des Obstweins findet sich niedergelegt im Programm des eidg. Polytechnikums 1870. Sie ergab, dass sich im Obstweine wesentlich die nämlichen Substanzen wieder finden, wie im Wein, dass aber einige Bestandtheile, namentlich die Aepfelsäure, in vorwiegender Menge im Obstwein vorkommen, während diese Säure im Traubenwein nur in kleinen Quantitäten enthalten ist. Der grösste Unterschied zwischen Aepfel- und Traubenwein liegt aber in der Zusammensetzung der Asche. Der Obstwein enthält im Mittel aus zahlreichen Bestimmungen 0,11 —0,40 % kohlensauren Kalk, während der Kalkgehalt im Traubenwein höchstens 0,049 % beträgt, hierauf gestützt lässt sich wenigstens das Minimum des Obstweinzusatzes zu einem Traubenwein bestimmen. Bezeichnet man nämlich die Anzahl cc Wein, die in 100 cc eines Gemisches beider Getränke enthalten sind, mit w, die Anzahl cc Obstwein mit t und die gefundene Menge des gefundenen kohlensauren Kalkes mit a, so ist:

$$a\,(t + n) = 0{,}04\,w + 0{,}1\,t \text{ ferner } t = 100\,w$$

wenn 0,04 das Maximum des Kalkgehaltes von Wein und 0,1 das Minimum des Kalkgehaltes vom Obstwein bezeichnet:

$$t = \frac{100\,a - 4}{0{,}06} \qquad w = \frac{10 - 100\,a}{0{,}06}$$

Die quantitative Bestimmung des Kalkes geschieht durch Eindampfen von 1 Litre der Flüssigkeit und Glühen des Rückstandes; die Asche wird mit Salzsäure ausgezogen; das Filtrat mit Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak gefällt; den auf einem Filter gesammelten oxalsauren Kalk titrirt man mit Chamäleon.

---

## Analytische Methoden.

Ueber eine schnell ausführbare und genaue Methode der Bestimmung der Salpetersäure in den Trinkwassern. Von Prof. Dr. Friedrich Goppelsroeder. — Dieser ebenso eifrige und thätige als genaue Forscher, dem wir schon eine Reihe vortrefflicher und mit äusserstem Fleiss ausgearbeiteter Untersuchungen zu verdanken haben, wie z. B. seine grosse Arbeit über die chemische Beschaffenheit von Basels Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwasser, sein ausführlicher Beitrag zur Prüfung der Kuhmilch mit besonderer Berücksichtigung der Milchpolizei, u. s. w., hat nun auch

eine werthvolle Verbesserung der Marx'schen Methode der Bestimmung der Salpetersäure in den natürlichen Gewässern veröffentlicht.

Marx versetzt in einem etwa $^1/_4$ Liter fassenden Kochkölbchen 50 CC. des zu untersuchenden Wassers mit 100 CC. concentrirter reiner Schwefelsäure, welche langsam unter Bewegung des Kölbchens zugesetzt wird, wobei der Inhalt sich auf etwa 120° Celsius erhitzt. Dann wird unter Bewegung des Kölbchens aus einer Bürette eine mit Wasser sehr verdünnte Lösung von Indigoschwefelsäure zugegossen. Bei Anwesenheit von Nitraten wird diese sofort zersetzt und die Flüssigkeit gelb. Beim ersten Tropfen zuviel zugesetzter Indigolösung erscheint die Flüssigkeit grün, welches Ende der Reaction sich bei einiger Uebung genau feststellen lässt. Die Indigolösung ist mit Hülfe einer Lösung chemisch reinen salpetersauren Kali's empirisch titrirt worden, das heisst man weiss, dass 1 Cubikcentimeter Indigolösung so und so vielen Bruchtheilen von Grammen salpetersauren Kali's, respective Salpetersäure ($NO^5$) entspricht. Man kann daher aus der verbrauchten Menge von Cubikcentimetern der Indigolösung die Menge der Salpetersäure z. B. in 1 Liter des untersuchten Wassers berechnen.

Wie schon Marx hervorhebt, darf das Wasser nicht auch andere leicht oxydirbare Stoffe enthalten, weil diese durch die bei Einwirkung der Schwefelsäure auf die Nitrate frei werdende Salpetersäure Oxydation erlitten und somit weniger Indigolösung zerstört würde. Dieser Uebelstand ist da namentlich zu befürchten, wo das Wasser in solchem Maasse verunreinigt ist, dass sich die Verunreinigung schon den Sinnesorganen zu erkennen gibt. Die Titration muss rasch ausgeführt und es muss dabei umgeschüttelt werden. Die Temperatur darf nicht unter 100° Celsius sinken. Gegenwart von Chloriden beeinflusst das Resultat nicht. Wenn das Wasser mehr als 6 Milligramme Salpetersäure enthält, so wird, wie Marx beobachtet hat, die Flüssigkeit zu stark durch die Oxydationsproducte des Indigo's gefärbt, so dass die Erkennung des Endes der Operation an Schärfe verliert. — Mit dieser hinsichtlich der leichten Ausführbarkeit sehr practischen Methode hat Dr. Goppelsroeder keine genügend genauen Resultate erhalten können *), wohl aber ist es gelungen, durch eine Abänderung dieselbe sehr genau zu machen, wie die folgenden Resultate beweisen.

### Titrestellung der Indigoschwefelsäurelösung.

Es wurden 2,0258 Gramme chemisch reines salpetersaures Kali in 2 Litern destillirten Wassers gelöst, so dass 1 Cubikcentimeter der Lösung 0,001013 Grammen salpetersauren Kali's (KO, $NO^5$), also 0,000541 Grammen Salpetersäure ($NO^5$) entsprach.

Anderseits wurde eine verdünnte Indigoschwefelsäurelösung nach gewohnter Weise bereitet und filtrirt. Hierauf wurde die Salpeterlösung ganz nach Marx's Vorschlag titrit und dabei die folgenden Resultate erhalten.

| Versuch Nro. | Angewandte Menge Cubikcentimeter der Salpeterlösung. | Darin enthaltene Menge der Salpetersäure ($NO^5$) in Grammen. | Zur Titration derselben wurden verbraucht Cubikcentimeter Indigolösung. | 2000 Cubikcentimeter Salpeterlösung würden erfordert haben Cubikcentimeter Indigolösung. | 1 Cubikcentimeter Indigolösung entspräche danach folgender Menge Salpetersäure ($NO^5$) in Grammen ausgedrückt. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6 CC. | 0,00324 Grm. | 13 CC. | 4333 CC. | 0,000467 Grm. |
| 2 | 8,5 » | 0,0046 » | 18,5 » | 4353 » | 0,000465 » |
| 3 | 13,5 » | 0,0073 » | 28,3 » | 4192 » | 0,000483 » |
| 4 | 7,5 » | 0,0040 » | 16,3 » | 4346 » | 0,000466 » |
| 5 | 3 » | 0,00162 » | 6,7 » | 4466 » | 0,000453 » |
| 6 | 10,5 » | 0,0057 » | 21,4 » | 4076 » | 0,000497 » |

Weit mehr Genauigkeit und Uebereinstimmung der Resultate erzielte man durch folgende Abänderung der Methode: Zuerst wurde ein vorläufiger Versuch nach Marx's Methode angestellt. Alsdann wurde eine gleich grosse Menge der Salpeterlösung zuerst mit der beim Vorversuche gefundenen Menge Cubikcentimeter Indigolösung versetzt, und hierauf erst wurde unter Umschütteln die Schwefelsäure zugefügt. Gegen Ende des Zusatzes der nöthigen Menge der Säure entfärbte sich die Indigolösung ins Gelbe, ein Beweis, dass nach dem von Marx vorgeschlagenen Operationsgange zu wenig Indigolösung verbraucht wird. Jetzt wurde mit Indigolösung bis zur grünen Färbung nachtitrirt. Bei Anwendung der auf solche Weise verbesserten Methode wurden die auf nachfolgender Tabelle verzeichneten Resultate erhalten.

| | Cubikcentimeter Salpeterlösung. | Cubikcentimeter Indigolösung. | Cubikcentimeter Schwefelsäure. | 1000 Cubikcentimeter Indigolösung entsprechen Cubikcentimeter Salpeterlösung. | 1 Cubikcentimeter Indigolösung entspricht in Grm. Salpeter. | Salpetersäure ($NO^5$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vorversuch. | 20 | 36 | 50 | 555,5 | 0,000563 | — |
| 1 | 20 | 39 | 50 | 512,8 | 0,000519 | 0,000277 |
| 2 | 20 | 39 | 50 | 512,8 | 0,000519 | 0,000277 |
| 3 | 20 | 39 | 50 | 512,8 | 0,000519 | 0,000277 |
| 4 | 30 | 58,5 | 75 | 512,8 | 0,000519 | 0,000277 |
| 5 | 30 | 58,3 | 75 | 514,5 | 0,0005212 | 0,000278 |
| 6 | 40 | 77,8 | 100 | 514,1 | 0,0005208 | 0,000278 |

Bei solchen Untersuchungen ist es nicht gleichgültig, ob das Wasser längere Zeit mit Luft zusammen gestanden hatte oder nicht, indem bei Einwirkung des Sauerstoffes der Luft auf stickstoffhaltige organische Substanzen deren Stickstoff zuerst in salpetrige Säure, dann in Salpetersäure verwandelt werden kann. Folgende Beispiele mögen zur Bestätigung des Gesagten genügen. Das Wasser des St. Albanlochbrunnens wurde, nachdem der Rest vom 7. September an in halbvoller Flasche gestanden hatte, am 9. wieder untersucht, 1000 CC. brauchten jetzt 205 statt wie früher 196 CC. Indigolösung, während 1000 CC. ebenso aufbewahrten Gerberlochbrunnenwassers am 9. September 465, statt wie am 7. 450 CC. brauchten.

Umgekehrt kann durch Stehen eines Wassers in verschlossener Flasche der Gehalt an Salpetersäure durch Reduction derselben durch die im Wasser enthaltenen organischen Stoffe abnehmen.

Bei der Titration der verschiedenen Wasser mit Indigolösung blieb die Flüssigkeit vor Zusatz eines Ueberschusses derselben nur in wenigen Fällen farblos und wurde dann durch den überschüssig zugesetzten Tropfen Indigolösung blau; in den meisten Fällen färbte sich die Flüssigkeit gelb

*) Vergleiche hierzu die Angaben von Hugo Trommsdorff, Bd. 8. S. 365. (R. F.)

bis braungelb und durch den Ueberschuss der Indigolösung grün. Ersteres ausnahmsweise Verhalten zeigten die beiden Rheinwasserproben.

Nach dem ursprünglichen von Marx vorgeschlagenen Verfahren wird der Gehalt der Wasser an Salpetersäure zu niedrig gefunden. Ueberdiess stimmten in den meisten Fällen bei verschiedenen Titrationsversuchen mit einem und demselben Wasser die Resultate unter sich nicht überein; es zeigten sich im Gegentheile erhebliche Differenzen.

Bei allen Versuchen wurde diejenige Menge von Schwefelsäure angewandt, welche Marx vorgeschlagen hatte, wie überhaupt alle die von Marx empfohlenen Vorsichtsmaassregeln genau befolgt wurden. Die dazu gebrauchte chemisch reine Schwefelsäure hatte die Stärke der englischen. Bei Anwendung einer verdünnteren wird nicht die nöthige Wärme entwickelt. Wenn nun auch das verbesserte Titrationsverfahren unstreitig viel genauere Resultate liefert, so sind doch zwei wesentliche Punkte bei Berechnung des Salpetersäuregehaltes zu berücksichtigen. Erstens enthält alles destillirte Wasser salpetersaures Ammoniak, oft auch salpetrigsaures, zweitens enthalten die natürlichen Wasser sehr oft neben den Nitraten nicht nur Spuren, sondern auch erhebliche Mengen von Nitriten. Die salpetrige Säure des zu untersuchenden Wassers wirkt auf die mit Schwefelsäure vermischte Indigolösung ebenfalls oxydirend ein. Die für 1 Liter des untersuchten Wassers verbrauchte Menge der Indigolösung entspricht dann nicht nur der in dem Liter Wasser enthaltenen Salpetersäure, sondern auch der vorhandenen salpetrigen Säure. Da freilich, wo nur Spuren oder eine sehr unbedeutende Menge von salpetriger Säure im Wasser ist, kommt der Fehler nicht in Betracht; da hingegen, wo im Verhältnisse zur Salpetersäure eine reichliche Menge salpetriger Säure vorhanden ist, muss die Menge dieser in einer besonderen Operation bestimmt werden, was wohl am schnellsten und annähernd genau nach Ansäuern einer abgemessenen Menge Wassers mit Schwefelsäure durch Titration mit Kalipermanganatlösung geschehen kann, nachdem vorher ohne Schwefelsäurezusatz die etwa vorhandenen leicht oxydirbaren organischen Stoffe mit derselben Permanganatlösung titrirt wurden. Die Differenz der bei der zweiten und ersten Operation gefundenen Zahlen entspricht dem übermangansauren Kali, welches zur Oxydation der salpetrigen Säure nöthig war. Diese aber entspricht einer bestimmten Menge der Indigolösung, welche von der bei der Titration des Wassers mit Indigolösung gefundenen abgezogen werden muss, um diejenige Menge von Indigolösung zu erhalten, welche wirklich bloss der Salpetersäure entspricht.

Die in dem zur Verdünnung der Lösung des Indigos in Schwefelsäure angewandten destillirten Wasser enthaltene Salpetersäure sowohl, wie auch die salpetrige Säure (beide in Form von Ammoniaksalzen vorhanden) wirken natürlich auch auf den gelösten Indigo oxydirend ein, sobald sich die Lösung durch Vermischen mit Schwefelsäure erwärmt, was jedoch gleichgültig ist, weil ja das Verhältniss der Indigolösung zu Kalinitrat unter den gleichen Umständen ermittelt wurde und sowohl bei der Titrestellung als auch bei der Titration von Brunnenwassern etc. die Indigolösung dadurch um denselben Grad verdünnter erscheint. Die Menge von Salpetersäure und salpetriger Säure aber, welche in dem zum Auflösen des Kalisalpeters angewandten destillirten Wasser enthalten ist, darf nicht ausser Acht gelassen werden. Man braucht bloss die Menge der Indigolösung zu bestimmen, welche durch die in 1 Liter destillirten Wassers enthaltene Menge der beiden Säuren zerstört wird, um die Menge der Indigolösung zu kennen, welche für die in 1 Liter Salpeterlösung enthaltene Menge reinen salpetersauren Kalis nöthig wäre.

Das zur Darstellung der Salpeterlösung mit Indigolösung von Prof. Goppelsroeder angewandte destillirte Wasser gab die folgenden Resultate bei 4 Titrationen. Zuerst wurde nach Marx's Vorschlag eine abgemessene Menge des destillirten Wassers mit Schwefelsäure vermischt und hierauf mit Indigolösung titrirt. Hierauf wurde eine der bei diesem Vorversuche verbrauchten Menge Indigolösung gleiche Menge zu einer gleichen Menge destillirten Wassers gefügt, hierauf die nöthige Menge Schwefelsäure zugesetzt und mit Indigolösung bis zur Bläuung nachtitrirt.

| | Menge der Schwefelsäure. | Angewandte Menge des destillirten Wassers in Cubikcentimetern. | Verbrauchte Menge der Indigolösung in Cubikcentimetern. | 1 Liter destillirtes Wasser brauchte Cubikcentimeter Indigolösung. |
|---|---|---|---|---|
| Vorversuch | 100 | 100 | 3,6 | — |
| Versuch 1 | 100 | 100 | 5,3 | 53 |
| 2 | 200 | 100 | 5,7 | 57 |
| 3 | 200 | 200 | 10,6 | 53 |
| 4 | 400 | 200 | 11 | 55 |

Mittel aus den vier Versuchen 54,5 entsprechend 0,01508 Grm. $NO^5$. 1 Liter destillirtes Wasser enthält sonach 0,0151 Grm. Salpetersäure ($NO^5$), 1 Cubikcentimeter 0,0000151 Grm.

1000 Cubikcentimeter Indigolösung entsprachen, wie wir oben sahen, bei der Titrestellung nach Goppelsroeder's verbessertem Verfahren als Mittel von 10 Versuchen 511,9 = 512 CC. Salpeterlösung. 1000 CC. Salpeterlösung entsprechen demnach 1953 CC. Indigolösung, welche jedoch nicht bloss für die Reduction der in 1000 CC. Salpeterlösung enthaltenen Menge ($KO,NO^5$), sondern auch für die Reduction der zur Lösung dieses Salzes nöthigen Menge destillirten Wassers (1000 CC.) nöthig waren. Nun brauchte 1 Liter destillirtes Wasser als Mittel von 4 Versuchen 54,5 CC. Indigolösung, es wären somit bei der Titrestellung der Indigolösung für die in 1 Liter gelöst enthaltenen 1,0129 Grm. ($KO, NO^5$) nur 1898,5 CC. Indigolösung nöthig gewesen. Es entspricht demnach 1 CC. Indigolösung 0,0005335 Grm. ($KO, NO^5$) = 0,0002881 Grammen $NO^5$, und nicht bloss 0,0002767 Grm. wie ohne Correction gefunden wurde.

Ueber die Bedeutung der Salpetersäuremenge für die Beurtheilung eines Trinkwassers sind verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. Nirgends fehlen die Nitrate, ja selbst in ausgezeichneten Quellwassern erhalten wir zum Theil starke Reactionen. Die Nitrite sind oft gar nicht, oft in minimer, oft in grösserer Menge vorhanden, je nach der Herkunft der Wasser. Bei seinen bisherigen Untersuchungen fand Prof. Goppelsröder, dass reine Quellwasser höchstens eine schwache Reaction auf Nitrite geben, meist nur eine spurenweise oder gar keine. Die schon im Regenwasser enthalten gewesene Menge von salpetriger Säure und diejenige, welche das hernach durch den Boden rieselnde Wasser aus diesem aufnimmt, wird nach und nach durch den

im Wasser gelöst enthaltenen Sauerstoff und namentlich beim Durchrieseln durch das Gerölle durch den Sauerstoff der Bodenluft (und durch den Sauerstoff des Eisenoxydes) zu Salpetersäure oxydirt, weshalb wir in solchen bei ihrem Lauf durch den Boden nicht inficirten Wassern wohl Salpetersäure, aber keine oder nur in spärlicher Menge salpetrige Säure, gleichsam nur der Verwesung entgangene Reste antreffen. Wenn aber andererseits Grundwasser durch mit organischen Stoffen imprägnirten Boden fliesst, so werden diese die im Wasser gelösten Nitrate zu Nitriten theilweise noch weiter reduciren, und wir treffen dann in solchen verunreinigten Wassern eine mehr oder weniger starke Menge von Nitriten oder oft gar keine Nitrate an.

Die Herren Prof. Pagenstecher sel. und Apotheker Dr. Müller in Bern haben schon vor längerer Zeit auf die beträchtlichen Mengen von Nitraten hingewiesen, welche im Grundwasser Bern's alljährlich der Aare zufliessen und die Herkunft auch aus den städtischen Infectionsherden abgeleitet.

Zum qualitativen Nachweise der Nitrite und Nitrate in den Wassern gibt es wohl keine bessere, schneller und sicherer zum Ziele führende Methode, als die von Schönbein, wodurch mit leichter Mühe auch das relative Mengenverhältniss beider approximativ ermittelt werden kann. Zur Bestimmung der Menge der Salpetersäure empfiehlt sich die neue verbesserte Methode.

