DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

En Samling Afhandlinger, særlig om Veje. 8 Stücker. 1876–1881.

62.5.70 Saml–
Isl.

1. Jeep, J.: Die Baumechanik. 3e Heft: Die Grundzüge der Graphostatik. Lpz 1876. 62 S.

2. Viator: Our Roadways. Lond. 1876. 31 S.

3. Woigicgharwske, L. K.: Nouv. Méthode pour le calcule exact des aires de déblai et remblai. Paris.

4. Dubosque, J.: Instructions pratiques sur la reparation et l'entretien des chaussées empierrement. Paris 1876. 49 S.

5. Ammon, K. E.: Die Unterhaltung der Kunststrassen. Lpz 1880. 32 S.

6. Gertner, E.: Entwickelung der pneumatischen Fundirungs-Methode der Elbebrücke bei Lauenburg. Wien. 40 S. u. 3 Bl.

7. Zetter, J. T.: Der Asphalt u. seine Verwendung in der Bautechnik. Zürich 1880. 28 S.

8. Schübarth, E. O.: Ueber Aspaltstrassen nebst einem Plane von Berlin. Berl. 1881. 54 S.

TEKNISK BIBLIOTEK

DEN
POLYTEKNISKE
LÆRENSTALL

Deutsche Bautechnische Taschenbibliothek

SERIE:
BAUMECHANIK.

ABTHEILUNG:
Grundzüge der Graphostatik.

Verfasser: Ing. Dir. W. Jeep.

LEIPZIG
CARL SCHOLTZE
NEW-YORK E. STEIGER

№ 14 der ganzen Folge.

№ III der Serie

Girard & Rehlender inv.

X.A.E. Heue Leipzig

DIE

BAUMECHANIK.

BEARBEITET

VON

INGENIEUR W. JEEP,

DIREKTOR DER BAUSCHULE ZU STADTSULZA.

3. Heft.

GRUNDZÜGE DER GRAPHOSTATIK.

Mit 94 Holzstichen.

JNHALT:

Konstruktion der Dächer. Konstruktion der Träger. Stabilität der Futtermauern. Konstruktion der Stützlinien in Gewölben. Bestimmung der Trägheitsmomente. Anhang.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

LEIPZIG,
CARL SCHOLTZE.

Berlin bei *A. Seydel*, Polytechnische Buchhandlung (Leipziger Strasse 72) und *E. Wasmuth*, Architektur-Buchhandlung (Werder-Strasse 6). *New-York* bei *B. Steiger*, 22 und 24 Frankfort Street. *St. Petersburg* bei *Kolesoff & Mihin*, Buchhandlung (Gostinoi Dwor 22). *Rio de Janeiro* bei *Rich. Matthes* (Rua de Hospicio 82). *Warschau* bei *E. Wende & Comp.* Buchhandlung. *Wien* bei *Lehmann & Wentzel*, Buchhandlung für Technik und Kunst (Opernring 17).

1876.

Eingeführt in die städtische Baugewerkschule in Stadtsulza.

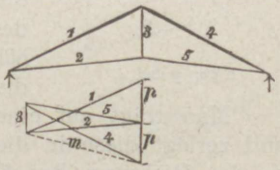
Konstruktion der Dächer.

Die Belastungsverhältnisse, welche bei der Konstruktion der Dachwerke berücksichtigt werden müssen, finden sich in dem 5. Hefte der Baumechanik, in welchem die Berechnung der Dachwerke angegeben ist, mitgetheilt. Hier handelt es sich um Ermittelung der in den einzelnen Konstruktionstheilen der Dächer auftretenden Spannungen auf graphischem Wege.

a. Einfaches Dach.

Die Sparren bestehen aus Holz oder Eisen und sind durch die zwei geneigten Zugstangen gegen Ausweichen geschützt, deren Zusammenstoss durch eine vertikale Stange in der Spitze des Daches aufgehängt ist. Siehe Figur 1.