Um über die Verunreinigung eines Wassers durch Dohlen, Cisternen, Abtrittsgruben u. s. w. mit wenigen Mitteln und in kurzer Zeit Aufschluss zu erlangen, empfiehlt Prof. Goppelsroeder folgende 6 Operationen.

1) Die Bestimmung der Menge fester Bestandtheile, wobei sowohl die Menge des bei 100° C. getrockneten Rückstandes eines Liters Wasser als auch der Verlust beim Glühen des Rückstandes anzugeben ist. Sowohl die Farbe des Abdampfungsrückstandes als auch die Erscheinungen beim Glühen sind zu beobachten.
2) Die Nitrit- und die vereinigte Nitrit- und Nitratreaction nach Schönbein.
3) Die Titration mit Kalipermanganatlösung, mit und ohne Schwefelsäurezusatz.
4) Die Reaction mit Silber- oder Goldlösung.
5) Die Reaction auf Schwefelwasserstoff und Ammoniak (frei und gebunden).
6) Die Titration der Salpetersäure mit Indigolösung.

Dadurch erlangen wir einerseits Aufschluss über das Maass der Verunreinigung, anderseits über den Grad der Veränderlichkeit der organischen Stoffe, womit wohl deren physiologischer Charakter auf's Engste verknüpft ist.

---

## Metallurgisches.

Bronziren von Guss- und Schmiedeeisen gelingt nach Zaliwski, wenn man die zu bronzirenden Stücke in geschmolzenen Schwefel, welcher mit Lampenschwarz gemengt ist, eintaucht. Die gereinigte Oberfläche widersteht der Einwirkung verdünnter Säuren, lässt sich gut poliren und besitzt das Ansehen der durch Oxydation erhaltenen Bronze.

---

Chemische Behandlung der Schwefel-, Antimon- und Arsenikverbindungen des Kupfers, Blei's, Nickels, Silbers und Eisens. Von C. Kopp. — Man findet sehr oft werthvolle Mineralien, welche aber mit so viel Gangart und taubem Gestein vermischt, oder so feinkörnig eingesprengt sind, dass an eine eigentliche metallurgische Behandlung auf dem Wege der Schmelzung nicht zu denken ist: diess ist ganz besonders der Fall in Gegenden wie Italien und die Schweiz, wo die Brennstoffe, resp. Stein- und Braunkohlen, Holz und Holzkohlen selten und nur zu relativ hohen Preisen zu beziehen sind.

Die Schmelzarbeit würde ein so grosses Gewicht werthloser Schlacken und ein so kleines an cementartigen Steinen liefern, dass der Werth des Metallproducts kaum die Kosten seiner Darstellung decken würde.

Die Verhältnisse wären aber ganz anders, wenn man die werthvollen Mineralien (wie z. B. Schwefelkupfer, Schwefelsilber, Schwefelantimonsilber, Rothgültigerz, Arsennickel u. s. w.) auf chemischem Wege behandelte, d. h. sie dem Einfluss von Reagentien aussetzte, welche die Metalle in einen löslichen Zustand brächten, oder sie auf eine Art modificirten, dass sie nachher theils auf chemischem, theils auf mechanischem Wege abgesondert werden könnten.

Evident ist diess nur möglich in den Fällen (wie sie aber noch häufig genug vorkommen) wo das taube Gestein quarzartiger Natur ist, oder vorzugsweise aus sehr kieselsäurereichen Silicaten besteht, welche von den in Anwendung gebrachten Reagentien nur sehr schwer oder selbst gar nicht angegriffen würden.

Industriell und praktisch kann die chemische Behandlung nur unter folgenden Bedingungen sein:

1. Anwendung von ganz wohlfeilen und beinahe werthlosen Reagentien.
2. Dass der Konsum der Reagentien nur der Quantität der in den Mineralien vorkommenden Metalle entsprechend ist.
3. Dass keine complicirten oder kostspieligen Apparate, da man im Grossen arbeiten soll, anzuwenden sind.
4. Dass man so viel als möglich die Intervention der Wärme vermindert, da es sich um Brennstoffersparniss handelt.

Als Reagentien ist man natürlich auf Schwefel und Salzsäure, auf Kochsalz und Eisensalze beschränkt. Diese letztern sind überall wohlfeil darzustellen, wo Spate vorkommen, deren Oxydation überdiess schwefelige Säure, und in Folge Schwefelsäure liefern kann.

Auf diese Ansichten gestützt hat Kopp eine Reihe Versuche unternommen. Sein Hauptreagens war Eisenchlorid $Cl^3Fe$, oder was auf das nämliche herauskommt, eine Mischung von schwefelsaurem Eisenoxyd und Kochsalz, welche durch doppelte Zersetzung Eisenchlorid und schwefelsaures Natron bildet.

Als er Schwefeleisen, Schwefelkupfer, Speiss, Blende, Schwefelantimon, Schwefelarsene und andere Verbindungen der Metalle mit Schwefel, Arsen und Antimon mit einer Auflösung von Eisenchlorid in der Wärme behandelte, stellte es sich heraus, dass in kurzer Zeit diese Verbindungen energisch angegriffen wurden, dass Eisen, Kupfer, Nickel, Antimon, Arsen in Verbindung mit Chlor treten und sich auflösen, während das Eisenchlorid in Eisenchlorür übergeht. Oefters wird feiner Schwefel niedergeschlagen. Die Gegenwart einer gewissen Quantität Kochsalzes befördert sehr die Reaction, vermuthlich in Folge der Bildung von Doppelsalzen.

Dieselben Resultate werden erhalten, wenn man bei gewöhnlicher Temperatur operirt; es wird unter diesen Umständen viel weniger Schwefel frei, aber dafür muss man die Materien nicht Tage, aber Wochen und selbst Monate lang auf einander einwirken lassen. Das Gemisch muss immer hinlänglich feucht und porös gehalten werden. In vielen Fällen wird die Einwirkung des Eisenchlorids durch von Zeit zu Zeit gemachte Zusätze von feinem Schwefel oder Salzsäure ungemein befördert. Versuche in grösserem Maassstabe, welche in Dieux mit Schwefel und Kupferkies, in Italien mit Kupfer, Nickel und sehr complicirten und zugleich sehr armen Silbererzen gemacht wurden, haben günstige Resultate gegeben.

Man bereitet ganz einfach mit den zum Theil zerkleinerten Erzen einen so porös als möglich gehaltenen Haufen, welcher auf einen geebneten, mit undurchdringlichem fetten Thon ausgefütterten Boden aufgeschüttet wird. Ringsum bringt man einen Graben an, in welchem sich die abfliessenden Salzlösungen ansammeln können. Auf den Haufen giesst man die mit Kochsalz versetzte Auflösung von Eisenchlorid.

Bald bemerkt man durch die im Innern des Haufens sich entwickelnde Wärme, dass die chemische Einwirkung vor sich geht.

Das Eisenchlorid wird zu Eisenchlorür reducirt, aber auf Kosten des Sauerstoffs der Luft geht das Eisenchlorür immer wieder in Eisenchlorid über, welches eine neue Portion der Erze wieder angreift, sich in Eisenchlorür verwandelnd, und so fort. Hiebei spielt der Eisenkies eine äusserst wichtige Rolle. Zwei Aequivalente Eisenkies liefern durch vollständige Oxydation schwefelsaures Eisenoxyd und freie Schwefelsäure.

$$2(FeS^2) + 15O + H^2O = 3SO^3, Fe^2O^3 + SO^4H^2$$

Das schwefelsaure Eisenoxyd und die entsprechende Menge Kochsalz geben Eisenchlorid und schwefelsaures Natron.

Die freie Schwefelsäure zersetzt 2 ClNa, um freie Salzsäure zu bilden, welche unter dem Einfluss des Sauerstoffs Eisenchlorür in Eisenchlorid überführen lässt.

$$4(ClFe) + H^2Cl^2 + O = 2(Cl^3Fe^2) + H^2O)$$

Es bilden sich in der That so bedeutende Mengen schwefelsaures Natron, dass dieses Salz aus den Laugen in grosser Quantität krystallisirt ausgeschieden werden kann.

Bei den Silbererzen bemerkt man, dass das Silber in ziemlich kurzer Zeit in Auflösung erscheint, augenscheinlich als Chlorsilber löslich im überschüssigen Kochsalz. Oft aber verschwindet es wieder aus der Lösung, indem es entweder durch Eisonoxydulsalze als Metall oder durch noch vorhandene Schwefelverbindungen als Schwefelsilber gefällt wird.

Jedenfalls kann es nach vollendeter Reaction mit Beihülfe von Eisen durch Quecksilber amalgamirt und abgesondert werden.

Das in Auflösung befindliche Kupfer wird am vortheilhaftesten durch metallisches Eisen als Cementkupfer gefällt.

Um gelöstes Nickel, Antimon, Arsenik, Zink u. s. w. niederzuschlagen, möchte die Anwendung von Schwefelnatrium am zweckmässigsten sein. Mit einiger Vorsicht können diese Metalle als Schwefelmetalle präcipitirt werden, ohne erhebliche Quantitäten Schwefeleisen mitzureissen. Das Schwefelnatrium wird leicht durch Reduction des gebildeten schwefelsauren Natrons präparirt, und verwandelt sich wieder bei der Doppelzersetzung in Chlornatrium. Nach Absetzung der Schwefelmetalle werden die Laugen wieder zur Behandlung der Haufen benutzt, bis die Quantität von schwefelsaurem Natron sich so angehäuft hat, dass man einen Theil davon durch Krystallisation ausscheiden lassen muss, und dafür eine neue entsprechende Menge Kochsalz in Auflösung bringt.

Wie ersichtlich, sind Eisenkies und Kochsalz im Grunde die Hauptreagentien, weil Eisenkies das nöthige schwefelsaure Eisenoxyd liefern kann.

Der Eisenkies kann auch noch auf andere Art freie Säure liefern. Durch Röstung (die einmal eingeleitet auch ohne eigentliches Brennmaterial vor sich geht) gibt er gasförmige schwefelige Säure, welche durch einen sehr einfachen Apparat (den man selbst ganz aus Holz machen kann) in wässerige schwefelige Säure umgewandelt werden kann. Diese letztere auf die Haufen geschüttet verwandelt sich in ganz kurzer Zeit durch Oxydation in Schwefelsäure.

In der Nähe von Sodafabriken oder in diesen selbst wird die direkte Anwendung von Salzsäure ermöglicht und selbst vortheilhaft sein; jedenfalls wird die beschriebene Methode zur Extraction der einige Prozente Kupfer haltenden Eisenkiese, nach deren Verbrennung behufs der Schwefelsäurefabrikation sich als ganz praktisch bewähren.

---

Ueber die neueren Methoden zur Entsilberung des Bleies. Von Dr. Heinrich Rössler. Das meiste Silber, welches wir in der Industrie verwenden, stammt nicht von einzelnen Silbererzen, sondern von einem geringen Silbergehalt der Bleierze her. Beim Verschmelzen der Bleierze sammelt sich ihr Silbergehalt in dem Blei (dem sogenannten »Werkblei«) an. Seit den ältesten Zeiten wird das Silber aus diesem Werkblei durch Oxydation des Bleies (durch das sogenannte »Abtreiben«) gewonnen. Dieser Prozess gestattet jedoch, seiner Kostspieligkeit wegen, nicht die Gewinnung von sehr geringen Silbermengen, und man hat erst in neuester Zeit eine Reihe von Entsilberungsprozessen eingeführt, welche diess ermöglichen, und die alle darin übereinkommen, dass sie den Silbergehalt in einer kleinen Menge des Bleies anreichern, die dann oxydirt wird, während die grössere Menge desselben schon von vornherein silberfrei erhalten wird, ohne dass man nöthig hat, dieselbe einer so lang anhaltenden hohen Temperatur auszusetzen, wie diess beim Abtreiben geschieht. Der sogenannte Pattinson-Prozess beruht auf der Trennung des silberhaltigen Bleies in silberfreies und silberreiches durch Krystallisation, indem

die Krystalle, welche sich beim Erkalten des geschmolzenen silberhaltigen Bleies ausscheiden, ärmer an Silber sind, als die dabei zurückbleibende glühendflüssige Mutterlauge. Bei einem verbesserten Krystallisationsprozess, der auch in Holzappel eingeführt ist, werden die Krystalle nicht ausgeschöpft, sondern die Trennung von der Mutterlauge wird durch Abzapfen der letzteren aus den Kesseln bewirkt. Auf mehreren rheinischen Hütten ist seit Kurzem eine neue Entsilberungsmethode des Bleies eingeführt, welche ausserordentlich günstige Resultate ergibt. Es ist diess die Entsilberung durch Zink. Dem geschmolzenen Werkbleie werden nämlich geringe Mengen Zink eingerührt, welches vermöge seiner grossen Verwandtschaft zum Silber, dem Bleie dieses vollständig entzieht. Der silberhaltige Zinkschaum setzt sich dann auf der Oberfläche des Bleies ab und wird abgeschöpft. Das Zink, welches das Blei bei dieser Arbeit aufgenommen hat (etwa $^1/_3$ Prozent der ganzen Masse), kann durch einen Zusatz von Chlorblei, welches sich mit dem Zink in Chlorzink und Blei umsetzt, vollständig entfernt werden. Diese Methode ist bei weitem vortheilhafter und billiger als die ältere, und gestattet die vortheilhafte Gewinnung des Silbers aus einem Blei, welches nur $^1/_{100}$ Prozent davon enthält.

## Gespinnstfasern-Papier.

Gefilztes Papier als Surrogat für Gewebe. — Schon lange bekannt ist die Anwendung von Papier zur Fabrication von Manschetten, Krägen etc. In neuster Zeit hat das sogenannte gefilzte Papier wegen seiner grossen Zähigkeit viel ausgedehntere Anwendung gefunden.

Dieses Papier wird sowohl mit animalischen als mit vegetabilischen Substanzen fabricirt; Wolle, Seide, Haare, fasrige Gewebe sowohl als Malven, Hanf, geringe Flachssorten und Baumwolle finden dabei ihre Verwerthung. Nachdem man diese Mischung zu Brei verarbeitet, wird sie gebleicht, gefilzt, zu Papier gepresst und ihrem Zweck entsprechend appretirt.

Zunächst sind es Unterröcke der Damen, welche die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, der Besatz zeigt auf weissem Grunde geschmackvolle Muster, die entweder in Schwarz aufgedruckt oder mittelst Stanzen ausgeschlagen sind. Obwohl die Ausführung eines solchen Musters mit Nadel und Scheere in gewebten Stoffen bedeutend theurer zu stehen kommen würde, kostet doch ein Unterrock von Papierstoff noch nicht so viel, als man für einen gewöhnlichen zu waschen bezahlen muss. Grosse Bettvorhänge, die auf weissem oder auf farbigem Grunde entsprechende Muster zeigen und durch ihre Zeichnung an Möbelkattune erinnern, sind auch ausgestellt. Sie ersetzen vollkommen die baumwollenen Möbelstoffe und sind dabei bedeutend billiger als diese. Polster und Matratzen sehr geschmackvoll ausgestattet, fallen ganz besonders auf und empfehlen sich hauptsächlich durch ihr geringes Wärmeleitungsvermögen. Sehr empfehlenswerth sind auch die gestanzten Bettüberdecken und die höchst geschmackvollen Tafeltücher. Sogar Schuhe werden aus diesem Papierstoff gemacht, natürlich mit Zusatz von Kautschuk und Firniss, damit sie dauerhafter und lederartiger werden.

(Illustr. Gewerbe-Zeitung.)

## Färberei, Farbstoffe.

Pariser Grün. — Dieser von HH. Poirrier, Bardy und Ch. Lauth patentirte grüne Farbstoff wird erhalten, indem man ein Wasserstoff entziehendes Reagens auf Benzyl oder Dibenzylanilin, auf Toluyl oder Ditoluylanilin oder Mischungen dieser Körper einwirken lässt. Als Reagens dienen Brom, Jod, Chlor und deren Verbindungen, schwache Salpetersäure, salpetersaures Quecksilber und Kupfer, sowie eine Lösung von Chloriod in dem zehnfachen Gewichte Wasser.

(Deutsche Industrie-Zeitung.)

Neues Lichtblau aus Diphenylamin. — Diphenylamin wird im Grossen dargestellt nach der Vorschrift von Girard und Delaire, indem man unter starkem Druck chlorwasserstoffsaures Anilin auf Anilin in dampfdichten Apparaten einwirken lässt.

Wenn man nun auf Diphenylamin entweder Jodmethyl oder Brommethyl oder selbst nach Bardy nur Holzgeist, augenscheinlich auch unter Druck, reagiren lässt, entsteht Methyldiphenylamin.

Dieser Körper ist ein bei 0° noch flüssiges öliges Liquidum. Es unterscheidet sich von Diphenylamin, indem dieses in Berührung mit Salpetersäure sofort blau wird, während das Methyldiphenylamin eine violette Färbung annimmt.

Unter dem Einfluss von wasserstoffentziehenden Reagentien, z. B. Arsensäure, Salpetersäure, Chlorsaurem Kali, Doppeltchlorkohlenstoff, Chloruren, Bromuren und Joduren von Metallen, wie Kupfer, Zinn, Eisen, Quecksilber, u. s. w. kann das Methyldiphenylamin nach Belieben in eine violette oder blaue Farbe umgewandelt werden. Die Darstellungsweise ist nicht genauer angegeben, aber es scheint jedenfalls zweckmässig die oxydirenden oder wasserstoffentziehenden Reagentien nur vorsichtig und allmählig einwirken zu lassen.

Es ist anzunehmen, dass das Methyldiphenylamin-Blau an und für sich in Wasser löslich ist und nicht wie das gewöhnliche Anilinblau, diese schätzbare Eigenschaft nur dadurch erhält, dass man es zuvor durch concentrirte Schwefelsäure in eine Sulfoverbindung überführen muss.

(Monit. scientif.)

Ueber crystallisirtes Curcumin. Von Dr. Daube — Zur Darstellung des reinen Curcumins ist es nöthig die Curcumawurzel vorher von dem aetherischen Oel zu befreien. Man bedient sich dazu am zweckmässigsten einer geräumigen Destillirblase, durch welche ein starker Wasserdampfstrom geführt wird. 40 Pfd. Bengal-Curcuma geben circa 400 grm., also etwa 2% Oel. Durch Kochen mit Wasser, so lange sich dieses noch färbt, wurden gummiartige etc. Substanzen ausgezogen und die Wurzel dann gepresst und getrocknet. Die in dieser Weise gereinigte Wurzel gibt an siedenden Weingeist das Curcumaharz ab; mit diesem Namen werde ich in Zukunft den weingeistigen Extract bezeichnen. Sehr zweckmässig bedient man sich zur Darstellung des letzteren eines grösseren Mohr'schen Extractionsapparates, der mit einem Mantel von warmem Wasser

umgeben ist; man operirt so mit einem Minimum von Lösungsmittel und Arbeit.

Das Curcumaharz bildet glänzende, dunkle Massen von muschligem Bruch, die zerrieben ein schmutzig gelbes Pulver liefern. Bei längerem Erhitzen auf 120° C. entweichen etwa 8% eines gelbgefärbten schweren Oeles von Storaxartigem Geruch, ohne dass der Farbstoff zerstört wird. Dieses Harz wurde analysirt mit folgendem Resultat:

| | I. | II. | Mittel |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 78,34 | 77,76 | 77,90% |
| Wasserstoff | 7,76 | 7,79 | 7,77 » |
| Sauerstoff | — | — | 14,33 » |
| | | | 100,00% |

In dem Curcumaharz sind nun wesentlich drei Körper zu unterscheiden: 1) reines Curcumin, in Benzol, Aether und Weingeist löslich, 2) ein in Aether und Weingeist lösliches Harz, das in Benzol unlöslich ist, und 3) ein an unorganische Basen gebundenes Harz, das nur in Weingeist löslich ist; die letzteren beiden haben nur geringes Färbevermögen.