Ist die Belastung eines Sparrens gleich 2 p, so geht von dieser die Hälfte mit p in die Unterstützungspunkte des Dachstuhles über, während die zweite Hälfte in der Spitze oder dem Zusammenstosse der Sparren mit 2 p auftritt. Zieht man, Figur 2, eine vertikale Linie, trägt auf derselben die Reaktionen der Unterstützungspunkte des Daches ab, also zweimal die Kraft p und zerlegt p in eine Kraft 1 parallel zum Sparren und in eine zweite parallel zu der Zugstange, so hat man in diesen Seitenkräften den Druck in dem Sparren und den Zug 2 in der Stange. Vereinigt man dann die Kräfte 1 und 2 p zu einer Mittelkraft m, so kann man m in die vertikale 3 und die parallel zum zweiten Sparren liegende Kraft 4 zerlegen. Es stellt dann 3 den Zug in der vertikalen Stange in der Mitte des Daches



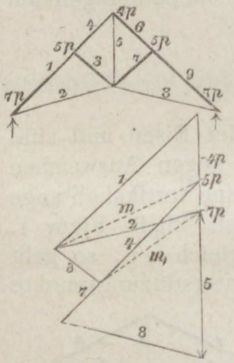
Figur 1 und 2.

dar, während 4 die Druckkraft in dem zweiten Sparren repräsentirt. Vereinigt man dann noch die Kräfte p und 4 zu der Mittelkraft 5, so hat man in dieser den Zug in der zweiten geneigten Stange.

Sind die Sparrenfüsse nicht durch geneigte, sondern durch eine horizontale Stange gehalten, so fallen die Richtungen 2 und 5 in eine horizontale Linie zusammen und die Kraft 3 wird gleich Null, woraus folgt, dass in solchem Falle die vertikale Stange einen Konstruktionstheil nicht bildet, sondern nur zur Unterstützung der horizontalen Stange dient.

b. Dach mit durch Streben einmal unterstützten Sparren. Figur 3.

Die Sparren des Daches sind durch zwei Streben unterstützt, welche sich mit ihren Fusspunkten in einen Schuh stellen, der durch eine vertikale Stange mit der Spitze des Daches und durch geneigte Zugstangen mit den Fusspunkten der Sparren in Verbindung gebracht, und denen auf diese Weise Halt gegeben ist. Nimmt man die Strebe in einer solchen Lage an, dass auf sie aus der Belastung des Sparrens 5 p kommt und dass in der Dachspitze aus jedem Sparren 2 p, also im Ganzen 4 p wirkend sind, so hat man die Reaktionen in den Unterstützungspunkten des Dachwerkes gleich 7 p und erhält demnach den Kräfteplan, wie dieses Figur 4 dargestellt wurde.



Figur 3 und 4.

Man trägt auf eine vertikale Linie die Reaktion 7 p und zerlegt diese in die Kräfte 1 und 2, welche parallel zu der Richtung des Sparrens und der geneigten Zugstange liegen, welche Theile in Figur 3 ebenfalls mit 1 und 2 bezeichnet sind. Es gibt 1 den Druck an, welcher in dem Sparrenende zwischen dem Fusspunkte und dem Angriffspunkte der Strebe statt hat, während 2 den Zug in der Zugstange 2 darstellt.

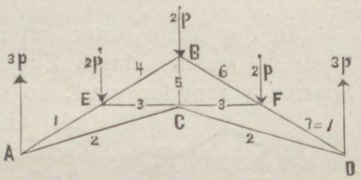
Trägt man nun auf die vertikale Linie, auf welcher 7 p aufgetragen wurde, von demselben Punkte anfangend 5 p und vereinigt diese Kraft und 1 zu der Mittelkraft m, so kann man diese in 3 und 4 zerlegen, welche beide

Druckkräfte parallel zur Strebe und dem Sparren darstellen, so dass 3 in die Strebe, 4 aber in den oberen Theil des Sparrens fallend ist. Aus 4 und 2 p findet man dann m1, welche Kraft sich in 8, 7 und 5 zerlegt. Es liegt 7 parallel zu der zweiten Strebe und 5 vertikal und stellen diese Linien den Druck in der Strebe und den Zug in der vertikalen Mittelstange dar.

Liegt bei diesem Dache die Zugstange zwischen den Fusspunkten der Sparren horizontal, so fallen die Kräfte 2 und 8 in horizontale Richtung, wodurch dann, ohne dass an dem Kräfteplane weitere Aenderungen erfolgen, die einzelnen Kräfte andere Grössen erhalten.

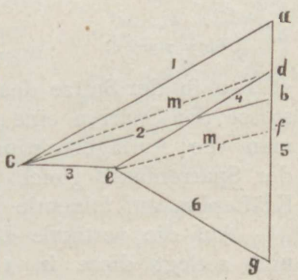
c. Dach mit durch Kehlbalken unterstützten Sparren.

Sind die Sparren A B und B D, Figur 5, durch einen Kehlbalken E F gestützt und werden die Fusspunkte A und D der Sparren durch die Stangen A C und C D mit der Mitte C des Kehlbalkens verbunden und dieser Punkt durch die Stange B C in der Spitze des Daches aufgehängt, so hat man den hierzu gehörigen Kräfteplan, wie dieses Figur 6 angegeben ist.



Figur 5.

Ist die Belastung so bezeichnet und vertheilt, dass in E und F, dem Zusammenstosse zwischen dem Kehlbalken und den Sparren 2 p und in der Spitze ebenfalls 2 p wirkend ist, so hat man die Reaktionen in A und D je 3 p. Trägt man daher 3 p von a auf die Linie a g, so findet man in 1 parallel zu dem Sparren den Druck in A E und in 2, welche Linien parallel zu A C gezogen ist, den Zug in dieser Stange. Trägt man dann 2 p von a auf a g ab, so hat man aus a d = 2 p und 1 die Mittelkraft m, welche man in 3 horizontal und 4 parallel zum Sparren zerlegt. Es ist dann 3 der Druck in dem Kehlbalken und 4 derjenige in dem oberen Theile



Figur 6.

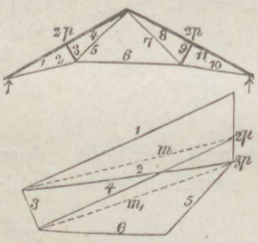
des Sparrens. Macht man dann d f wieder gleich 2 p, so hat man m1 als Mittelkraft aus 4 und 2 p, welche sich in 6 und f g zerlegt, wodurch sich, wenn man nicht die andere Hälfte des Planes zeichnen will, der Punkt g findet, so dass man dann in f g die Zugkraft 5 hat, welche von der Stange B C aufgenommen werden muss.

Ist bei diesem Dache die Zugstange zwischen A und D horizontal, so fällt in dem Kräfteplane 2 horizontal aus und es wird dann die Stange B C entlastet oder die Kraft 5 gleich Null.

Es kann bei diesem Dache auch die vertikale Stange B C fortbleiben. In diesem Falle hat der Kehlbalken die Kraft 5 auf Biegung aufzunehmen und die Sparren müssen bei B solide verbunden werden, weil sie das Bestreben haben, sich aufwärts zu biegen.

d. Dach mit einfach abgesprengten Sparren. Einfaches Polonceau-Dach.

In der Mitte unter jedem Sparren steht eine Strebe, Figur 7, welche durch Zugstangen mit den Enden der Sparren verbunden sind, so dass hierdurch jeder Sparren als ein abgesprengter Balken zu betrachten ist. Ausserdem sind die Enden von zwei gegenüberliegenden Streben durch eine horizontale Stange in Verbindung gesetzt, welche das Ausweichen der Sparrenfüsse zu verhindern hat.



Figur 7 und 8.