Um die Gruppe dieser drei Körper zu zerlegen, lässt man successive siedendes Benzol, Aether und Weingeist darauf einwirken. Zur vollständigen Isolirung bedarf es grosser Mengen von Lösungsmittel und es liegt eine besondere Schwierigkeit in der Schwerlöslichkeit des Curcumin in Benzol; 2000 Theile siedendes Benzol lösen nur ein Theil Curcumin, kaltes nimmt nur Spuren auf. Nachdem gefunden wurde, dass Benzol wesentlich nur Curcumin löst, versuchte man die vom Oel befreite Wurzel direct mit Benzol zu extrahiren, der Erfolg zeigte dies Verfahren als den einfachsten Weg zur Darstellung des Farbstoffes. Diese Operation wird vortheilhaft in einem grösseren Mohr'schen Extractionsapparat ausgeführt. Es ist jedoch ein wesentliches Erforderniss, den Apparat im Wasserbade auf einer Temperatur von 70—80° C. zu erhalten; das verdampfende Benzol condensirt man in geeigneter Weise durch ein angebrachtes Kühlrohr.

Das angewandte Benzol bildete den zwischen 80 und 90° C. übergehenden Theil eines käuflichen Steinkohlenbenzins. Die unter dem Namen Petroleumbenzin im Handel vorkommenden flüchtigen Kohlenwasserstoffe sind nicht verwendbar. Die heisse benzolische Lösung scheidet beim Erkalten orangerothe Krusten von Rohcurcumin aus. Die ersten Auszüge sind zu entfernen, weil diese ausser Curcumin noch klebrige schmierige Substanzen enthalten. Um irgendwie grössere Mengen von Rohcurcumin anzusammeln, lässt man die Lösungen immer in demselben Gefäss erkalten, giesst das Lösungsmittel von der Ausscheidung und destillirt das Benzol ab, das zu neuen Auszügen verwendet wird. Das Harz schmilzt in der heissen Lösung, desshalb ist es zweckmässig, es von Zeit zu Zeit zu trocknen und zu pulvern, um dem Benzol so eine grössere Oberfläche darzubieten. Aus 100 grm. Extract erhält man etwa 80 grm. Rohcurcumin.

Die lebhaften orangerothen Krusten von Rohcurcumin werden auf Fliesspapier abgepresst und dann in kaltem Weingeist aufgenommen, wobei kleine Mengen eines gelben flockigen Körpers zurückbleiben. Die filtrirte Lösung wird mit einer weingeistigen Lösung von Bleiacetat gefällt; dabei löst sich aber ein grosser Theil der Bleiverbindung in der freiwerdenden Essigsäure, zweckmässig setzt man desshalb vorsichtig Bleiessig zu, so aber, dass die Lösung noch schwach sauer reagirt. Der ziegelrothe Niederschlag von Bleicurcumin, der sich durch seine feurige Farbe wesentlich von dem früher erhaltenen schmutzig rothen Niederschlag aus Curcumatinctur unterscheidet, wird mit Weingeist gewaschen, in Wasser vertheilt und durch einen Strom Schwefelwasserstoff zerlegt. Dem Schwefelblei wird dann der Farbstoff durch siedenden Weingeist entzogen und die weingeistige Lösung langsamem Verdunsten überlassen.

In dieser Weise dargestellt, bildet das Curcumin Krystalle von leicht vanilleartigem Geruch, die, soweit sich bei denselben ohne Messung ein Urtheil abgeben lässt, dem orthorhombischen System angehören. Es sind prismatische Formen (einzelne zeigten 6$^{mm}$ Hauptaxenlänge und 0,4$^{mm}$ Prismenbreite), an welchen man die Flächen eines Prisma von circa 100° stumpfen Winkel wahrnimmt, dessen spitze Ecken durch die Flächen eines steilen Brachydoma abgestumpft sind. Diese Flächen stellen sich zur Hauptaxe unter einen Winkel von ungefähr 42°, zwei Hemiflächen unter sich neigen sich also unter circa 84° zusammen. An einigen Krystallen, besonders an dünnen, sind diese Domenflächen nur schwach ausgebildet, so dass ein grosser Theil der scharfen Seitenkanten noch erübrigt, gegen welche sie sich herunterneigen; an anderen Krystallen sind diese Domenflächen länger ausgebildet und es scheint der Rest der scharfen Seitenkanten etwas gebogen.

Die Krystalle bieten nun je nach ihrer Lage auf dem Objectträger unter dem Mikroskop ein verschiedenes Ansehen, je nachdem man nämlich entweder über die stumpfen Seitenkanten auf sie herabsieht, wo sie dann an beiden Enden spitz auszulaufen scheinen oder über die scharfen Seitenkanten, wobei man deutlich die an Stelle der geraden Endfläche liegende Kante von circa 84° zwischen je zwei Hemidomflächen erkennt.

Die Krystalle haben scharf ausgebildete Kanten, spiegelglatte, perlmutter- bis diamantglänzende Flächen, sind entweder einzeln oder zu Büscheln gruppirt, haben einzeln bei durchfallendem Licht eine tiefweingelbe bis bernsteingelbe Farbe, die sich jedoch bei auffallendem Licht und dichter gehäuften Krystallen wie orangegelb ausnimmt. Bei auffallendem Lichte nimmt man unter dem Mikroskop einen schön blauen Lichtschein wahr, ähnlich dem des Orthoklas var. Mondstein von Ceylon oder des Mikroklin von Frederikswärn in Norwegen.

Bei Anwendung der Polarisation zeigt sich während Kreisdrehung des obern Nicols ausser der gelben Farbe kein Wechsel (nur wieder — bei nicht abgehaltenem auffallendem Lichte — der blaue Lichtschein), dreht man bei gekreuzten Nicols die Krystalle auf dem Objectträger in ihrer eigenen Ebene, so sieht man, dass sie während einer Kreisdrehung viermal hell und viermal dunkel werden.

Die bekannten Fluorescenzerscheinungen der Curcumatinctur wurden von einer Lösung von reinen Curcuminkrystallen eingehender beobachtet. Lässt man mittelst einer

Convexlinse ein Bündel Sonnenstrahlen gegen die Oberfläche einer Curcuminlösung fallen, so erblickt man einen prachtvoll grünen Lichtkegel.

Bei 165° C. beginnt das Curcumin zu schmelzen.

Das Curcumin ist im kalten Wasser unlöslich, in heissem nur spurenweise. Alkohol nimmt es leicht auf, durch Wasserzusatz entsteht eine schwefelgelbe Fällung. Lässt man weingeistige Lösungen längere Zeit in flachen Gefässen an der Luft stehen, so werden die Lösungen dunkler und roth. Aether löst ebenfalls reichliche Mengen, jedoch weniger wie Weingeist. Siedender Schwefelkohlenstoff löst nur sehr wenig, noch weniger siedendes Benzol, 2000 Thl. des letzteren nehmen nur 1 Thl. Curcuminkrystalle auf. Der gelben Lösung, die man durch Anwendung siedender Essigsäure erhält, entzieht Aether den Farbstoff vollständig. Durch Schütteln des Curcumin mit konzentrirter Schwefelsäure erhält man eine rothe Lösung, aus welcher beim Verdünnen mit Wasser schmutziggelbe Flocken fallen, die aber nicht, wie früher angegeben wurde, unverändertes Curcumin sind. Konzentrirte Salzsäure nimmt nur wenig auf zu einer carmoisinrothen Lösung.

Lösungen von Ammoniak und Aetznatron, sowie von Ammoniumcarbonat und Kaliumcarbonat lösen den Farbstoff mit lebhaft rothbrauner Farbe und lassen ihn durch Zusatz von Säuren wieder fallen.

Kalk- und Barytwasser erzeugen rothbraune Fällungen.

Die Bleiverbindung, dargestellt durch Fällen einer alkoholischen Curcuminlösung mit weingeistigem neutralen Bleiacetat ist ein feurigrother Niederschlag, der sich leicht in Essigsäure löst und durch einen Kohlensäurestrom langsam zersetzt wird.

Die Zinkverbindung ist braunroth, die Zinnverbindung gelblichroth.

Die Kupferverbindung hat eine dunkle, schmutzigbraune Farbe.

Thonerdeverbindungen geben einen lebhaft kirschrothen Niederschlag.

Zu Elementaranalysen des Curcumin wurden gutausgebildete unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknete Krystalle benützt. Die mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom ausgeführten Verbrennungen ergaben folgende Resultate:

| | I. | II. | III. | Mittel |
|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 67,90 | 67,89 | 67,92 | 67,90 % |
| Wasserstoff | 5,66 | 5,76 | 5,70 | 5,70 „ |
| Sauerstoff | — | — | — | 26,49 „ |
| | | | | 100,00 % |

Diese Resultate führen zur Formel:

$$C_{10}\,H_{10}\,O_3$$

---

Ueber ein auffallendes Verhalten des Anthrachinons zu nascirendem Wasserstoff. Von Prof. Boettger. — Bekanntlich bildet das Anthrachinon, als Oxydationsprodukt des Anthracens, so zu sagen das Mittelglied oder die Uebergangsstufe zur Erzeugung von künstlichem Alizarin, indem dazu nur noch die Aufnahme von 4 Aeq. Sauerstoff erforderlich ist. Lässt man auf dasselbe Wasserstoff in status nascendi einwirken, indem man es z. B. mit Zinkstaub (sogenanntem Zinkgrau) und Salzsäure behandelt, so sieht man es, unter Bildung von 4 Aeq. Wasser und der Wiederaufnahme von 2 Aeq. Wasserstoff, sich in Anthracen zurückverwandeln. Wird aber diese Zurückführung des Anthrachinons in Anthracen, statt mit Zinkstaub und Salzsäure als reducirendem Agens, mit Zinkstaub und siedender Aetzkali- oder Aetznatronlauge bewerkstelligt, so zwar, dass man das Anthrachinon in einem Glaskölbchen mit etwa dem gleichen Volumen genannten Zinkstaubes versetzt und dann mit einer konzentrirten Lösung von Kali zum Sieden erhitzt, so erfolgt zwar unter gleichzeitiger Entwicklung von Wasserstoffgas ebenfalls eine Reduction des Anthrachinons zu Anthracen, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Flüssigkeit im Glaskölbchen gleichzeitig eine prachtvolle rothe Farbe annimmt, die selbst nach dem Erkalten, falls sie nur mit dem Zinkstaube im Contact bleibt, andauernd sich erhält, aber nach erfolgter Trennung, etwa durch Filtration, von dem Zinkstaube befreit, die schöne rothe Farbe in kurzer Zeit wieder einbüsst.

Ueber Rufigallussäure von Benno Jaffé. — Die Rufigallussäure, von Robiquet zuerst dargestellt, entsteht durch Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure bei 100° bis 130°.

Die Lösung der Gallussäure in Schwefelsäure wird beim Erwärmen zuerst hellroth, schliesslich dunkel purpurfarben und scheidet beim Eingiessen in Wasser nahe an 70% des Gewichtes der Gallussäure die Rufigallussäure in Form eines krystallinischen Niederschlages aus, der durch Waschen mit Wasser von anhängender Schwefelsäure befreit wird. Die Reaction wird durch folgende einfache Formel ausgedrückt:

$$\underbrace{2\,(C^7H^6O^5)}_{\text{Gallussäure.}} = \underbrace{C^{14}H^8O^8 + 2\,.\,(H^2O)}_{\text{Rufigallussäure.}}$$

Die Rufigallussäure sublimirt wie Alizarin beim Erhitzen unter theilweiser Verkohlung in gelben, durchsichtigen Nadeln. Sie löst sich in Schwefelsäure mit rother, in concentrirter Kalilauge mit blauer, in verdünnter Lauge mit violetter Farbe, scheidet sich jedoch aus dieser Lösung bei längerem Stehen wieder ab. Mit Ammoniak übergossen färbt sie sich roth. Mit Thonerde und Eisensalzen gebeizte Zeuge färbt die Rufigallussäure nach Art des Alizarins, jedoch in schmutzigen Farbentönen, die aber seifenächt sind.

Mit Zinkstaub destillirt gibt die Rufigallussäure Anthracen; sie unterscheidet sich von Alizarin durch einen Mehrgehalt von HO.

$$\underbrace{C^{14}H^8O^4 + O^4}_{\text{Alizarin.}} = \underbrace{C^{14}H^8O^8}_{\text{Rufigallussäure.}}.$$

Beim Schmelzen mit Kalihydrat gibt die Rufigallussäure Oxychinon $C^6H^4O^3$.

(Berichte der Berliner chem. Gesellschaft Nr. 13. 1870.)

---

Ueber Reindarstellung des Anthracens, von A. Schuller. — Hat man grössere Quantitäten von rohem, noch mit öligen Substanzen verunreinigtem Anthracen zu reinigen, so lässt sich diess durch Umkrystallisiren aus Benzol oder Alkohol (seiner relativ geringen Löslichkeit wegen) nur mit

grossem Zeit- und Müheverlust ausführen. Auch Sublimation jener unreinen Masse ist bei grösserer Quantität nur schwer auszuführen; am besten gelingt die Reinigung durch folgende Operation: In einer geräumigen Retorte wird Anthracen vorsichtig bis zum beginnenden Sieden erhitzt, die Retorte mit einer grossen tubulirten Glasglocke oder einem ähnlichen irdenen Gefässe, dessen Bodenöffnung mit einem feinen Drahtgitter geschlossen ist, in Verbindung gesetzt. Nun bläst man mittelst eines starken Blasebalges einen kräftigen Luftstrom in die Retorte und treibt auf diese Weise das Anthracen in ganz erstaunlich kurzer Zeit fast vollständig rein und trocken ab. Es verdichtet sich in der Glocke als schwachgelbliche, schneeartige Masse; dieselbe Menge Anthracen, zu deren Reinigung durch Umkrystallisiren oder Sublimiren auf gewöhnliche Weise einige Tage erforderlich sind, erhält man nach dem eben mitgetheilten Verfahren in ebenso viel Stunden; dabei bekommt man das Anthracen in einer ganz pulverigen Form, in der es besonders leicht Oxydationsmitteln zugänglich ist. Auch Anthrachinon, aus rohem Anthracen dargestellt, kann man auf diese Weise als hellgelbes, den Schwefelblumen ähnliches Pulver erhalten; nur verstopft Anthrachinon den Hals der Retorte leichter als Anthracen, was durch entsprechende Vorsichtsmaassregeln zu beseitigen ist. Ber. d. deutsch. chem. Gesells. zu Berlin. 1870.

---

## Conservirungsmittel.

Desinfectionsverfahren für die Lazarethe. — Von den zur Desinfection gebräuchlichen und empfohlenen Mitteln sind folgende in Anwendung zu bringen:

1) Uebermangansaures Kali oder Natron,
2) Carbolsäure,
3) Chlorkalk,
4) Eisenvitriol, Zinkvitriol, Chlorzink,
5) Schwefel und
6) Kohle,

von denen ein Theil durch unmittelbare Berührung, ein anderer auch durch Verflüchtigung wirkt.

1) Zur Desinfection von Wunden ist vorzugsweise eine Lösung von übermangansaurem Kali oder Natron, oder eine Lösung der Carbolsäure anzuwenden, die hierzu jedoch von besonderer Reinheit sein muss.

2) Zur Desinfection von Excrementen empfiehlt sich der Eisenvitriol (in Lösung 1:30—40) oder die Carbolsäure, besonders in der von den chemischen Fabriken dargestellten Form eines mit derselben imprägnirten indifferenten Pulvers, das aufgestreut oder in Lösung angewendet wird.

An Orten, wo die Bestandtheile der Süvern'schen Mischung (Chlormagnesium, Aetzkalk und Steinkohlentheer) leicht zu beschaffen sind, wird auch diese gut zur Desinfection von Latrinen, Abtrittsgruben, stinkenden Wässern etc. in Gebrauch gezogen. Handelt es sich um die Desinfection von Abtrittsschläuchen, unzugänglichen Kanälen und Röhren, so sind entweder stärkere Lösungen des gen. Carbolsäurepulvers oder die durch Verbrennen von Schwefel oder Schwefelfäden erzielte schweflige Säure, sowie Chlorräucherungen anzuwenden.

3) Die Desinfection von Leib- und Bettwäsche wird durch Waschen mit hinreichend starken Laugen sicher gestellt.

Die Wäsche solcher Kranken aber, die an Typhus, Pocken und andern eminent ansteckenden Krankheiten gelitten haben, sind vorher in einer Chlorkalk-Carbolsäurelösung oder in einer schwächeren Lösung von Zinkvitriol (1:120), von Chlorzink (1:240) einige Zeit (12—36 Stunden) zu belassen und dann erst in gewöhnlicher Weise zu waschen.

4) Zur Desinfection von Strohsäcken und Matrazen sind die Hüllen wie die Bettwäsche zu behandeln, das Stroh zu verbrennen, die Haare zu sieden.

Die Bettstellen sind mit einer Lösung von Carbolsäure oder Chlorkalk, von Zinkvitriol (1:80) oder Chlorzink (1:160) und später mit Seifenwasser abzuwaschen.

5) Kleidungsstücke werden am sichersten durch Hitze im Ofen (75—90°) desinficirt, in Ermangelung eines Brennofens, Backofens etc. wird die Desinfection derselben durch längeres Belassen in den ad 3 genannten schwächeren Lösungen und nachheriges Waschen, oder auch durch Schwefel- resp. Chlorräucherungen je nach den Stoffen ausgeführt.

6) Da die zur Desinfection von Wohn- und Krankenräumen, Ställen etc. vorzugsweise zu benutzenden Mittel, wie Chlor, Carbolsäure, schweflige Säure, den sich darin Aufhaltenden selbst schädlich werden können, so sind dieselben in der Regel nur in unbelegten Räumen anzuwenden, und zwar bei geschlossenen Fenstern und Thüren. Die Carbolsäure wird in der Form des oben gen. Pulvers durch Aufstreuen auf den Boden, oder wo man energischer und schneller wirken will, durch Aufstreuen auf erhitzte Schaufeln oder die Ofenplatte angewandt.

Chlorräucherungen werden in der Weise bewirkt, dass man Chlorkalk in irdenen Schalen (1 Theil) mit 1½ Theil roher Salzsäure übergiesst. Man lässt die Räume etwa zwölf Stunden unter der Einwirkung des Chlorgases, das dann durch Oeffnen von Thüren und Fenstern entfernt wird. Durch Aufstellen von Schalen mit Liqu. ammon. caus. entfernt man den Chlorgeruch am schnellsten.

Je nach der Infectionsfähigkeit der in den Räumen vorgekommenen Krankheiten sind Fussboden und Wände sorgfältig mit Lauge, Chlorkalk oder Zinkvitriol-Lösung zu reinigen, event. mit neuem Anstrich zu versehen.

Inficirte Gegenstände von geringem Werthe, deren Desinfection nur mit unverhältnissmässigen Kosten und grosser Mühe durchzuführen ist, werden am besten verbrannt; unbedingt geboten ist diess bei aller gebrauchten Charpie, bei Compressen, alter Leinwand, wie überhaupt bei Verbandgegenständen, die bei ansteckenden Krankheiten benutzt waren.