Wirkt in jedem der Befestigungspunkte der Streben an die Sparren die vertikale Kraft 2 p, und ist ebenso in der Spitze des Daches, d. h. in dem Zusammenstosse der Sparren eine Kraft gleich 2 p wirkend, so hat man die Auflagereaktion in den Unterstützungspunkten der Sparrenfüsse gleich 3 p. Man zeichnet demnach den Kräfteplan auf folgende Weise nach Figur 8.

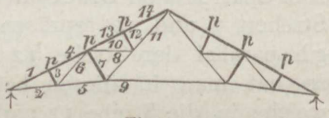
Auf die vertikale Linie trägt man die Reaktion 3 p und zerlegt diese in 1 und 2 parallel zu dem Sparren und der unteren Zugstange zwischen Sparrenfuss und Strebenfuss. Aus 2 p, welche Kraft in dem Zusammenstosse zwischen Strebe und Sparren wirkt, die man auf die vertikale Linie so aufträgt, dass sie mit 3 p gleichen Anfangspunkt hat, und der Kraft 1 findet man die Mittel-

kraft m, welche sich in 3 und 4 zerlegt. 4 ist parallel zum Sparren und 3 parallel zur Strebe. Aus 4 und p findet man dann die Mittelkraft m1, welche sich in 5 und 6 zerlegt, parallel zu den zwei noch übrigen Zugstangen im Dache. Die Kräfte 1, 4 und 3 sind Druckwirkungen, die ersteren im Sparren, die letztere in der Strebe auftretend, während die übrigen drei gefundenen Kräfte Züge sind, welche in den mit den Kräften gleichbenannten Stangen zur Wirkung kommen.

Es werden solche Dachbinder öfter auch so konstruirt, dass die Stangen 2, 6 und 10 in eine horizontale Linie fallen, es bleibt der Kräfteplan dem vorigen gleich, nur erhalten einige Kräfte andere Grössen und fällt die Kraft 2 horizontal.

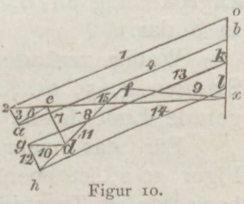
e. Dach mit mehrfach unterstützten Streben nach dem Prinzip Polonceau.

Der Sparren ist in gleichen Zwischenräumen durch die Streben 3, 7 und 12 gestützt und diese durch die entsprechenden Zugstangen gehalten, das Ausweichen der Sparrenfüsse aber durch die Stange 9 verhindert. Siehe hierzu Figur 9.



Figur 9.

Ist hier jeder der Vereinigungspunkte zwischen Sparren und Streben mit p in Anspruch genommen, so wirkt auch in der Spitze des Daches die Kraft p vertikal abwärts und es ist die Auflager-Reaktion gleich $3\frac{1}{2}$ p. Trägt man daher $3\frac{1}{2}$ p auf eine vertikale Linie von o nach x, Figur 10, und zerlegt diese Kraft in o 2 und 2 x parallel zu 1 und 2 (Figur 9), so hat man in o 2 den Druck in dem unteren Sparrenende und in 2 x den Zug in dem Stangenende 2. Macht man nun o b gleich p gleich dem Druck, welcher in dem Zusammenstosse der Strebe 3 mit dem Sparren stattfindet, und zieht 2 a parallel zu der Richtung der Strebe 3 und a b parallel zum Sparren, so hat man in 2 a den Druck, welchen die Strebe 3 aufzunehmen hat, und in a b denjenigen Druck, welchem das Sparrenende zwischen den zwei Streben 3 und 6 ausgesetzt ist. Trägt man nun von



Figur 10.