---

Anleitung zur Bereitung und Anwendung der Süvern'schen Desinfectionsmasse. — Die Desinfectionsmasse wird gebildet aus:

100 Pfund gelöschten Kalk,
15 „ Steinkohlentheer,
15 „ Chlormagnesium,

durch welches Verhältniss eine recht kräftige Masse hergestellt wird, während zu einer schwächeren verhältnissmässig weniger Steinkohlentheer und Chlormagnesium erforder-

lich sind. Die Mischung dieser Stoffe geschieht in folgender Weise:

Der Kalk wird mit heissem Wasser gelöscht und während des Brausens fleissig gerührt, um denselben möglichst zu zerkleinern. Noch innerhalb des Brausens geschieht die Zuschüttung des Steinkohlentheers und dessen möglichst innige Vereinigung mit dem Kalkbrei durch ununterbrochenes kräftiges Umrühren unter angemessener Beigabe heissen Wassers. Nachdem diess erreicht, erfolgt die Zuschüttung des bereits vorher in Wasser und geschlossenen Gefässen gelösten Chlormagnesium bei fortgesetztem Umrühren.

Diese also gewonnene breiartige Masse wird durch den Zusatz eines fünffachen Wasservolumens zum Gebrauche vorbereitet und in unverschlossenen Gefässen verwahrt.

Mit dieser fertigen Masse werden die Nachteimer und sonstige verunreinigte Gefässe nach zuvoriger Reinigung mit frischem Wasser täglich gründlich ausgespült, und ist es gut, wenn in jedem Nachteimer ½ Quart Wasser verbleibt. Cloaken und Kothgruben werden ebenfalls täglich stark überspritzt, Gossen und Kanäle dagegen nach Bedürfniss damit getränkt, wodurch nach den bisherigen Erfahrungen eine ausreichende Desinficirung dieser Utensilien und Anlagen erzielt worden ist.

---

## Baurequisiten.

Ein neuer Cement, von A. Warner. — Eisenschlacken werden in ein feines Pulver verwandelt, welches durch ein Sieb geht, das auf 5 Centimeter 40 Maschen hat; dieses Pulver wird dann auf einer Mühle mit gebranntem Gyps, dem man zuvor veränderliche Mengen löslichen phosphorsauren Kalkes zugesetzt hat, gemengt. Als bestes Verhältniss bezeichnet Warner 700 Kilogramm Gyps und 300 Kilogramm Schlacken, wozu für den Gebrauch im Freien noch 28 Kilogramm lösliches Kalkphosphat kommen, die man auch durch eine entsprechende Menge (6—14 Kilogramm) Phosphor oder Borsäure oder einen andern Körper, der mit Eisen verbindungsfähig ist, ersetzen kann. Auch kann man anstatt des löslichen Kalkphosphates Superphosphat anwenden, dies muss aber in gleicher Menge mit der Schlacke genommen werden. Andererseits darf man bei Vermehrung der Menge des löslichen Kalkphosphates den schwefelsauren Kalk ganz weglassen.

Immer ist es nöthig, dass die sämmtlichen Substanzen fein pulverisirt und gemischt werden. Zum Gebrauch wird die nöthige Menge Wassers hinzugefügt und tüchtig eingerührt.

Man kann aus dem Warner'schen Cement auch Blöcke herstellen, die ebenso hart wie Marmor sind. Zu dem Zwecke stellt man die betreffenden Formen auf eine poröse Unterlage, z. B. Gyps, und unterwirft sie vermittels einer Schrauben- oder einer hydraulischen Presse einem starken Drucke. Der gepresste Cement geht dann aus der Form als ein sehr harter Block hervor, der ebenso schöne Politur annimmt, wie Marmor, und wenn man vor dem Pressen auf die noch feuchten Blöcke trocknes Cementpulver, gemengt mit Pulver verschiedener Farben, streut, so erhält man Blöcke, welche nicht blos die Härte, sondern auch das Aussehen des Marmors haben. Dieser künstliche Marmor widersteht den Einflüssen der Luft, Feuchtigkeit und Frost und eignet sich zu Häuserfaçaden, zum Belegen des Fussbodens etc.

(Génie industriel, May 1870.)

---

## Technische Literatur.

Eine sehr beachtenswerthe Erscheinung für Handwerks- und niedere Gewerbeschulen ist das im Auftrage vom Centralausschuss des schweiz. Lehrervereins von Herrn Autenheimer in Basel, ehemaligem Rektor der dortigen Gewerbeschule, ausgearbeitete Lehr- und Lesebuch für gewerbliche Fortbildungsschulen. Eine reiche Erfahrung auf dem Gebiete praktischer Lehrthätigkeit, theoretische Kenntniss der Ingenieurwissenschaften und eine durch eigene praktische Thätigkeit erworbene Kenntniss der Bedürfnisse des niedern und höhern Gewerbestandes haben den Verfasser zur Bearbeitung eines solchen Lehr- und Lesebuches vorzüglich befähigt. In der That zeigt denn auch Anlage und Durchführung des Stoffes, dass der Centralausschuss nicht leicht eine glücklichere Wahl für die Bearbeitung eines solchen Lesebuches hätte treffen können. In 10 Theilen behandelt dasselbe Planimetrie, Stereometrie, darstellende Geometrie, geometrisches und technisches Zeichnen, Arithmetik mit besonderer Anwendung auf die sogenannten bürgerlichen Rechnungsarten, Buchhaltung, Geschäftsaufsätze, mechanische Naturlehre, Chemie und Wirthschaftslehre, gibt in einem 11. Theil eine Auswahl prosaischer und poetischer Lesestücke, und in einem 12. und letzten Theil Notizen aus der Industrie- und Handelsgeschichte. Mit ganz besonderer Sorgfalt sind die mathematischen Partieen, die mechanische Naturlehre und die Wirthschaftslehre behandelt. Obgleich das Buch selbstverständlich weder auf wissenschaftliche Strenge, noch auf Vollständigkeit Anspruch macht, wird doch selbst der theoretisch gebildete Leser es nicht unbefriedigt bei Seite legen, weil er da sieht, wie viel praktisch Nützliches sich mit einem verhältnissmässig kleinen Material erreichen lässt. In der Planimetrie werden die Eigenschaften geradliniger Figuren und des Kreises vorzugsweise zu Construktions- und Berechnungsaufgaben benutzt, aus der Stereometrie neben der Oberflächen- und Körperberechnung auch über Gerade und Ebene soviel geboten, als zum Verständniss der Elemente der darstellenden Geometrie nothwendig erscheint, welche letztere in Auswahl und Behandlung des Stoffes als sehr gelungen bezeichnet werden muss. Der Abschnitt über mechanische Naturlehre wird nicht nur den Schülern, sondern selbst sehr vielen Lehrern unserer gewerblichen Fortbildungsschulen lehrreichen Stoff zum eigenen Studium bieten und ihnen die Möglichkeit einer für ihre speziellen Bedürfnisse zweckmässigen Auswahl und passende Behandlung verschaffen. Mit besonderm Wohlgefallen hat uns der Abschnitt über Wirthschaftslehre erfüllt und wir sind überzeugt, dass die meisten Lehrer darin für sich selber noch manche Belehrung schöpfen können und dass gerade dieser Abschnitt wesentlich dazu beitragen wird, das Buch

auch für Erwachsene, namentlich für den Handwerker und den Gewerbsmann, zu einem sehr werthvollen und willkommenen Lesebuch zu machen.

Wir empfehlen dasselbe daher nicht bloss für den Gebrauch an gewerblichen Fortbildungsschulen, sondern auch als nützliche Lectüre für den Bauer und den niedern Gewerbestand. O.

---

Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl. Von Knut Styffe, Director des kön. technolog. Institutes in Stockholm. Nach C. Sandberg's englischer Ausgabe des Werkes deutsch von C. M. Freih. von Weber. Mit einem Atlas. Weimar 1870. B. F. Voigt. — Der Inhalt dieses Buches ist ein systematischer Bericht über die von einer vom König von Schweden aus Gelehrten und Technikern niedergesetzten Commission gemachten Untersuchungen betreffend die Eisenbahnmateriale schwedischer Fabrikation und die Geeignetheit des schwedischen Eisens zu deren Herstellung. Es bezieht sich dieser Bericht auf eine ziemlich lange Reihe von Experimenten zur Ermittlung der Elastizität, Dehnbarkeit und absoluten Festigkeit verschiedener Eisen- und Stahlsorten, und zerfällt in folgende Kapitel: 1) Versuche über Streckung des Eisens und Stahls bei gewöhnlicher Temperatur. 2) Verwendung der Resultate zur Bestimmung der relativen Werthe von Stahl und Eisen und deren Varietäten zu verschiedenen Zwecken. 3) Experimente über Zugfestigkeit bei hohen und niedern Temperaturen. 4) Flexionsexperimente bei verschiedenen Temperaturen.

Die Resultate dieser sehr sorgfältig angestellten Versuche, die Aufstellung neuer Gesichtspunkte, sowie endlich die beigegebenen Tafeln und Tabellen, auf welchen die Beziehungen zwischen Zusammensetzung und absoluter Festigkeit gräphisch dargestellt sind, — verdienen in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Techniker und Construkteure. Kr.

---

Das Höhenmessen mit Metallbarometern und die Ausmittlung der Ablese-Correctionen derselben. Eine Studie für Freunde der Hypsometrie überhaupt, namentlich für Eisenbahn-Tracirungs-Ingenieurs. Von Josef Höltschl, Assistenten der Lehrkanzel der prakt. Geometrie am k. k. polytechn. Institute in Wien. — Wien 1870. Beck'sche Universitätsbuchhandlung. — Unter den verschiedenen den obigen Gegenstand behandelnden Schriften dürfte die vorliegende wohl am ehesten zum Studium empfohlen werden. Wenn das Ganze wissenschaftlich und doch leicht fasslich behandelt ist, so hat namentlich das vierte Kapitel für den Praktiker einen grossen Werth. Es werden in demselben die beim praktischen Gebrauche angewendeten Methoden in so ausführlicher Weise mitgetheilt, wie wir es in keinem andern Buche gefunden haben. — Das erst seit einigen Jahren in Anwendung gekommene Verfahren, im gebirgigen Terrain das Aneroid-Barometer zur Bestimmung von Generaltracés für Eisenbahnen zu benutzen, wurde bis jetzt fast ausschliesslich nur in Oesterreich, aber hier auch mit dem besten Erfolge angewendet. Es ist daher sehr wünschenswerth, dass diese Methode, welche eben bedeutend wohlfeiler und rascher zum Ziele führt, als die ältere zum Ausstecken von Operationslinien gebräuchliche, auch in weitern Kreisen bekannt werde. Die Erreichung dieses Zieles durch die wissenschaftliche Begründung des Verfahrens und die zweckmässige Anleitung zu dessen Ausführung dürfte durch die vorliegende zeitgemässe Schrift wesentlich gefördert werden.

Wir können nicht umhin, an dieser Stelle die Bemerkung einzuschalten, dass ein wesentliches Hemmniss der raschern und allseitigern Verbreitung der Anwendung des Aneroidbarometers die schlechten Instrumente sind, welche noch häufig im Handel vorkommen und die bei dem niedrigen Preise allerdings nicht viel besser geliefert werden können. Vorzügliche, aber allerdings auch etwas kostspieligere Aneroidbarometer in sehr vervollkommneter Construktion, die viel zu wenig bekannt sind, liefert Herr Mechanikus J. Goldschmid in Zürich. -r.

---

Lehrbuch der ebenen Trigonometrie nebst einer Sammlung von 570 Uebungsaufgaben und einem Anhange, die Resultate und Andeutungen zur Auflösung der in dem Lehrbuche befindlichen Aufgaben enthaltend. 3. Aufl. Von Dr. Carl Spitz, Professor am Polytechnikum in Carlsruhe. Leipzig und Heidelberg 1870. C. F. Winter'sche Verlagshandlung. — Unter den sehr geschätzten mathematischen Lehrbüchern des Hrn. Verfassers, die wir in dieser Zeitschrift zu erwähnen Gelegenheit hatten, nimmt das vorliegende einen ebenbürtigen Rang ein. Die nunmehr erschienene dritte Auflage desselben zeigt eine beträchtliche Erweiterung durch Aufnahme der trigonometrischen Auflösung cubischer Gleichungen, und einer bedeutenden Anzahl neuer Berechnungsaufgaben. Auch sind die den letztern zu Grunde gelegten Zahlenwerthe in dem nun bald allgemein üblichen Metermaasse gegeben. Wir können dieses Lehrbuch Studirenden an höheren Lehranstalten angelegentlich empfehlen. Kr.

---

Jahresbericht über die Untersuchungen und Fortschritte auf dem Gesammtgebiete der Zuckerfabrikation. Von Dr. K. Stammer. Jahrg. IX. 1869. Mit 21 Holzschnitten. 381 Seiten. 8. — Dieser vortreffliche Jahresbericht ist, was systematische Ordnung, Klarheit der Darstellung und rationell-praktische Behandlung der Gegenstände betrifft, den frühern Jahrgängen durchaus würdig. Er enthält Alles, was im Gebiete der Statistik, Landwirthschaft, Mechanik, Chemie, Technologie und Literatur der Zuckerfabrikation im Jahr 1869 erschienen, in so bündiger aber zugleich vollständiger Weise dargestellt, dass das Lesen der Originalabhandlungen durch diesen Jahresbericht so zu sagen überflüssig gemacht wird. Auch ist das Buch nicht nur den Technikern und Industriellen, sondern auch allen denen, welche sich um die Fortschritte der Wissenschaft interessiren, dringend anzuempfehlen. E. K.

---

Jahresbericht der chemischen Technologie für 1869. Von Prof. Rud. Wagner. XV. Jahrg. mit 57 Holzschnitten. 832 Octavseiten. Leipzig bei Otto Wiegand. —

Prof. Wagner's Jahresberichte, Dank dem ausserordentlichen Fleisse, der bewunderungswürdigen Genauigkeit und der ausgezeichneten systematischen Ordnung mit welcher alle in's Gebiet der chemischen Technologie einschlagenden Thatsachen und Arbeiten bündig und klar aufgezeichnet sind, haben sich in der gelehrten sowie in der technischen Welt einen allseitigen und bestbegründeten Beifall erworben. Man darf wohl sagen, dass sie seit mehr als einem Jahrzehnt die Hauptquelle aller Ausstellungsberichte und aller neueren Werke, die technische Chemie betreffend, geworden sind. Der Jahresbericht 1869 ist allen seinen Vorgängern völlig ebenbürtig und wird von allen praktischen Chemikern mit Dank begrüsst worden sein. E. K.

---

Die Brennmaterialien und die Feuerungsanlagen für Fabrik, Gewerbe und Haus. — Ein Compendium für Studirende, Techniker, Baubeflissene, Fabrikanten und Gewerbsleute von Dr. Hermann Grothe, mit Atlas von 71 Tafeln und 378 Figuren. Erschienen bei B. F. Voigt in Weimar und den 285. Band des »Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke« bildend. — Das Buch ist mit Fleiss, Sachkenntniss und Zunutzeziehung der besten Werke und der neuern Thatsachen und Erfahrungen geschrieben. Die Anschauungen der mechanischen Wärmetheorie sind darin kurz und bündig erwähnt. Die erste Hälfte des Buches handelt von dem Wesen der Wärme, von den Brennmaterialien, ihrem Nutzeffecte, ihren Bestandtheilen und ihrer Verwendung. Seite 1—174. Die zweite und grössere Hälfte, Seite 175—408 bespricht die Feuerungsanlage für metallurgische Zwecke, für chemisch-technische Industrieen, für Dampfkesselfeuerungen und endlich die häuslichen Heizungsanlagen. Der Atlas, dessen Figuren sauber und deutlich ausgeführt sind, und welcher einige Analogie mit den 35 Tafeln von Schinz ausgezeichnetem Werke »die Wärmemesskunst und deren Anwendung, etc.« hat, wird von den Technikern bei manchen Gelegenheiten vortheilhaft zu Rathe gezogen werden können. E. K.

---

Lehrbuch der Fabrikation von Mineralwässern, insbesondere von Selterser- und Sodawasser, sowie moussirenden Limonaden und künstlichem Champagner, mit 50 Holzschnitten. Berlin bei Louis Gerschel. 8. Band von 170 Seiten. — Der erste Abschnitt, den theoretischen Theil betreffend, enthält manches rein Chemisches, welches unserer Ansicht nach ganz wohl hätte weggelassen werden können, während man im praktischen Theil die Beschreibung einiger der neueren sehr vervollkommneten grossen Gaswasserbereitungs-Apparate vermisst. Uebrigens enthält das Büchlein viel Nützliches und Praktisches, dem Standpunkt der heutigen Technik entsprechend. E. K.

---

Das Helioskop. Universalorientirungsapparat für Landschaftsphotographen, von Ad. Bühler. Verlag von Voigt in Weimar. (31 Seiten in 8.) — Als Orientirungsapparat gebrauchte man gewöhnlich das Ikonometer, bestehend aus einer kleinen Camera obscura in Form eines Taschenfernrohres, welches das Bild der Landschaft auf die Fläche der kleinen Visirscheibe wirft.

Das Helioskop soll nun nicht allein die Aufgaben lösen, welche sich auf die Wahl des Standpunktes, des Objectivs und des Bildformats beziehen, sondern auch die erforderlichen Aufschlüsse über den Eintritt und die Dauer der günstigsten Beleuchtung geben. E. K.

---

Leçons de Chimie professées en 1868 et 1869. Verlag von Hachette in Paris 1870. — Dieser Band enthält folgende gut ausgearbeitete Vorträge in französischer Sprache: Ueber die Assimilation der mineralischen Substanzen von Deherain; über die Rolle der unterchlorigen Säure in der organischen Chemie und über eine neue Klasse von Anhydriden von Schützenberger; über die organischen Verbindungen des Silicium's von Friedel; über Becquerel's electro-capillare Erscheinungen von Le Roux; über Cyanwasserstoffsäure und ihre Homologen von Gautier; über einige Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe von Tollens. E. K.

---

Max Wirth's deutscher Gewerbskalender für 1871, mit 30 Illustrationen. Weimar, Verlag von B. F. Voigt. Preis 10 Sgr. — Der 6. Jahrgang dieses Kalenders zeigt aufs Neue das eifrige Bemühen des Herausgebers, dem Gewerbtreibenden eine nützliche und bildende Lektüre zu verschaffen. Er enthält neben mehreren gediegenen Aufsätzen gewerblichen und volkswirthschaftlichen Inhalts, die Biographieen einiger ausgezeichneter Industriellen und Techniker mit Portraits, sowie eine Reihe kleinerer technologischer Mittheilungen.

Wir empfehlen dieses schätzbare Buch, das zugleich als Notizkalender benutzt werden kann, sowohl Gewerbtreibenden als solchen, die sich für Gewerbe und Industrie interessiren. Kr.

## Die Rigi-Eisenbahn mit Zahnradbetrieb.

Beschrieben von Prof. J. H. Kronauer.

Taf. 11—13.

Der Rigiberg, dessen 1800 Meter hoher Gipfel eine der grossartigsten Rundaussichten bietet und dessen elegante Hôtels gleichzeitig vielen hunderten von Gästen Aufenthalt gewähren, wird durchschnittlich im Jahre von ungefähr 40,000 Personen besucht. Die meisten derselben unternehmen die etwas mühsame Besteigung zu Fuss, eine sehr grosse Zahl bedient sich der etwas kostspieligen Pferde oder lässt sich tragen. Längst schon wurden Wünsche laut für die Anlegung bequemerer Wege; allein die Ausführung liess immer noch auf sich warten, bis auf einmal, zum Schrecken der Führer, Träger und Pferdehalter, das Projekt einer Eisenbahn auftauchte und in kurzer Zeit auch Fleisch und Bein gewann.