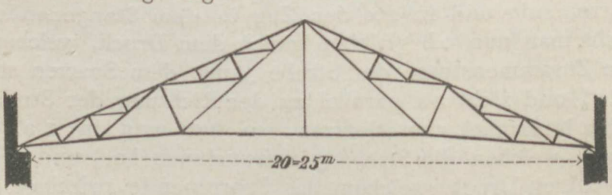
b nach k und ebenso von k nach l die Strecken, welche p gleich sind, bildet aus a b gleich 4 und b x gleich 2,5 p eine Mittelkraft, so zerlegt sich diese wieder in a c gleich 6 gleich dem Zuge in der nach oben gerichteten Stange zwischen den Streben 3 und 7 und c x gleich 5 gleich derjenigen Zugkraft, welche in dem Stangenende 5 zwischen den Enden der Streben 3 und 7 auftritt.

In dem Zusammenstosse der Strebe 7 mit dem Sparren sind die Kräfte 6, 4 und p bekannt, aus diesen müssen die unbekannten Kräfte 7, 10 und 13 bestimmt werden, wesshalb die Anforderung unbestimmt ist. Man kann aber, weil 6 und 10 gleiche Neigung und gleiche Grösse haben müssen, c d gleich dem Drucke in der Strebe 7 leicht finden, und es würde dann, wenn man von d nach k eine Linie zöge, diese gleich der Mittelkraft zu den Kräften 7, 6, 4 und p sein, weil sie die Schlusslinie des Polygons k d c a b k bilden würde. Diese Kraft kann man dann aber in d g und g k zerlegen, von welchen die erstere parallel zur Stange 10 den in dieser wirkenden Zug und g k parallel zum Sparren den Druck in dem Ende dieses zwischen den Streben 7 und 12 repräsentiren würde. Zieht man dann g h parallel der Strebe 12 und h l parallel zum Sparren, so hat man in diesen beiden Linien noch die Drucke, welche in die Strebe 12 und das Sparrenende zwischen der genannten Strebe und der Dachspitze fallen.

Zieht man nun noch f x horizontal und f h parallel zu der Richtung der Stangen 8 und 11, so stellt x f die Zugspannung in 9, f h diejenige in 11 und f d den Zug in 8 dar.

Wenig verändert wird die Konstruktion, wenn die Stangen 2, 5, 9 .... so gelegt werden, dass sie in eine gerade Linie fallen.

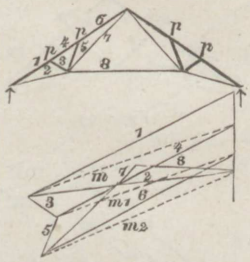
Für das mehr zusammengesetzte Polonceau-Dach, Figur 10 a, ist ebenfalls der Kräfteplan bei geneigten und horizontalen Zugstangen zu zeichnen.



Figur 10 a.

f. Dach mit zweimal gestützten Sparren.

Werden die Sparren zweimal durch Streben gestützt, Figur 11, welche sich in einem Punkte vereinigen und die durch zwei von diesem Punkte ausgehenden Zugstangen mit den Enden des Sparrens verbunden werden, so hat man die Reaktion in den Auflagerpunkten gleich 2, 5 p, wenn in den Angriffspunkten der Streben und der Spitze des Daches je eine Kraft gleich p wirkend ist.



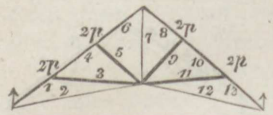
Figur 11 und 12.

Trägt man, Figur 12, auf eine vertikale Linie $2\frac{1}{2}$ p die Reaktion des Auflagerpunktes, so findet man daraus die Kräfte 2 und 1, welche parallel zu der Zugstange 2 und dem Sparren 1 liegen. Trägt man dann ferner auf die vertikale Linie mit 2, 5 p anfangend p ab, so hat man aus p und 1 die Mittelkraft m, welche sich in 3 und 4 zerlegt, von denen die erstere Kraft parallel zur Strebe 3 liegt und den Druck in dieser darstellt, während die andere Kraft parallel zum Sparren ist und den Druck, welcher in diesem zwischen den beiden Streben stattfindet, angibt. Misst man dann auf der vertikalen Linie, auf welcher bereits p und 2, 5 p abgetragen sind, vom Endpunkte der Kraft p anfangend, nochmals p ab und bestimmt aus den Kräften p und 4 die Mittelkraft m1, so kann man diese zerlegen in 5 und 6, welche Kräfte parallel zu der Strebe 5 und dem Sparren liegen und den Druck in der genannten Strebe und dem Sparrenende zwischen dem Angriffspunkte dieser Strebe und der Dachspitze angeben. Vereinigt man dann die Kräfte 6 und $\frac{p}{2}$ zu der Mittelkraft m2, so kann man aus dieser die horizontale Kraft 8 und diejenige 7, welche parallel zur Stange 7 liegt, bestimmen. Diesen Kräften haben dann die Zugstangen 8 und 7 Widerstand entgegenzusetzen.