Als Gründer dieses kühnen Unternehmens ist Herr Ingenieur N. Riggenbach, Direktor der Centralbahn-Werkstätte in Olten, zu bezeichnen, welcher sich schon im Jahr 1863 ein System für Bergeisenbahnen mittelst Zahnstangenbetrieb in Frankreich brevetiren liess. Wenn auch das zur Veranschaulichung dieser Betriebsweise angefertigte Modell dazu diente, diesem neuen System manche Gönner zu verschaffen, so gelang es doch nicht, die nöthigen Mittel aufzubringen, um einen Versuch im grossen anzustellen. Erst als im Jahre 1868 aus Amerika der Bericht kam, es sei am Mount Washington, in der Nähe von Boston, eine derartige Bahn mit einer Steigung von 33 % in Ausführung begriffen, und nachdem durch einen tüchtigen Techniker diese Bahn genau untersucht worden war, traten die drei Ingenieure Riggenbach, Näff und Zschokke zusammen, um eine solche Bahn am Rigi zu etabliren. Sie erwarben zu Anfang 1869 von der Luzerner Regierung die Konzession zur Anlegung und zum Betriebe einer Eisenbahn an dem südlichen Abhange des Rigiberges, nämlich von Vitznau am Vierwaldstättersee bis an die Luzern-Schwyzerische Kantonsgrenze oberhalb des Kaltbades, mit Rücksichtnahme auf eine Fortsetzung (auf Schwyzerischem Gebiet) nach Rigikulm. Die Bildung einer Aktiengesellschaft stiess auf keine Schwierigkeiten und das erforderliche Aktienkapital von Fr. 1,250,000 wurde sofort gezeichnet.

Im November des gleichen Iahres wurde mit den Erdarbeiten begonnen und die Bahn würde ohne Zweifel bis im Spätsommer 1870 fertig geworden sein, wenn nicht in Folge des deutsch-französischen Krieges die Lieferung der Schienen (aus Frankreich) ins Stocken gerathen wäre. Der Unterbau indessen ist so viel wie vollendet und die kleinere, noch nicht beschiente Hälfte kann in kurzer Zeit beendigt werden, sobald das dazu erforderliche Schienenmaterial erhältlich sein wird.

Die Länge der Bahnstrecke beträgt 5340 Meter, die Niveaudifferenz zwischen den beiden Endpunkten 1200 Meter. Die Bahn beginnt in Vitznau nahe am Seegestade, zieht sich durch das Dorf mit einer Steigung von 0,067 und geht dann gegen die Wand der Rothfluh allmählig in die bedeutende Steigung von 0,25 über. Diese Steigung wechselt indessen auf der übrigen Strecke zwischen 0,18 und 0,25; immerhin aber kommt dieses Maximum der Steigung auf wohl einem Drittheil der ganzen Bahnstrecke vor. Der übrige Theil hat im Durchschnitt 0,21 Steigung. Alle auf der Bahn vorkommenden Curven haben 180 Meter Halbmesser.

Oberhalb der Rothfluh geht die Bahn durch einen in Nagelfluh gesprengten Tunnel von 75 Meter Länge und unmittelbar an dessen oberer Mündung über eine das 23 Meter tiefe Schnurtobel überschreitende Brücke von $76^m.50$ Länge. Etwas weiter oben schneidet die Bahn ziemlich tief in einen Felsenvorsprung ein und es hat diese Stelle, über deren Beschaffenheit man sich anfänglich etwas getäuscht hatte, eine bedeutende Verzögerung in dem Fortschreiten der Arbeiten verursacht. Von hier an aber zeigte sich das Terrain für die Anlage der Bahn ausserordentlich günstig.

Oberbau. Taf. 11. — Der Oberbau besteht aus Querschwellen *a* (Fig. 1—3) $2^m.40$ Länge, welche in Entfernungen von je $0^m.75$ in den Unterbau vollständig eingebettet und mit zwei darauf abgekämmten und mit ihnen verschraubten Längsschwellen *b* zu einer Leiter verbunden sind, welche bestimmt ist, die Bahnschienen *c* und die in der Mitte zwischen den letztern liegende eiserne Zahnstange *d e* aufzunehmen. Zur weitern Consolidirung jener Leiter dienen gemauerte Untersätze, welche in Entfernungen von ca. $75^m$ in den Bahnkörper auf eine Tiefe von $1^m.50$ (obere Seite) eingelassen sind. Jedes dieser Fundamente enthält zwei starke Quader, die um Schwellenhöhe über das Gemäuer vorstehen und sich an zwei auf einander folgende Schwellen anlegen. Auf diese Weise hofft man den Oberbau gegen allfällige Verschiebungen hinlänglich gesichert zu haben.

Die oben erwähnten Schienen haben die allgemein bei Eisenbahnen angenommene Spurbreite von $1^m.435$ und sind schwächer als gewöhnliche Eisenbahnschienen; sie wiegen pro laufenden Meter nur $16^2/_3$ Kilogramm. Die in der Mitte angebrachte Zahnstange *d e*, dient zum Eingriff von starken Zahnrädern aus Gussstahl, welche sich an jeder Axe der Locomotive, sowohl als an denjenigen des Personenwagens vorfinden. Sie besteht aus zwei [ förmigen gewalzten Schienen *d*, durch welche die schmiedeisernen Zähne *e* gesteckt sind. Die letztern haben $36^{mm}$ Höhe, unten $55^{mm}$ und oben $36^{mm}$ Breite; sie stecken mit abgedrehten, oben und unten etwas abgeplatteten Zapfen (Fig. 12. Taf. 13.) in den Wänden *d* und sind ausserhalb vernietet. Diese Zahnstange ist aus Stücken von je $3^m$ Länge zusammengesetzt und die Enden zweier solcher Stücke sind durch unterlegte und wohl verschraubte Platten mit

einander verbunden*). Besondere Schwierigkeiten machte die Herstellung der in die Curven von 180 Meter Radius fallenden Segmente dieser Zahnstange, bei welchen die Zähne convergirend angeordnet werden mussten.

An den beiden Endpunkten der Bahn sind Stationen, in der Mitte ihrer Länge eine Ausweichstelle angebracht. Da die Zahnstange die Anbringung von gewöhnlichen Wechseln unmöglich macht, so hat man die Ueberführung des Wagenzuges auf das Seitengeleise *c' c'* (Fig. 4 und 5) mit Hülfe einer beschienten um den Zapfen *f* drehbaren Brücke bewerkstelligt. Diese Brücke besteht aus zwei Wänden *g* aus doppel *T* Eisen, welche die Schienen $c^2$ tragen und unter sich durch die Bänder *h* zu einem soliden Rahmen verbunden sind. An drei Stellen ist dieselbe mit je zwei Rollen *i* versehen, welche auf bogenförmigen Schienenstücken *k* ruhen. Die Drehung dieser Brücke geschieht mittelst der Winde *l*, welche die mit derselben in einem Gelenke verbundene Zahnstange *m* in Bewegung setzt. Die Länge der Brücke beträgt $15^m$ und genügt, um die Locomotive und den einzigen Personenwagen aufzunehmen.

Brücke über das Schnurtobel. Taf. 12. — Diese schon früher erwähnte Brücke führt in einem Bogen von 180 Meter Radius und mit einer Steigung von 25% über das Schnurtobel, dessen Profil Fig. 6 zeigt. Sie besteht aus zwei Blechwänden *n n* (Fig 8), die unter sich durch horizontale *T* Eisen *o* und durch Flacheisenkreuze *p* verbunden sind. Die Flantschen der Blechwände sind mit $30^{cm}$ breiten Gurtungsplatten *q* belegt, welche gegen die Mitte jeder der drei $25^m,5$ breiten Brückenöffnungen zur vierfachen Stärke aufgeschichtet und mit einander vernietet sind. Ueber diese Wände sind die Schwellen *r* aus doppel *T* Eisen und auf letztere die Langschwellen *s* und *t t* für die Zahnstange *d e* und die Schienen *c c*, sowie die, zwei Trottoirs bildende Bohlen *u* gelegt. Die beiden Ränder der Brücke sind mit leichten eisernen Geländern *v* (Fig. 8 und 9) versehen.

Das untere Ende der Brücke stützt sich bei *w* auf einen Einschnitt in dem soliden Nagelfluhfelsen; das andere Ende ruht bei *z* auf Mauerwerk und findet hier den nöthigen Spielraum für die durch Temperaturveränderungen bebewirkten Ausdehnungen. Die Brücke wird ferner durch die beiden äusserst leicht aussehenden Pfeiler *a' a'* unterstützt, welche aus Doppel *T*- und Winkeleisen (Fig. 10 und 11) zusammengesetzt und auf steinernen Sockeln ruhend aufgestellt sind.

Die Locomotive (Taf. 13. Fig. 13) wurde von Hrn. Ingenieur Riggenbach in Olten construirt und in der dortigen Centralbahnwerkstätte gebaut. Die eigenthümliche Construktion derselben ist durch Verhältnisse, unter welchen sie zu wirken hat, bedingt. Der eiserne Gestellsrahrahmen *b'* ruht auf zwei Axen d' und *e'* und trägt in der Mitte einen stehenden Röhrenkessel *f'*, welcher so gestellt ist, dass er erst in eine vertikale Lage kommt, wenn die Bahn, auf welcher die Locomotive fährt, eine Steigung von ungefähr 19 % angenommen hat. Die aufrechte Stellung des Kessels musste desshalb gewählt werden, weil in einem liegenden Kessel die Differenz des Wasserstandes am vordern und hintern Ende in Bezug auf die Röhren bei der starken Steigung eine zu grosse geworden wäre; die schiefe Lage des Kessels zum Gestelle macht die auch bei dem stehenden Kessel eintretenden Differenzen weniger fühlbar. In Folge dieses Umstandes nimmt die Locomotive immer die gleiche Stellung zu der Bahnrichtung ein, d. h. es ist so wohl beim Hinauf-, wie beim Hinuntertahren immer dieselbe Seite der Locomotive bergaufwärts gerichtet.

Auf der bergabwärts gekehrten Seite befindet sich der Tender *g'*, bestehend aus einem auf dem Wagengestelle befestigten Wasser- und Kohlenkasten; am andern Ende ist ein aus Gitterwänden gebildeter Behälter *h*, für die Aufnahme des Gepäckes vorhanden.

An beiden Seiten der Locomotive ist je ein Dampf-Cylinder *i'* angebracht und dessen Kolbenstange auf gewöhnliche Weise mit der Kurbelaxe *k'* (Fig. 13 und 15) verbunden. Sie enthält ferner die Exzentriks *l'* und *m'* für die Coulissensteuerung, ist aber nicht, wie bei andern Locomotiven zugleich auch Radaxe, sondern steht mit der eigentlichen Locomotivaxe *d'* (Fig. 16) durch die Zahnräder *n' n'* und *o' o'* in Verbindung. Die Getriebe *n'* haben $0^m.2227$ Durchmesser und 14 Zähne, die Axenräder *o'* dagegen $0^m.6842$ Durchmesser und 43 Zähne. Da die Axe *d'* nicht den Bewegungen der Laufräder, sondern denjenigen der Triebaxe *k'* folgt, so hat man die Laufräder *p'* lose auf die Endzapfen derselben gesteckt und durch Schraubenmuttern am Abgleiten verhindert.

Auf der Mitte der Axe *d'* liegt das schon oben erwähnte Zahnrad *q'*, welches in die auf der Mitte der Bahn befindliche Zahnstange *d e* eingreift. Sein Durchmesser beträgt $0^m.6366$ und es besitzt 20 Zähne (von $49^{mm}$ Stärke auf dem Theilkreise), was einem Abstich von genau $0^m.10$ entspricht. Die Zähne sind nach Evolventen abgerundet und wirken mit möglichst geringer gleitender Treibung auf die Zähne *e* der Zahnstange, deren Querschnittsform aus Fig. 17 deutlich hervorgeht. Dieses Zahnrad ist es also, durch dessen Umtrieb die ganze Last auf der steilen Bahn befördert werden muss und welches desshalb auch aus vorzüglichem Gussstahl hergestellt wurde. Die Zähne desselben sind aus dem Ganzen gefräst und mit grosser Genauigkeit nach der richtigen Form gebildet.

Die andere Locomotivaxe *e'* trägt ebenfalls zwei lose Laufräder *r'* und in der Mitte ein festgekeiltes Zahnrad, wie dasjenige *q'* auf der andern Axe. Es erhält jedoch dasselbe keine selbstständige Drehung, sondern dient ausschliesslich als Sperrrad, wenn die Maschine angehalten werden soll. Zu diesem Behufe ist seine Axe mit zwei

*) Da der unterste Zahn jedes Zahnstangenstückes am meisten der Gefahr des Ausbrechens aus der Schiene in Folge eines Bruches der letztern ausgesetzt ist, so hat man Versuche angestellt, um zu bestimmen, welche Kraft zum Ausbrechen jenes Zahnes aus den Seitenwänden erforderlich sei. Beim ersten Versuche betrug die Entfernung vom Zapfenloche bis zu den Endflächen der Wände $28^{mm}$, gleich der Hälfte Zwischenraumes (ohne die Fuge) zwischen zwei Zähnen. Bei einem Drucke von 26 Tonnen (520 Centner) riss die Wand von der Mitte des Zapfenloches aus. — Man nahm hierauf ein anderes Zahnstangenstück, bei welchem die Entfernung vom Zapfenloche bis zur Endfläche $50^{mm}$ betrug. Die Bruchbelastung stieg hier auf 43 Tonnen (860 Centner). Im ersten Falle wär die sogenannte scheerende Widerstandsfähigkeit 3,95 Tonnen, im zweiten Falle dagegen 3,83 Tonnen pro Quad. Centimeter. In Folge dieser Wahrnehmung hat man die Stossfuge zweier Zahnstangenstücke nicht in die Mitte zweier Zähne, sondern $35^{mm}$ von dem obern, $26^{mm}$ von dem untern Zahne verlegt, wie die Fig. 12, Taf. 13 zeigt.

neben jenem angebrachten Bremsscheiben versehen, an welche die beiden Bremsbacken $s'$ durch die über dem Tender angebrachte Kurbel $t'$ und die verschiedenen Verbindungsstücke $u'$, $v'$, $w'$ etc. angepresst werden können. Auch auf der Triebaxe $k'$ (Fig. 15) hat man eine kleinere Bremsscheibe $x'$ befestigt, deren Backen von der Kurbel $y'$ aus regiert werden können. Die sämmtlichen Bremsscheiben (und dieses gilt auch von den später zu erwähnenden an den Axen des Personenwagens befindlichen) sind an ihrer Umfläche nicht glatt, sondern keilförmig gekerbt, wie aus Fig. 15 zu erkennen ist, und dieser Form entsprechend fügen sich die hölzernen Bremsbacken an. Dass auf diese Weise die Wirksamkeit der Bremsen bedeutend erhöht und nöthigenfalls jedwedes Gleiten verhindert werden kann, ist einleuchtend.

Der aus dem Kessel strömende Dampf, dessen Austritt durch das Oeffnen des Drosselventiles $a^2$ bewirkt wird, gelangt durch das bei $b^2$ gabelförmig nach beiden Cylindern abzweigende Rohr $c^2$ in die letztern; der abgehende Dampf wird durch das Rohr $d^2$ nach dem Blasrohr geführt. Es ist dies somit der bei Locomotiven gewöhnliche Vorgang und es findet derselbe beim Aufwärtsfahren statt. Ganz anders verhält es sich beim Abwärtsfahren und es tritt hier die wichtige Frage der Sicherstellung des Zuges gegen eine die Normalgeschwindigkeit überschreitende Beschleunigung auf. Es muss noch beigefügt werden, dass die Fahrgeschwindigkeit beim Auf- und beim Abwärtsfahren die nämliche, überhaupt eine verhältnissmässig geringe ist, denn sie beträgt nur eine Wegstunde (4800 Meter) in der Zeitstunde. Bei der Thalfahrt wird mittelst des Ventiles $a^2$ der Zutritt des Dampfes zu den Cylindern vollständig abgesperrt. Die Kolben laufen leer und es handelt sich nur darum, dieselben in ihrem Laufe so zu hemmen, dass ihre Rückwirkung auf das Zahnstangenrad $q'$ die Bewegung des letztern nach der erforderlichen Geschwindigkeit regulirt. Dieses geschieht nun durch atmosphärische Luft, welche von dem Kolben durch den untern Theil des Rohres $d^2$ angesogen und durch das Rohr $c^2$ wieder ausgestossen wird. Zu diesem Zwecke befindet sich an letzterm bei $e^2$ ein Ausströmungshahn, dessen Oeffnung so regulirt wird, dass die den Cylinder anfüllende Luft nur mit einem bedeutendem Widerstande ausströmen kann. Der Hohlraum der beiden Schieberkasten und der Röhre $c^2$ übernimmt dabei die Rolle eines Windkessels, indem die Spannung der Luft sich darin etwas ausgleicht. In den Cylindern findet vom Anfang gegen das Ende des Kolbenhubes natürlich eine sehr starke Zunahme der Spannung statt. Der Eintritt der Luft geschieht bei dem Kasten $f^2$, in welchem zwei Ventile $g^2$ und $h^2$ von $0^m.12$ Durchmesser sich befinden. Das eine derselben $g^2$ öffnet sich in den obern Theil des Rohres $d^2$ und gestattet den Durchgang des abgehenden Dampfes nach dem Blasrohr; das andere $h^2$ sitzt auf dem Boden des Kastens, öffnet sich in's Innere desselben und lässt atmosphärische Luft einströmen. Beide Ventile sind durch den Hebel $i^2$ so mit einander verbunden, dass wechselweise beim Oeffnen des einen das andere sich schliesst. Beim Ausströmen des Dampfes wird $g^2$ offen, $h^2$ geschlossen sein; beim Leerlaufen der Kolben — also beim Abwärtsfahren — findet das Umgekehrte statt. Die auf diesem natürlichen Wege entstehende Luftbremse wirkt ebenso kräftig als sicher, was durch vielfache Fahrten constatirt ist. Noch muss bemerkt werden, dass von dem Tender aus ein kleines Rohr nach den Cylindern unter die Muschelschieber Wasser führt, wenn abwärts gefahren wird. Dadurch bewirkt man einerseits eine Abkühlung und anderseits verhütet man das Trockenlaufen des Kolbens.

Schliesslich ist noch einer sehr wichtigen Vorrichtung zu erwähnen, welche das Entgleisen der Locomotive verhindert, im Fall ein fremdartiger Gegenstand zwischen die Zähne gerathen sein sollte. Es ist dieselbe in Fig. 14. Taf. 13 angedeutet und besteht aus 18 Centimeter breiten starken eisernen Winkelstücken $r^2$, welche vorn und hinten an der Locomotive befestigt sind und unter die obern Flantschen der Zahnstangenwände $d$ greifen mit horizontalem und vertikalem Spielraum von je $15^{mm}$.

Das Gewicht der Maschine mit beladenem Tender beträgt 12,500 Kilogramm.

Personenwagen. (Taf. 13. Fig. 18 und 19.) — Die Construktion dieser Wagen geht aus den Figuren deutlich hervor. Ueber den niedrigen Eingangsthüren sind dieselben ganz offen, um den Reisenden eine möglichst freie Aussicht zu gestatten. Neun Bänke zu je sechs Plätzen befinden sich im Innern des Wagens. Die eigenthümliche Form (Fig. 18) derselben gestattet ein bequemes Sitzen in allen Stellungen, welche der Wagen auf der Bahn anzunehmen genöthigt ist. Die Bänke bestehen aus je fünf leichten schmiedeisernen Rahmen, auf welche für den Sitz und die Rücklehne hölzerne Leisten aufgeschraubt sind.