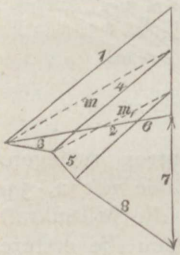
Auch bei diesem Dache ist der Fall zu berücksichtigen, in welchem die Stangen 2 und 8 in die horizontale Linie fallen.

g. Anderes Dach mit Sparren durch zwei Streben gestützt.

Erhalten bei dem vorigen Dache die Streben eine solche Lage, dass sie alle vier mit ihren Fusspunkten unter der Mitte des Daches zusammenstossen, so hat man das Figur 13 dargestellte Dach. Nimmt man hier in Uebereinstimmung mit der Figur an, dass die Sparren in den Unterstützungspunkten durch die Streben mit 2p und ebenso in ihrer Vereinigung mit 2p belastet sind, so erhält man die Auflager-Reaktion gleich 5p.



Figur 13.

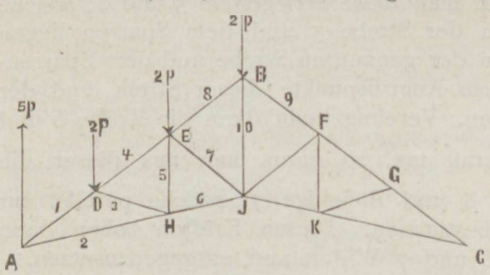


Figur 14.

Den Kräfteplan für ein solches Dach mit geneigten Zugstangen 2 und 12 und ebenso für das Dach, bei welchem die Zugstangen in eine horizontale Richtung fallen, findet man leicht aus den Konstruktionen, welche für die Dächer unter b und f angegeben sind. Der Plan für das Dach mit geneigten Zugstangen ist Figur 14 dargestellt.

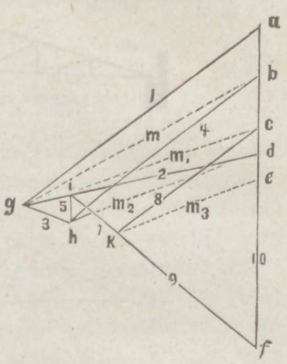
h. Drittes Dach mit zweimal durch Streben gestützten Sparren. Englisches Dach.

Die Sparren AB und BC, Figur 15, sind durch die Streben DH, EI, GK und FI gestützt. Die Streben EI und FI sind in ihren Fusspunkten I vereinigt und durch die Stange BI in der Dachspitze B aufgehängt. Ausserdem ist der Punkt I mit A und C durch die Stangen AI und CI verbunden. Die Streben DH und GK treffen die Stangen AI und CI lothrecht unter den Punkten E und F und sind in H und K gefasst und durch die Stangen EH und FK in E und F aufgehängt



Figur 15.

Nimmt man bei diesem Dache die Belastung der Punkte D, E und B zu je 2 p an, so hat man in A und C die Reaktionen gleich 5 p. Um den Kräfteplan zu erhalten, macht man a d gleich 5 p und zerlegt diese Kraft in a g und d g. Es ist a g parallel zum Sparren A B zu legen und d g parallel zu der Stange A I. Man hat dann in a g = 1 die Kraft, welche in A D drückend, und in d g = 2 diejenige, welche in A H ziehend auftritt. Macht man jetzt a b gleich 2 p, zieht b g, so ist dieses die Mittelkraft zu a g und a b, welche sich in g h parallel zur Strebe D H und b h parallel zum Sparren zerlegen lässt; die erstere dieser Kräfte g h = 3 ist der Druck in der Strebe D H und die zweite b h = 4 der Druck in dem Sparrentheile D E.