Jede der beiden Wagenaxen $k^2$ (Fig. 19) ist mit zwei festgekeilten Laufrädern $l^2$, mit zwei gekerbten Bremsscheiben $m^2$, mit einem Zahnstangenrade $n^2$ und mit zwei Bremsvorrichtungen $o^2$ $p^2$ $q^2$ versehen. Mit Hülfe dieser letztern ist es dem Führer möglich, den Wagen an jeder beliebigen Stelle plötzlich anzuhalten, indem durch das Anziehen der Bremsen die Axen und somit die Räder $n^2$ unbeweglich gemacht und diese in der Zahnstange $d$ $e$ festgehalten werden.

Endlich muss noch bemerkt werden, dass zwischen Locomotive und Personenwagen keine Kuppelung stattfindet. Der letztere lehnt sich bloss an jenen an und befindet sich in beiden Fahrrichtungen natürlich immer bergaufwärts der Locomotive.

Bei genauer Prüfung der sämmtlichen Anordnungen wird man gestehen müssen, dass nicht nur das Terrain für die Bahnanlage vortrefflich ausgewählt wurde, sondern auch alle übrigen Einrichtungen mit einer Sorgfalt getroffen sind, die volle Beruhigung für einen sichern und möglichste gefahrlosen Betrieb gestattet. Wie sich die Bahn selbst, bei deren Anlage möglichste Solidität angestrebt wurde, namentlich gegenüber den Witterungseinflüssen, Bodenbewegungen etc. bewähren wird, mag die Zukunft lehren. Da dieselbe indessen nur während der trocknen Jahreszeit, höchstens während sechs Monaten, befahren werden wird, so hat man natürlich alle Zeit, allfällig eingerissene Schäden wieder auszubessern. Die grösste Sicherheit aber dürfte in der sehr geringen Fahrgeschwindigkeit, sowie in dem Umstande zu suchen sein, dass der Zug und zudem der Personenwagen für sich plötzlich angehalten werden kann.

## Technische Literatur.

Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie; von Dr. Rudolf Wolf, Professor in Zürich. I. Bd., Zürich 1870, Verlag von Friedr. Schulthess. Mit der Herausgabe dieses Werkes ist der Verfasser seinem in der 4. Auflage seines bekannten und viel benutzten »Taschenbuches« gegebenen Versprechen nachgekommen: demselben ein Handbuch folgen zu lassen, das ausser dem Inhalte des Taschenbuches und den sein Verständniss erläuternden Entwicklungen und Beispielen, auch sonst vielfache Zusätze und historisch-literarische Notizen enthalten soll.

Es liegt weder in unserer, noch in der Stellung dieser Zeitschrift, eine eingehende Kritik dieses Werkes zu geben. Wohl aber wollen wir gerne auf die Bedeutung desselben für das Studium der mathematischen Wissenschaften hinweisen. Es gehört schon ein nicht geringer Grad von Muth dazu, in ein zweibändiges Werk nur das wesentlichste jener Wissenschaften unterbringen zu wollen. Ob dies in dem vorliegenden die Arithmetik, Geometrie, Mechanik und Physik umfassenden Bande in einer allen Erwartungen entsprechenden Weise durchgeführt ist, mögen competentere Richter entscheiden. Auf einen Umstand aber möchten wir hindeuten, der nach unserm Erachten dem Werke einen ganz besonders hohen Werth verleiht, nämlich auf die äusserst reichhaltigen und interessanten literarhistorischen Bemerkungen, welche dem Inhalte des Buches den Charakter eines Abrisses der Geschichte der Mathematik zukommen lassen.

Möge dieser mit so grossem Fleisse und dem unermüdlichen Bestreben nach Vollständigkeit unternommenen und durchgeführten Arbeit die verdiente Anerkennung folgen. Kr.

---

Die Grundzüge des graphischen Rechnens und der graphischen Statik; von Karl v. Ott, Professor am k. deutschen Landespolytechnikum in Prag. Prag 1871. Verlag der J. G. Calve'schen k. k. Univ.-Buchhandlung.

Diese kleine Schrift hat den Zweck, in gemeinfasslicher Form die Schüler polytechnischer Anstalten, sowie Bautechniker mit der Tendenz des ausgezeichneten Werkes über graphische Statik von Professor Culmann (am eidg. Polytechnikum in Zürich) bekannt zu machen und dieselben in diesen neuen, noch viel zu wenig bekannten Zweig der technischen Wissenschaften einzuführen. Kr.

---

Die Konstruktion der Walzenkaliber. Eine von dem Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen gekrönte Preisschrift; von R. Daelen, Eisenwerkbesitzer in Geerdt bei Neuss. Mit 11 Tafeln. Berlin 1870, Nicolai'sche Verlagsbuchhandlung.

Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit der Bestimmung der Kaliber in den für die Herstellung des in den Handel kommenden Façoneisens, welche Bestimmung in der neuesten Zeit so bedeutende Fortschritte gemacht hat, sind in dem vorliegenden Werke eine Reihe von praktischen Regeln aufgestellt, welche es ermöglichen, ein gegebenes Profil — den physikalischen und chemischen Eigenschaften der verschiedenen Eisensorten entsprechend — mit ökonomischem Vortheil herzustellen. Es wird somit diese Schrift, welche die vollständige Sachkenntniss des Herrn Verfassers beurkundet, den Hüttenwerkbesitzern eine willkommene Erscheinung sein. Kr.

---

Der Drechsler der Neuzeit. Musterblätter der modernsten Drechslerarbeiten etc.; entworfen und gezeichnet von August Gräf, Zeichnenlehrer. Zweite Sammlung mit 36 Tafeln. Weimar 1871. Verlag von B. F. Voigt. — Diese zweite Sammlung reiht sich der ersten im Jahre 1867 erschienenen in würdiger Weise an. Das über jene gefällte günstige Urtheil (s. Band 12, S. 164 dieser Zeitschrift) gilt auch für dieses neue Heft und es kann auch dieses sowohl zu Vorlagen beim Zeichnen, als zu praktischen Nachahmungen bestens empfohlen werden. Kr.

---

Katechismus der Einrichtung und des Betriebes der Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen im Allgemeinen; von Professor Georg Kosak. Wien 1870. Verlag von Lehmann & Wentzel.

Die in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen Katechismen, welche in Frage und Antworten technische Gegenstände behandeln, haben durch vorliegendes Büchlein eine nicht unwesentliche Bereicherung erhalten. Es ist dasselbe zum Gebrauche für Techniker, Industrielle, Landwirthe, Maschinenwärter und Gewerbeschulen etc. bestimmt und dürfte seinem Zwecke, durch klare und leicht fassliche Anleitung die nöthigen Kenntnisse zu verbreiten, vollkommen entsprechen. Kr.

---

Stühlen's Ingenieur-Kalender pro 1871 (Verlag von Baedecker in Essen) hat seinen Inhalt auch jetzt wieder in mehreren Punkten verbessert und namentlich das Metermass in noch ausgedehnterer Weise in Anwendung gebracht. Kr.

---

Taschenbuch für Maurer-, Steinmetz-, Zimmermeister, Mühlärzte, Bauhandwerker überhaupt, Wiesenbaumeister, Fluss- und Dammwarte, Werkmeister und Parliere, von Heinrich Grebenau, k. bayr. Baubeamten und Lehrer an der Baugewerkschule in München. Erster (theoretischer) Theil. 5. Auflage. München 1871. Verlag der J. Lindauer'schen Buchhandlung.

Dieses voluminöse Taschenbuch, dessen erster Theil allein 600 Seiten umfasst, enthält Alles, was in die elementare Arithmetik, Geometrie, Physik, Mechanik etc. etc. einschlägt. Die darin befolgte Methode, sowie die Definitionen, Beweise etc. dürfen sich aber denjenigen nicht an die Seite stellen, welche wir in mehreren in der neueren Zeit erschienenen vorzüglichen Lehrbüchern für Handwerker- und Fortbildungsschulen zu finden gewohnt sind.

## Ueber die Wirkung des Blasrohr-Apparates bei Locomotiven mit conisch-divergenter Esse.

Von Dr. Gustav Zeuner,
Professor am eidg. Polytechnikum.

Kurz nach dem Erscheinen meines Buches: »Das Locomotiven-Blasrohr.*) Experimentelle und theoretische Untersuchungen über die Zugerzeugung durch Dampfstrahlen und über die saugende Wirkung der Flüssigkeitsstrahlen überhaupt,« (Zürich 1863) wurde bekannt, dass fast gleichzeitig mit mir die Herren Nozo und Geoffroy in Frankreich unter Leitung von Petiet, sowie Herr Prüsmann in Deutschland Versuche angestellt hatten, um die merkwürdige und höchst interessante Wirkung des Blasrohr-Apparates der Locomotiven näher zu prüfen und die Gesetze zu ermitteln, denen die hierbei stattfindenden Vorgänge unterworfen sind. Der Versuchsapparat der genannten Experimentatoren unterschied sich fast nicht von dem meinigen, den ich in dem oben bezeichneten Buche beschrieben und in Abbildung gegeben habe, doch datiren meine Versuche schon aus dem Jahre 1858 und der erste Bericht über denjenigen Theil derselben, die in meinem Buche als Vorversuche bezeichnet wurden, findet sich bereits in der »Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich.« 3. Jahrgang 1858.**)

Die Versuche von Nozo und Geoffroy wurden Ende des Jahres 1860 begonnen***) und in jene Zeit fallen wohl auch diejenigen von Prüsmann; die ersteren Versuche sind ziemlich umfangreich, doch ergaben sie in allen Haupttheilen Resultate, die nicht blos durch meine eignen Experimente damals festgestellt waren, sondern auch in meinem Buche schon theoretisch begründet wurden. Anders ist es mit den Versuchen von Prüsmann; während die Versuche von Nozo und Geoffroy, sowie die meinigen unter der ausdrücklichen Annahme ausgeführt wurden, dass man es mit einer cylindrischen Esse zu thun habe, wie sie damals noch an allen Locomotiven vorkam, wurde Prüsmann darauf geführt, dass es zwar, wie wir schon fanden, einen vortheilhaftesten Essendurchmesser gäbe, bei welchem die Depression der Luft in der Rauchkammer der Locomotiven und daher die angesaugte Luftmenge, also der Zug, ein Maximum sei, dass aber eine weitere Erhöhung der Zugwirkung hervorgebracht werden könne, wenn man die Esse nach oben hin allmälig erweitere, also eine conisch-divergente Esse anwende.

Die Resultate seiner Versuche veröffentlichte Prüsmann nicht, sondern sagte nur, dieselben seien viel ausgedehnter als die meinigen; wie weit das der Fall ist, und ob diese Versuche irgend ein Ergebniss meiner theoretischen Behandlung befestigen oder lockern, lässt sich daher nicht beurtheilen. Nach dem aber, was Rosenkranz*) über die Prüsmann'sche Esse veröffentlicht, und nach meinen eignen weiteren theoretischen Untersuchungen, auf deren Resultate ich im Folgenden eintreten will, muss ich annehmen, dass bezüglich der Hauptfragen etwas meinen Angaben Widersprechendes nicht hervorgetreten sein kann. Prüsmann hat unstreitig das Verdienst, zuerst darauf hingewiesen zu haben, dass den früher gebräuchlichen cylindrischen Essen conisch-divergente Essen vorzuziehen sind, da sie einen stärkern Zug geben und daher die Anwendung einer grössern Blasrohrmündung gestatten, was dann den Vortheil bietet, dass der Rückdruck des Dampfes am Kolben herabgezogen wird. Sofort nach dem Bekanntwerden des Prüsmann'schen Vorschlages erweiterte ich meine theoretischen Entwicklungen in entsprechender Weise und fand, wie sich auch vorher schon nach bekannten hydraulischen Sätzen erwarten liess, die Vortheile conisch-divergenter Essen vollkommen begründet; im Weitern aber stellte sich das befriedigende Resultat heraus, dass die Formeln, durch welche ich früher die Gesetze der Wirkung des Blasrohrapparates darstellte, durch Hinzufügung der Neuerung weder in ihrer Form verändert, noch complicirter werden. Wenn ich hier und in der Folge von einer conisch-divergenten Esse spreche, so soll damit übrigens nicht gemeint sein, dass meine Sätze nur für einen geraden Kegel gelten; denn theoretisch ist das gleichgiltig; aus den Mittheilungen von Rosenkranz (a. o. O.) wäre allerdings zu schliessen, dass Prüsmann als Erzeugungslinie des Kegels eine Curve, statt der Geraden, als vortheilhafter gefunden haben will.

Rosenkranz spricht sich über diesen Punkt (wegen der Patentirung) sehr geheimnissvoll aus, aber gerade hier liegt die Sache offen. Nach hydraulischen Sätzen kommt es auf die Art und Weise der Erweiterung der Esse nach oben hin gar nicht oder wenigstens nur in ganz untergeordnetem Masse an, wenn nur die Erweiterung allmälig erfolgt, sodass man sicher ist, dass der Dampf-, Luft- und Gasstrom sich an die innere Wandung der Esse überall anlegt.

Ich glaube daher, und weil sich die bessere Wirkung conischer Esse ganz gut aus physikalischen und mechanischen Gründen erklären und feststellen lässt, dass sich die Prüsmann'schen Versuchsergebnisse, die eben geheim gehalten werden, nur auf die grösste zulässige Erweiterung der Esse nach oben hin und auf einige Nebenfragen beschränken werden. Im Uebrigen aber werden sie eine Bestätigung der früheren und der folgenden Ergebnisse meiner theoretischen Entwickelungen enthalten.

Mir kommt es mehr auf die Feststellung der Gesetze an, denen die Vorgänge am Blasrohrapparate unterworfen sind, und hierbei treten die Versuche, zunächst wenigstens, in den Hintergrund; sie gewinnen erst Bedeutung zum Nachweis der Richtigkeit der theoretischen Betrachtungen und hierzu sind meine eignen Versuche ganz vollständig hinreichend.

Die Hauptergebnisse meiner älteren Untersuchungen, auf die zuerst noch einmal zurückgewiesen werden soll, waren

*) Da im Texte mehrfach auf das Werk verwiesen werden muss, so soll in der Folge dasselbe kurz mit L. B. bezeichnet werden. (Im Französischen auszugsweise bearbeitet von Piron „De l'échappement des Locomotives." Paris. Dunod. 1864.

**) Im Auszuge im Civilingenieur (Literatur- & Notizblatt) B. V. S. 23.

***) Mémoires et Compte rendu des travaux de la Soc. des Ingénieurs Civils, 2. Sér. 16. ann. S. auch: Civilingenieur B. X. S. 271, sowie im Auszuge im „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens." B. I. S. 215.

*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. B. IX. S. 67 u. 117.

in zwei Formeln enthalten; die eine Formel ergiebt die mittlere Luftverdünnung in der Rauchkammer der Locomotiven bei gewisser mittlerer Blasrohrpressung und die andere Gleichung ergibt die Luftmenge, welche durch eine gewisse Dampfmenge angesaugt wird.

Es sei:

$F$ der Querschnitt der Blasrohrmündung,

$F_1$ der Querschnitt der Esse, die wir zunächst als cylindrisch voraus setzen,

$F_2$ die Summe der Querschnitte sämmtlicher Feuerröhren des Kessels,

$\xi$ der Ueberdruck der äussern Atmosphäre über den Druck in der Rauchkammer,

$h$ der mittlere Blasrohrüberdruck, d. h. der Ueberdruck über den äussern Atmosphärendruck; die letzteren beiden Werthe in gleicher Weise z. B. in Quecksilbersäule gemessen.

Ferner sei:

$L$ die Luftmenge und $D$ die Dampfmenge, die zum Herbeisaugen der ersteren dem Blasrohre entströmt, beide Werthe in Kilogrammen gemessen;

$\alpha$, $\beta$ und $\mu$ seien gewisse Versuchswerthe, über deren Bedeutung im Folgenden sogleich Weiteres gesagt werden soll; führt man dann noch für die Querschnittsverhältnisse folgende abkürzende Bezeichnung ein:

$$\frac{F_1}{F} = m; \quad \frac{F_2}{F} = n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

so ergaben meine theoretischen Entwickelungen*) die folgenden beiden Fundamentalgleichungen:

$$\xi = \frac{\alpha (m - 1) h}{m^2 - \alpha (m - 1) + \beta n^2} \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\frac{L}{D} = \sqrt{\frac{n^2 (m - 1)}{\mu m^2 + n^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

und diese Gleichungen geben Aufschluss über alle Vorgänge am Blasrohrapparate mit cylindrischer Esse. $\alpha$ ist ein Verhältnisswerth, der fast ausschliesslich nur von den Widerständen in der Blasrohrmündung und vom Blasrohrdruck abhängt; er ändert sich aber nach meinen Versuchen so langsam mit dem Dampfdrucke im Blasrohr, dass man bei Locomotiven dafür ganz unbedenklich einen constanten Mittelwerth und zwar den Werth 1,663 in die Rechnungen einführen kann. Die Anwendung dieses Mittelwerthes führt nicht nur, wie sich unten zeigen wird, für die Depression der Luft in der Rauchkammer der Locomotiven auf Werthe, die vortrefflich mit den Erfahrungen übereinstimmen; sondern der angegebene Zahlenwerth leitet sich auch aus meinen Versuchen am Versuchsapparate als Mittelwerth für die gewöhnlichen mittleren Blasrohrpressungen ab (L. B. S. 121. Tab. XII.)

Die beiden anderen Grössen $\beta$ und $\mu$ sind auch Verhältnisswerthe und stehen zu einander in der Beziehung:

$$\mu = \frac{1}{\beta}.$$

*) Vergl. L. B. S. 155. Die oben im Text gegebenen Formeln unterscheiden sich von jenen nur durch eine vereinfachte Bezeichnung der Constanten; wo dort $\frac{2}{\alpha}$ und $\frac{2\beta}{\alpha}$ steht, wurde oben im Text einfach geschrieben, resp. $\alpha$ und $\beta$. Der oben eingeführte Werth $\mu$ hat nach jener Bezeichnung die Bedeutung $\alpha : 2\beta$.

Man hat es also eigentlich nur noch mit einem Versuchswerthe $\mu$ zu thun; in der obigen Formel (2) wurde für den reciproken Werth der Buchstabe $\beta$ nur eingeführt mit Rücksicht auf den Bau der Formel. Der Werth $\mu$ ist nun nach den Entwickelungen ausschliesslich nur abhängig von den Widerständen, welche die Luft auf ihrem Wege durch den Rost, das Brennmaterial und die Feuerröhren hindurch nach der Rauchkammer hin zu überwinden hat; er wächst mit den Widerständen und ist also vorzugsweise abhängig von der Grösse des Rostes und der Spaltenquerschnitte, von der Stellung der Klappe am Aschenfall, von der Art des Brennmateriales und der Höhe der Brennstoffschicht, von der Länge, Weite und Anzahl der Feuerröhren und endlich von der Temperatur mit der die Feuergase in die Rauchkammer treten. Bei der ersten Ueberlegung scheint das den Werth der Formel (3) sehr zu beeinträchtigen und doch ist es nicht der Fall; mit Rücksicht auf die so überaus complicirten Vorgänge ist es vielmehr überraschend, dass die Hauptdimensionen, die Querschnittsverhältnisse, in solch einfacher Form in der Schlussgleichung auftreten, dass man mit Leichtigkeit deren Einfluss auf die Zugwirkung verfolgen kann und dass im Weitern nur ein einziger Werth ($\mu$) übrig bleibt, dessen Bestimmung durch Beobachtungen erfolgen muss.

Endlich ist auch hervorzuheben, dass bei der Gleichartigkeit im Bau und der Dimensionengebung der hier in Betracht kommenden Haupttheile der Locomotiven der Versuchswerth $\mu$ beim gewöhnlichen Betriebe keineswegs starken Aenderungen unterworfen zu sein scheint; als mittlern Werth nehme ich nach neuern Vergleichungen $\mu = 6$ an und es wird nun den Beobachtungen vorbehalten bleiben, zu bestimmen, zwischen welchen Grenzen der Werth beim gewöhnlichen Locomotivenbetrieb etwa variirt.

Nach diesen Vorbereitungen gehe ich nun dazu über, die Resultate meiner Untersuchungen über die Wirkung conisch-divergenter Essen anzugeben; eine Entwickelung der Formeln unterlasse ich an dieser Stelle, theils weil die Rechnungen sehr umfänglich sind, theils weil es auch im Grunde nicht schwierig ist, die mathematischen Entwickelungen, die ich im »Locomotivenblasrohr« gegeben habe, in der genannten Richtung zu erweitern.

Es sei:

$F_1$ der untere Querschnitt der Esse, d. h. ihr Querschnitt dort, wo sie am stärksten zusammengezogen ist, da ich mir vorstelle, der unterste Theil, mit welchem die Esse auf die Rauchkammer aufgesetzt ist, sei wieder etwas erweitert, um den Zutritt der Feuergase zu erleichtern;

$F_0$ sei der oberste, also ihr grösster Querschnitt, dann zeigt die Theorie, dass der Grad der Conicität der Esse durch einen Werth $\lambda$ sich bemessen lässt, der sich durch die Formel:

$$\lambda = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{F_1^{\,2}}{F_0^{\,2}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

bestimmt.

Man ersieht aus dieser Formel, dass $\lambda$ zwischen zwei Grenzen eingeschlossen ist; der eine Grenzwerth ist $\lambda = 1$ für die cylindrische Esse, weil für diese $F_1 = F_0$ ist;

der andre Grenzwerth ist $\lambda = 0{,}5$ und zwar folgt dieser für $F_0 \doteq \infty$, d. h. wenn sich die Esse nach oben hin in's Unendliche erweitert, wobei natürlich auch an eine unendlich lange Esse gedacht werden muss. Man ersieht aber doch daraus, dass je nach der Conicität der Esse der Werth $\lambda$ jederzeit zwischen 0,5 und 1 liegt.

Der Fall, dass sich die Esse nach oben hin verengt, also $\lambda > 1$ ist, wird zwar durch die folgenden Formeln nicht ausgeschlossen, kommt aber für uns nicht in Betracht, weil solche Essen eine schlechtere Wirkung, als cylindrische geben würden.

Bemerkenswerth ist noch, dass in Gl. (4) die Essenlänge nicht erscheint; die hydrodynamischen Grundgleichungen sagen eben nur aus, dass die Länge nicht in Betracht kommt, so lange sich der Flüssigkeitsstrahl bei conischen Erweiterungen überall anlegt; sie verlassen uns aber, wenn die Frage beantwortet werden soll, bei welcher Conicität die Ablösung des Strahles von der Wandung erfolgt; in unserm Falle muss es also Versuchen anheim gegeben werden, zu bestimmen, wie weit man bei den gewöhnlichen Essenlängen der Locomotiven mit der Erweiterung gehen darf.

Behalte ich nun die bei Formel (2) und (3) angegebene Bezeichnung bei, indem ich von jetzt an in dem Verhältnisswerthe $m$ unter $F_1$ den engsten Querschnitt der Esse verstehe, so ändern sich die genannten Formeln für die conisch-divergenten Essen in Folgende um:

$$\xi = \frac{\alpha (m - \lambda) h}{m^2 - \alpha (m - \lambda) + \beta \lambda n^2} \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{I})$$

$$\frac{D}{L} = \sqrt{\frac{n^2 (m - \lambda)}{\mu m^2 + \lambda n^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{II})$$

Schon die oberflächlichste Betrachtung zeigt nun hier, dass für $\lambda = 1$ die Gleichungen (2) und (3) für cylindrische Essen wieder erscheinen, dass aber, sobald $\lambda < 1$ ist, wenn man es also mit einer conisch-divergenten Esse zu thun hat, sowohl die Depression der Luft in der Rauchkammer ($\xi$), wie auch die angesaugte Luftmenge ($L$) unter sonst gleichen Verhältnissen grösser ausfällt; denn die Versuchsconstanten $\alpha$, $\beta$ und $\mu$ haben dieselbe Bedeutung und dieselben Mittelwerthe, wie früher; die Prüsmann'schen Essen sind also wirklich empfehlenswerth.

Es mag nun auf eine nähere Discussion der obigen Gleichungen eingegangen werden, um zu zeigen, wie vortrefflich dieselben nicht nur Alles wiedergeben was über die Wirkung des Blasrohrapparates nach Erfahrungen bekannt ist, sondern dass sie auch noch weit darüber hinaus helles Licht auf die Vorgänge bei der Zugerzeugung der Locomotiven werfen. Ich habe zwar schon in meinem Buche die Hauptfragen beleuchtet, doch lassen sich jetzt die Betrachtungen auch auf die Wirkung conischer Essen erweitern.

Zuerst mag, Allem voran, die merkwürdigste und wichtigste Eigenschaft der Blasrohrvorrichtung wiederholt hervorgehoben werden. Nach Gl. II ist die angesaugte Luftmenge der austretenden Dampfmenge direct proportional, der Apparat wirkt also automatisch. Je mehr die Locomotive Dampf braucht und ausstösst, je mehr also Dampf im Kessel erzeugt und Brennmaterial auf dem Roste verbrannt werden muss, um so grösser fällt, von selbst, die angesaugte Luftmenge aus; unsere Regulirungsvorrichtungen, die veränderliche Blasrohrmündung (Veränderung von $F$ also von $m$ und $n$) oder die Klappe am Aschenfall (Veränderung von $\mu$) dienen also nur dazu, Unregelmässigkeiten in der Heizung auszugleichen. Weiter ist bei der Locomotivmaschine, wie bei allen Dampfmaschinen die verbrauchte Dampfmenge der Arbeit der Maschine proportional und daher ist das gleiche mit der angesaugten Luftmenge der Fall. Ist $R$ der Trainwiderstand und $w$ die Geschwindigkeit der Maschine und des Trains auf der Bahn, so ist weiter die Maschinenarbeit nahezu der Arbeit $Rw$ des Trainwiderstandes proportional; daraus folgt, dass bei unveränderlicher Geschwindigkeit die Luftmenge in gleichem Maasse, wie der Trainwiderstand wächst oder ist dieser constant, so ändert sich die angesaugte Luftmenge proportional der Geschwindigkeit des Trains, immer vorausgesetzt, dass die Regulirungsapparate nicht gleichzeitig in Thätigkeit gesetzt werden, also keine Aenderungen der Grössen auf der rechten Seite der Gl. II stattfinden.

Drückt man die verbrauchte Dampfmenge durch die Cylinderdimensionen, das Expansionsverhältniss, den Dampfdruck und die Kolbengeschwindigkeit aus, so lässt sich weiter, wie es schon im »Locomotivenblasrohr« geschehen ist, aus derselben Gleichung auf gewisse Beziehungen zwischen der Luftmenge und den genannten Grössen schliessen.

Ein weiteres wichtiges Resultat ergibt Gl. I, dass nämlich die Depression der Luft in der Rauchkammer ($\xi$) dem Blasrohrüberdrucke nahezu proportional ist; ich sage nahezu, weil der Versuchswerth $\alpha$ sich, wenn auch sehr langsam, mit dem Blasrohrdrucke ändert. Die Richtigkeit dieses Satzes ist zuerst durch meine Versuche am Versuchsapparate, dann aber von Nozo und Geoffroy an Locomotiven direct, bestätigt gefunden worden; der Satz steht übrigens zu dem vorhergehenden in enger Beziehung.

Ferner ergibt sich aus Gl. II ein Satz, der für die Praxis von Wichtigkeit ist, auf den ich zuerst durch meine Versuche geführt wurde, und der später von Nozo und Geoffroy, sowie von Prüsmann bestätigt wurde. Es existirt nämlich für einen vorgeschriebenen Werth $F$ der Blasrohrmündung und des Querschnittes $F_2$ aller Feuerröhren, sowie, wie ich jetzt hinzufügen kann, für eine vorgeschriebene Conicität $\lambda$ der Esse ein vortheilhaftester Essenquerschnitt $F_1$ (auf die engste Stelle bezogen), bei welchem die Zugwirkung ein Maximum ist.

Differentiire ich den Ausdruck unter der Wurzel in Gl. II in Hinsicht auf $m$ und setze ich den Differentialquotienten Null, so ergibt sich nach einfacher Rechnung der vortheilhafteste Werth von $m$ durch die Gleichung:

$$m = \lambda + \sqrt{\lambda^2 + \lambda \beta n^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (\mathrm{III})$$

Dasselbe Resultat erhält man auch aus Gl. (I), wenn man aus derselben $m$ unter der Voraussetzung bestimmt, dass die Depression der Luft in der Rauchkammer ein Maximum werde.

Ich komme unten auf die Anwendung dieser Formel, die ich schon in meinem Buche unter der Voraussetzung $\lambda = 1$ gegeben habe, zurück; zunächst will ich durch eine Reihe von Zahlenbeispielen die gegebenen Gleichungen prüfen.

1) Im »Guide du mécanicien« von Le Chatelier, Flachat, Petiet und Polonceau, sowie in Redtenbacher's »Gesetze des Locomotivbaues« finden sich in einer Tabelle die Hauptdimensionen von 18 Locomotiven angegeben, sämmtlich mit cylindrischen Essen und variablen Blasrohrquerschnitten versehen.

Ich finde nun als Mittel aller Angaben:

| | | | |
|---|---|---|---|
| die Summe aller Querschnitte der Feuerröhren . . . . . | | $F_2 = 0{,}225$ | Qu.-Met. |
| den Querschnitt der Esse . . . | | $F_1 = 0{,}100$ | » |
| den Querschnitt der Blasrohrmündung | Maximum | $F = 0{,}012$ | » |
| | Mittel | $= 0{,}008$ | » |
| | Minimum | $= 0{,}004$ | » |

Daher finden sich nach Gl. (I) die Verhältnisse $m$ und $n$ beim:

Maximum, Mittel, Minimum der Blasrohrmündung:

$$m = \frac{F_1}{F} = 8{,}33\,;\quad 12{,}50\,;\quad 25{,}00\,:$$

$$n = \frac{F_2}{F} = 18{,}75\,;\quad 28{,}12\,;\quad 56{,}25\,;$$

Ueberdiess ist $\lambda = 1$, weil die Essen cylindrisch sind: setze ich nun nach obigen Angaben $\alpha = 1{,}663$; $\mu = 6$ also $\beta = \frac{1}{6}$ so ergeben die Gl. I und II beim

Maximum, Mittel, Minimum des Blasrohrquerschnittes:

$$\frac{\xi}{h} = \frac{1}{9{,}5};\quad \frac{1}{14};\quad \frac{1}{28}.$$

$$\frac{L}{D} = 1{,}831\,;\quad 2{,}291\,;\quad 3{,}314.$$

Aus den letzteren Zahlenwerthen erkennt man deutlich die Verstärkung der Luftverdünnung und der angesaugten Luftmenge mit allmäliger Verengung des Blasrohrquerschnittes. Die mittleren Werthe entsprechen genau den bekannten Thatsachen, denn nach Clark's Angaben hat man von jeher die Depression in der Rauchkammer 1 : 14 vom mittlern Blasrohrdrucke gesetzt und hierbei würde also nach unserer Rechnung dem Gewichte nach 2,291 Mal so viel Luft angesaugt, als in gleicher Zeit Dampf ausströmt; das entspricht aber gleichfalls den Erfahrungen, denn man rechnet auf 1 Kilogr. Cokes und Steinkohlen 7 Kilogr. Dampf und 16 Kilogr. Luft, wonach:

$$\frac{L}{D} = 2{,}284$$

wäre, was gut genug stimmt. Es könnte hier allerdings eingehalten werden, dass von meiner Seite der Coefficient $\mu$ eben so gewählt worden sei, dass die Uebereinstimmung erfolgt; das ist richtig und daher muss die Formel mit den angenommenen Versuchsconstanten noch weiterer Prüfung unterworfen werden.

2) Es soll untersucht werden, ob der Essenquerschnitt $F_1$ der genannten Locomotiven theoretisch genommen auch der zweckmässigste ist, derjenige, bei welchem das Maximum des Zuges stattfindet.

Da die Essen cylindrisch sind, so ist in Gl. III $\lambda = 1$ zu setzen; man erhält:

$$m = 1 + \sqrt{1 + \beta n^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Nun ist bei den 18 Locomotiven im Mittel nach Obigem $n = \frac{F_2}{F} = 28{,}12$; setze ich wieder $\mu = 6$, also $\beta = \frac{1}{6}$, so folgt für den besten Essenquerschnitt aus der letzten Formel:

$$m = \frac{F_1}{F} = 12{,}5,$$

was genau der Werth ist, den auch die Abmessungen nach Obigem im Mittel ergeben haben.

Man ersieht daraus, dass die Praxis durch Probiren auf den richtigsten Werth von $m$ gelangt ist.

Die Frage nach dem vortheilhaftesten Essenquerschnitt haben Nozo und Geoffroy durch besondere Versuche an einer Locomotive zu lösen gesucht.*)

Die Blasrohrmündung war unveränderlich und hatte einen Durchmesser, von 0,110 Meter, also $F = 0{,}009503$ Quadratmeter Querschnitt.

Sie experimentirten mit 7 Essen von verschiedenen Durchmessern, alle von gleicher Länge und beobachteten während jeder einzelnen Fahrt wiederholt den Blasrohrdruck und die Depression in der Rauchkammer; sie trugen dann den Blasrohrdruck als Abscissen, die Depression als Ordinaten auf und erhielten so 7 Curven. Obgleich nun wegen der Schwierigkeit der Beobachtungen die einzelnen Punkte jeder Curve etwas unregelmässig vertheilt sind, so erkennt man doch auf den ersten Blick,**) dass die Curven im Grunde genommen gerade Linien sind, wie Gl. I behauptet, nach welcher die Depression dem Blasrohrüberdrucke proportional ist.

Nozo und Geoffroy fanden nun, dass die der Esse Nr. 4 der folgenden Zusammenstellung entsprechende Curve die oberste Lage einnimmt, und schliessen daraus, dass diese Esse die vortheilhafteste sei, natürlich nur für die betreffende Locomotive bei dem angewendeten Blasrohrquerschnitte.

Leider findet sich in ihrer Abhandlung nicht die Summe der Querschnitte der Feuerröhren angegeben, ich kenne daher für die betreffende Locomotive den Werth $n$ nicht, sonst könnte ich nach Gl. III resp. Formel (5) sogleich den besten Essenquerschnitt für diese Locomotive bestimmen und mit dem Versuchsresultate vergleichen. Nichtsdestoweniger kann ich aber doch die Angaben von Nozo und Geoffroy verwerthen und zeigen, wie vortrefflich meine Formeln diese Versuchsresultate wiedergeben.

Für die beste Esse Nr. 4 ist $m = 11{,}45$; da nun die Essen cylindrisch waren, so gilt hier Gl. 5 und aus dieser folgt umgekehrt

$$\beta n^2 = m\,(m - 2)$$

oder

$$\beta n^2 = 108$$

für jene Locomotive; setze ich wie früher $\beta = \frac{1}{6}$ so folgt

$$n = \frac{F_2}{F} = 25{,}456$$

und daher schliesse ich bei dieser Locomotive die Summe der Querschnitte aller Feuerröhren $F_2 = 0{,}24191$ Quadratmeter betragen haben mag, weil nach Obigem $F = 0{,}009503$ war.

*) Civil-Ingenieur Bd. X. S. 291.
*) Civil-Ingenieur Bd. X. Taf. 16 Fig. 6 und 7.

In den Formeln (2) und (3) bedarf es aber nur des Werthes $\beta n^2$, denn wenn in Gl. (3) $\mu$ durch $\beta$ ersetzt wird, erhält man auch:

$$\frac{L}{D} = \sqrt{\frac{\beta n^2 (m-1)}{m^2 + \beta n^2}}.$$

Ich habe nun in der folgenden Tabelle von Nozo und Geoffroy noch die letzten beiden Columnen zufügen können; die vorletzte Columne enthält die Depression der Luft in der Rauchkammer und die letzte die angesaugten Luftmengen für jede der 7 Essen nach den angegebenen Formeln berechnet, wobei übrigens, wie früher $\alpha = 1{,}663$ gesetzt wurde.

| No. | Durchmesser der Essen der Versuchslocomotive. Meter | Querschnitt der Essen der Versuchslocomotive. Quadratm. | $m = \frac{F_1}{F}$ | $\frac{\xi}{h}$ | $\frac{L}{D}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,452 | 0,16 | 16,83 | 1 : 13,86 | 2,155 |
| 2 | 0,450 | 0,14 | 15,46 | 1 : 13,43 | 2,193 |
| 3 | 0,391 | 0,12 | 13,25 | 1 : 12,92 | 2,246 |
| 4 | 0,357 | 0,10 | 11,45 | 1 : 12,76 | 2,274 |
| 5 | 0,319 | 0,08 | 8,41 | 1 : 13,50 | 2,254 |
| 6 | 0,277 | 0,06 | 6,62 | 1 : 15,24 | 2,170 |
| 7 | 0,226 | 0,04 | 4,20 | 1 : 22,61 | 1,900 |

Nozo und Geoffroy sagen nun, dass mit den Essen 2, 3, 4, 5 die Fahrt ordentlich von statten ging; dass 3, 4, 5 eine überreichliche Dampfproduction gaben; dass der Zug bei den Essen 1 und 6 ungenügend war, und dass endlich mit Nr. 7 gar nicht gefahren werden konnte.

Ein Blick auf die letzte Columne erklärt diese Bemerkungen und Beobachtungen vollständig, man erkennt hier eine Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung, die gar nichts zu wünschen übrig lässt.

Die drei Essen 3, 4, 5 gaben nahe die gleiche Luftmenge; das beweist, was auch sonst die Erfahrung bestätigt, dass in der Nähe des besten Essendurchmessers sich die Luftmengen nur wenig ändern.

Nozo und Geoffroy haben, wie ich es schon vorher gethan hatte, die Frage nach dem vortheilhaftesten Essendurchmesser auch am Versuchsapparate studirt, ziehen aber aus ihren Resultaten falsche, oder besser gesagt, ungenaue Schlüsse, weil sie die Theorie und meine Formeln nicht kannten.

Sie sagen, der vortheilhafteste Essendurchmesser sei unabhängig vom Blasrohrdrucke; das ist richtig, denn meine Gl. III resp. Gl. (5) enthält den Blasrohrüberdruck nicht; sie fügen aber weiter hinzu, er sei auch unabhängig vom Blasrohrquerschnitte und sei der Summe der Querschnitte der Feuerröhren direct proportional. Das ist unrichtig; wenn allerdings der Werth $\beta n^2$ in Gl. (5) sehr gross ist, so dass man dort die Eins sowohl innerhalb, wie ausserhalb der Wurzel weglassen kann, so würde einfach:

$$m = n\sqrt{\beta}$$

folgen, oder es wäre wegen der Bedeutung von $m$ und $n$ nach Gl. (1)

$$F_1 = F_2\sqrt{\beta}$$

also der Querschnitt $F_1$ der Esse dem $F_2$ wirklich proportional und unabhängig vom Blasrohrquerschnitte $F$.

Die Annäherung ist aber eine rohe, und dass ihr Satz nicht für jeden Blasrohrquerschnitt gilt, bemerken Nozo und Geoffroy selbst auch (Vergl. Civilingenieur Bd. X. S. 280).

3) Zur Bestätigung der Zuverlässigkeit der Formeln, will ich sie nun weiter an gewissen Versuchsresultaten von Polonceau prüfen, um damit alles zu erschöpfen, was mir an Versuchen zur Verfügung steht.

Gl. I gibt den Ueberdruck der äussern Atmosphäre über den Druck in der Rauchkammer, wenn $h$ den Ueberdruck des Dampfes im Blasrohre über den Atmosphärendruck darstellt; daher folgt der Ueberdruck im Blasrohre über den Druck in der Rauchkammer: $h + \xi$ und unter diesem Ueberdrucke strömt der Dampf durch die Blasrohrmündung aus.

Man kann hiernach die Dampfmenge, welche pro Secunde austritt, näherungsweise durch die Formel

$$D = \varphi F\sqrt{h + \xi} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

darstellen, wobei $\varphi$ ein gewisser constanter Versuchswerth ist, auf dessen Grösse und Bedeutung es bei der folgenden Betrachtung nicht weiter ankommt.

Aus Gl. I ergiebt sich aber sofort:

$$h + \xi = \frac{(m^2 + \beta\lambda n^2)\, h}{m^2 - \alpha(m - \lambda) + \beta\lambda n^2}$$

und daher durch Division durch Gl. I

$$\frac{h + \xi}{\xi} = \frac{m^2 + \beta\lambda n^2}{\alpha(m - \lambda)}.$$

Eliminirt man aus dieser und Gl. (6) den Werth von $h + \xi$ und benutzt man für $m$ und $n$ die Werthe von Gl. (1), wie folgt:

$$\xi = \frac{\alpha(m - \lambda)\, D^2}{\varphi^2 (F_1{}^2 + \beta\lambda F_2{}^2)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Aus dieser Gleichung ergibt sich zunächst ein Satz, den schon Clark auf Grund von Versuchen ausgesprochen hat, dass nämlich die Dampfmenge $D$ und also nach Früherem auch die angesaugte Luftmenge $L$ der Quadratwurzel aus $\xi$ proportional ist; ferner folgt aber auch ein Resultat, das durch Versuche von Polonceau bestätigt wird.

Bei gleichbleibender Dampfmenge $D$ ist nämlich die Depression der Luft in der Rauchkammer dem Werthe $m - \lambda$ direct proportional.

Denkt man sich eine cylindrische Esse und die Blasrohrmündung veränderlich bei gleichbleibender Dampfmenge, so ändert sich demnach $\xi$ proportional dem Werthe:

$$\frac{F_1}{F} - 1.$$

Bei den oben erwähnten 18 Locomotiven war im Mittel beim Maximum, Mittel und Minimum des Blasrohrquerschnittes resp.

$$\frac{F_1}{F} = 8{,}33\,; \quad 12{,}50\,; \quad 25{,}00.$$

Daher verhalten sich bei einer Locomotive mit diesen Verhältnissen die Depressionen in der Rauchkammer bei gleichbleibender Dampfmenge beim Maximum, Mittel und Minimum der Blasrohrmündung wie:

$$7{,}33 : 11{,}50 : 24{,}00 = 1 : 1{,}57 : 3{,}27.$$

Polonceau fand dieses Verhältniss nun wirklich constant bei verschiedenstem Dampfconsum und zwar war bei seiner Maschine dieses Verhältniss 1 : 1,5 : 3.

Im Obigen liegt nun die Begründung dieser interessanten Beobachtung.

4) Als letzte Untersuchung mag noch eine nähere Prüfung conisch-divergenter Essen folgen und zwar an der Hand bestimmter Zahlenbeispiele.

Es sei $d_1$ der untere Durchmesser der Esse (an der engsten Stelle) und $d_0$ der oberste und es mag nun für 3 Grade der Conicität die ansaugende Wirkung conischer Essen mit der der cylindrischen Esse verglichen werden. Ich setze beispielsweise

| Nr. der Esse: | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{d_0}{d_1} =$ | 1; | $\frac{5}{4}$; | $\frac{3}{2}$; | 2. |

Der erstere Fall gilt für die cylindrische Esse, für welche wir des Vergleichs wegen die Rechnungsresultate immer mit anführen; der letztere Fall, wo der grösste Durchmesser das Doppelte vom kleinsten beträgt, liegt vielleicht (bei den gebräuchlichen Essenlängen) schon nahe an der zulässigen Grenze, bei welcher eine Ablösung des Dampf- und Gasstrahles von der Essenwandung zu befürchten ist. Nun ist in der Gl. (4) einfach

$$\frac{F_1}{F_0} = \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2$$

zu substituiren, um den Werth $\lambda$ zu erhalten, den ich kurz mit dem Namen der »Conicität« bezeichnen will. Man erhält dann für die 4 Fälle beziehungsweise:

$$\lambda = \frac{1}{2}\left(1 + \left(\frac{F_1}{F_0}\right)^2\right) = 1;\quad 0{,}7048;\quad 0{,}5988;\quad 0{,}5312,$$

welche Werthe wir nun im Folgenden bei der Verwerthung der Hauptgleichungen I bis III benutzen wollen.

Beispiel 1. Es sei bei einer Locomotive die Summe der Querschnitte aller Feuerröhren $F_2 = 0{,}225$ Quadratm. und der Blasrohrquerschnitt $F = 0{,}008$ Quadratm. und zwar unveränderlich.

Es soll nun an dieser Maschine mit 4 Essen der oben angegebenen Conicität experimentirt werden; bei allen Essen sei aber der unterste engste Querschnitt gleich und zwar $F_1 = 0{,}100$ Quadratm. ($d_1 = 357$ Millim.), der obere Durchmesser also resp. 357; 446; 535 und 714 Millimeter.

Es ist also bei diesen 4 Essen:

$m = \frac{F_1}{F} = 12{,}50$ und $n = \frac{F_2}{F} = 28{,}12$; setzt man weiter $\alpha = 1{,}663$; $\mu = 6$; $\beta = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{6}$ wie früher, so ergeben ohne Weiteres die beiden Gl. I und II für die mittlere Depression in der Rauchkammer und für die angesaugte Luftmenge folgende Resultate:

| Nr. der Esse: | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{\xi}{h} =$ | $\frac{1}{14}$; | $\frac{1}{11{,}70}$; | $\frac{1}{10{,}88}$; | $\frac{1}{10{,}37}$ |
| $\frac{L}{D} =$ | 2,291; | 2,498; | 2,582; | 2,640. |

Hieraus folgt deutlich die günstigere Wirkung conischer Essen, die Depression in der Rauchkammer und die angesaugte Luftmenge wächst, je stärker man die Essen nach oben erweitert, aber — und das ist ein wichtiges Resultat für die Praxis — man sieht, dass schon eine mässige Erweiterung von genügender Wirkung ist; die Wirkung der Essen 3 und 4 differirt verhältnissmässig wenig, so dass es gar nicht nöthig erscheint, mit der Erweiterung nach oben bis auf das Doppelte oder gar weiter zu gehen und sich so der Gefahr auszusetzen, dass der Strahl sich nicht mehr an die Wandung anlegt. Sollte also bei einer Locomotive eine cylindrische Esse nicht genügenden Zug geben, so braucht man sie vielleicht in den meisten Fällen nur durch eine solche mit mässiger Erweiterung zu ersetzen; die angesaugte Luftmenge steigert sich schon bei einer solchen Esse, bei der der obere Durchmesser 5/4 des untern beträgt um ungefähr 9 Procent und bei 3/2 um beinahe 13 Procent.

Beispiel 2. Die Essen des vorigen Beispieles hatten nicht den vortheilhaftesten Durchmesser im engsten Querschnitt. Es soll jetzt mit der gleichen Locomotive, aber mit 4 anderen Essen experimentirt werden, die bei gleicher Conicität, wie vorhin, die entsprechenden besten Durchmesser besitzen.

Hier ist wie vorhin $n = 28{,}12$ und ebenso gelten die gleichen Werthe von $\alpha$ und $\beta$ und $\mu$.

Ich bestimme nun nach Gl. III die vortheilhaftesten Werthe von $m$ und erhalte, weil $F = 0{,}008$ bleiben soll, die folgenden Resultate:

| Nr. der Esse: | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Durchmesserverhältniss: $\frac{d_0}{d_1} =$ | 1 | $\frac{5}{4}$ | $\frac{3}{2}$ | 2 | |
| Bester Werth von $m$ = | 12,500 | 10,368 | 9,502 | 8,915 | |
| Engster Querschnitt $F_1$ = | 0,1000 | 0,0829 | 0,0760 | 0,0713 | □-meter |
| Kleinster Durchmesser $d_1$ = | 357 | 325 | 311 | 301 | Millim. |
| Grösster Durchmesser $d_0$ = | 357 | 406 | 487 | 602 | „ |

Man erkennt hieraus, dass der vortheilhafteste engste Durchmesser mit wachsender Erweiterung immer kleiner wird, was auch aus Gleichung III unmittelbar folgt, denn je stärker die Erweiterung der Esse nach oben wird, um so kleiner ist $\lambda$, und um so mehr nimmt auch das Querschnittsverhältniss $m$ ab.

Unter Anwendung der gefundenen Werthe von $m$ und der zuhörigen Werthe von $\lambda$ sind nun im Weitern für diese vier Essen nach Gl. I und II die Werthe der folgenden Zusammenstellung berechnet worden.

| Nr. der Esse: | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{\xi}{h} =$ | $\frac{1}{14}$; | $\frac{1}{11{,}47}$; | $\frac{1}{10{,}43}$; | $\frac{1}{9{,}72}$; |
| $\frac{L}{D} =$ | 2,291; | 2,521; | 2,639; | 2,718. |

Vergleicht man diese Zahlenwerthe mit denen des vorigen Beispieles, so tritt jetzt der Vortheil der conischen Essen noch mehr hervor, wenn man die cylindrische Esse durch eine conische vom vortheilhaftesten Querschnitte ersetzt.

Beispiel 3. Aus den vorigen Beispielen ergibt sich das praktische Resultat, dass conisch-divergente Essen nicht blos empfehlenswerth sind, sondern dass sie einen so bedeutenden Vortheil gegenüber den cylindrischen bieten, dass sie ganz allgemein benutzt werden sollten. Bei dieser Empfehlung ist nun allerdings zu beachten, dass in den

meisten Fällen der Praxis die cylindrischen Essen vollständig genügen, soweit es sich eben nur um die Erzeugung des nöthigen Zuges handelt; man muss aber den Vortheil der conischen Essen direct nicht in dem Umstande suchen, dass sie mehr Luft ansaugen, also einen bessern Zug bewirken, sondern darin, dass sie die Anwendung einer grösseren Blasrohrmündung gestatten, und dass daraus ein geringerer Blasrohrdruck und geringerer Gegendruck am Kolben erzielt wird. Ich sage daher, eine conische Esse ergibt bei gleicher Zugfähigkeit gegenüber einer cylindrischen eine grössere Leistung der Dampfmaschine, wegen des geringeren Rückdruckes am Kolben, sie erhöht also den Wirkungsgrad der Dampfmaschine, vermindert den Brennmaterialverbrauch.

Es bleibt hiernach für mich noch die Aufgabe zu lösen übrig, um wie viel der Blasrohrdruck herabgezogen wird, wenn eine, bezüglich der Zugwirkung, gute cylindrische Esse durch eine conisch-divergente von gleicher Zugfähigkeit ersetzt werden soll. Ich will zuerst, weil das Gesagte für die Praxis die Hauptaufgabe bildet, das Problem ganz allgemein lösen, auch weil durch das Folgende ein weiterer und tieferer Einblick in die ganze Frage der Zugerzeugung bei Locomotiven gewonnen wird.

Es sei gegeben bei einer gewissen Locomotive das Verhältniss $L:D$ d. h. die Luftmenge, die entsprechend einer gewissen Dampfmenge angesaugt werden muss (im Mittel rechne ich nach Obigem für dieses Verhältniss 2,291); ferner ist bekannt die Summe $F_2$ aller Querschnitte der Feuerröhren und endlich ist die Conicität $\lambda$ der Esse gewählt worden.

Es seien nun folgende Fragen zu beantworten:

1) Welches ist der erforderliche Blasrohrquerschnitt?
2) Welches ist der erforderliche Essenquerschnitt an der engsten Stelle, vorausgesetzt, dass eine Esse vom vortheilhaftesten Querschnitt gewählt wird?
3) Welches ist die Depression in der Rauchkammer und der Blasrohrüberdruck für eine bestimmte Dampfmenge, die pro Secunde ausströmt, und
4) Wie verändert sich der Blasrohrdruck, wenn diese Esse durch eine neue, von andrer Conicität, und ebenfalls vom besten Querschnitte ersetzt wird?

Aus Gleichung II folgt zunächst, wenn ich dort $\mu$ durch $1:\beta$ ersetze:

$$\frac{L}{D} = \sqrt{\frac{\beta n^2 (m-\lambda)}{m^2 + \beta\lambda n^2}}$$

Da die Esse vom besten Querschnitte sein soll, so folgt ferner nach Gl. III

$$m = \lambda + \sqrt{\lambda^2 + \beta\lambda n^2}$$

In beiden Gleichungen sind die Mittelwerthe der Versuchsconstanten $\alpha$ und $\beta$ nach Obigem bekannt; eliminire ich daher aus beiden den Werth $m$ und setze ich der Abkürzung wegen:

$$1 + 2\left(\frac{L}{D}\right)^2 = a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

welcher Werth als bekannt anzusehen ist, so ergeben die beiden Gleichungen, wie man sich leicht durch Nachrechnen überzeugt:

$$n = \frac{F_2}{F} = \sqrt{\frac{\lambda}{\beta}(a^2-1)} \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

und

$$m = \frac{F_1}{F} = \lambda(a+1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Da $F_2$ gegeben ist, so folgt aus der ersteren Gleichung sofort der erforderliche Blasrohrquerschnitt $F$ und dann aus der anderen der vortheilhafteste engste Essenquerschnitt $F_1$, endlich auch aus Gleichung (4) der oberste Querschnitt $F_0$, weil $\lambda$ gegeben ist. Benutze ich nun die beiden Werthe von $m$ und $n$ in Gl. I, so folgt die mittlere Depression der Luft in der Rauchkammer:

$$\xi = \frac{\alpha h}{2\lambda(a+1) - \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

und hieraus auch sogleich:

$$h + \xi = \frac{2\lambda(a+1) \cdot h}{2\lambda(a+1) - \alpha} \quad . \quad . \quad (12)$$

Nun schreibt sich aber nach Gl. (6) die Dampfmenge $D$, welche pro Secunde durch das Blasrohr ausströmt, näherungsweise:

$$D = \varphi F \sqrt{h + \xi}.$$

Benutze ich hier die vorstehenden Gleichungen (9) und (12), so ergibt sich nach leichter Reduction

$$D = \varphi F_2 \sqrt{\frac{2\beta h}{(a-1)\,[2\lambda(a+1) - \alpha]}} \quad . \quad (13)$$

Wenn ich nun bei dieser Locomotive die Esse durch eine andere von der Conicität $\lambda'$ ersetze und die Querschnitte des Blasrohres und der Esse nach vorstehenden Formeln so ermittele, dass die Esse die gleiche Luftmenge bei derselben Dampfmenge ansaugt, so folgt bei dieser Esse die Beziehung zwischen Dampfmenge und Blasrohrdruck:

$$D' = \varphi F_2 \sqrt{\frac{2\beta h'}{(a-1)\,[2\lambda'(a+1) - \alpha]}} \quad (14)$$

Bei gleicher Dampfmenge $D = D'$ ergeben mir jetzt die beiden letzten Gleichungen das Verhältniss der Blasrohrpressungen unter sonst gleichen Umständen:

$$\frac{h'}{h} = \frac{2\lambda'(a+1) - \alpha}{2\lambda(a+1) - \alpha} \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

Unter gewissen Verhältnissen könnte man hier sogar den Werth $\alpha$ als klein noch vernachlässigen und erhält dann den merkwürdigen Satz:

$$\frac{h'}{h} = \frac{\lambda'}{\lambda},$$

wonach sich die Blasrohrüberdrücke nahe, wie die Conicitäten dieser beiden Essen von gleicher Wirkung verhalten.

Es mögen die vorstehenden Resultate noch durch ein numerisches Beispiel erläutert werden.

Bei einer Locomotive betrage die Summe $F_2$ der Querschnitte der Feuerröhren 0,225 Quadratmeter, man hält für eine ordentliche mittlere Zugwirkung den Werth $L:D = 2{,}291$ als vollständig ausreichend, und will nun 4 Essen von gleicher Wirkung, aber von verschiedener Conicität berechnen und sie bezüglich des Blasrohrüberdruckes mit einander vergleichen.

Zunächst findet sich hier nach Gl. (8)

$$a = 11{,}497;$$

im Uebrigen sind dann die Resultate der nachstehenden Zusammenstellung aus den vorstehenden Formeln auf die bezeichnete Weise gewonnen worden.

Für die Conicität der 4 Essen wurden dieselben Werthe, wie in den vorigen Beispielen angenommen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nr. der Esse | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| $\frac{d_0}{d_1}$ | 1 | 5/4 | 3/2 | 2 | |
| Conicität $\lambda$ | 1 | 0,7048 | 0,5906 | 0,5312 | |
| Blasrohrquerschnitt $F$ | 0,0080 | 0,0095 | 0,0104 | 0,0110 | □-meter. |
| Durchm. d. Blasrohrmündung | 101 | 110 | 115 | 118 | Millim. |
| Kleinster Essenquerschnitt $F_1$ | 0,1000 | 0,0851 | 0,0775 | 0,0731 | □-meter. |
| Kleinster Essendurchmesser $d_1$ | 357 | 329 | 314 | 305 | Millim. |
| Grösster Essendurchmesser $d_0$ | 357 | 411 | 471 | 610 | „ |
| $\xi : h$ | 1:14 | 1:9,59 | 1:8,00 | 1:6,98 | „ |
| $\frac{h'}{h}$ | 1 | 0,684 | 0,570 | 0,498 | „ |

Man erkennt, dass bei diesen vier Essen von gleicher Wirkung der Durchmesser der Blasrohrmündung um so grösser ausfällt, je stärker sich die Esse nach oben hin erweitert.

Den Haupttheil bilden aber die Resultate der letzten Zeile, welche ganz vorzugsweise die Vortheile conischer Essen hervortreten lassen: man erkennt, dass gegenüber der cylindrischen Esse Nr. 1 bei den andern Essen der mittlere Blasrohrüberdruck wesentlich herabgezogen erscheint; betrüge also beispielsweise der Ueberdruck bei der cylindrischen Esse Nr. 1 etwa 0,25 Atmosphäre, so wäre er bei den andern Essen der Reihe nach 0,17, 0,14 und 0,12 Atmosphären.

Die Ermässigung hat freilich auch ihre Grenze, denn je weiter man die Blasrohrmündung macht, um so weniger wirkt der innere Raum des Blasrohres als Regulator und zur Ausgleichung des stossweissen Austretens des Dampfstrahles. Zu dem schon früher erwähnten Grunde, mit der Erweiterung der Esse nicht zu weit zu gehen, tritt also hier ein zweiter hinzu; vielleicht dürfte man als Regel aussprechen, dass eine Erweiterung der Esse nach oben hin bis auf etwa das Doppelte des Durchmessers an der engsten Stelle als practische Grenze angenommen werden kann. Im Allgemeinen genügen aber schon nach dem oben Gegebenen geringere Erweiterungen, um den Blasrohrapparat als wesentlich verbessert erscheinen zu lassen.

(Civil-Ingenieur Bd. XVII.)