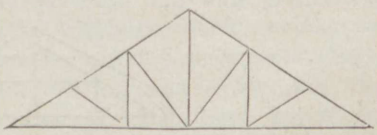


Figur 16.

Ferner erhält man aus b h und b d die Mittelkraft d h = m2 und aus dieser die Seitenkräfte h i und d i. Von diesen ist h i vertikal oder parallel zu der Richtung der Stange E H und stellt den Zug, welcher in dieser stattfindet, dar, während d i = 6 parallel zu A I den Zug in dem Stangentheile H I angibt. Trägt man nun den Druck 2 p, welcher in E auf das Dach einwirkt, von b nach c, so hat man in c i = m1 die Mittelkraft zu h i, b h und b c und findet aus dieser die Seitenkräfte i k und k c als Druck in der Strebe E I und als solchen in dem Sparrenende B E, wesshalb man i k parallel zu E I und c k parallel zu A B zu legen hat.

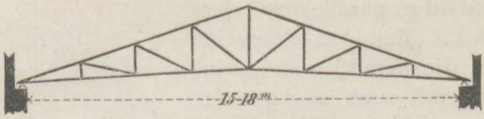
Macht man nun noch c e gleich 2 p gleich der Kraftäusserung in der Spitze B des Daches, so kann man aus c e und c k die Mittelkraft e k gleich m3 bestimmen und diese wieder zerlegen in k f parallel zu B C und e f vertikal, so hat man in der letzteren die Kraft 10, welche in die mittlere Zugstange B I fällt.

Als Uebung kann man hier den Kräfteplan für ein gleiches Dach mit horizontal liegenden

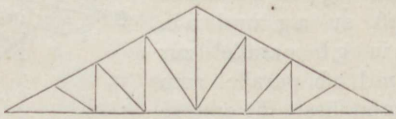


Figur 17.

Zugstangen A I und C I, Figur 17, zeichnen. Ferner für ein Dach mit drei Streben unter jedem Sparren Figur 18 mit geneigten und Figur 19 mit horizontalen Zugstangen zwischen den Sparrenfüssen.



Figur 18.

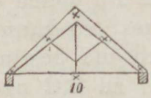


Figur 19.

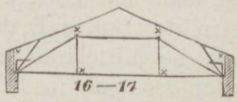
i. Dachwerke mit durch Hängewerke gestützten Sparren.

Die Sparren sind bei diesen Dächern keine Konstruktionstheile, sondern werden durch die Rähme und Pfetten gestützt, welche wiederum durch die Hängewerke Unterstützung erhalten. Die Hängewerke haben dann aber aus dem Dachwerke eine obere und aus der Balkenlage eine untere Belastung aufzunehmen, welche beide zu berücksichtigen sind.

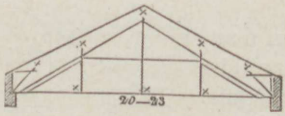
Es könnten hier die in den Figuren 20—24 skizzirten Dachwerke zur Uebung zerlegt werden, was mit den Angaben des vorigen Heftes keinerlei Schwierigkeit bieten kann.



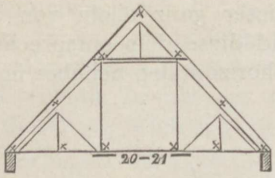
Figur 20.



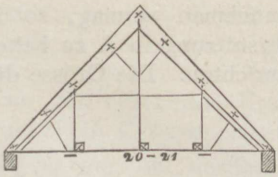
Figur 21.



Figur 22.



Figur 23.



Figur 24.

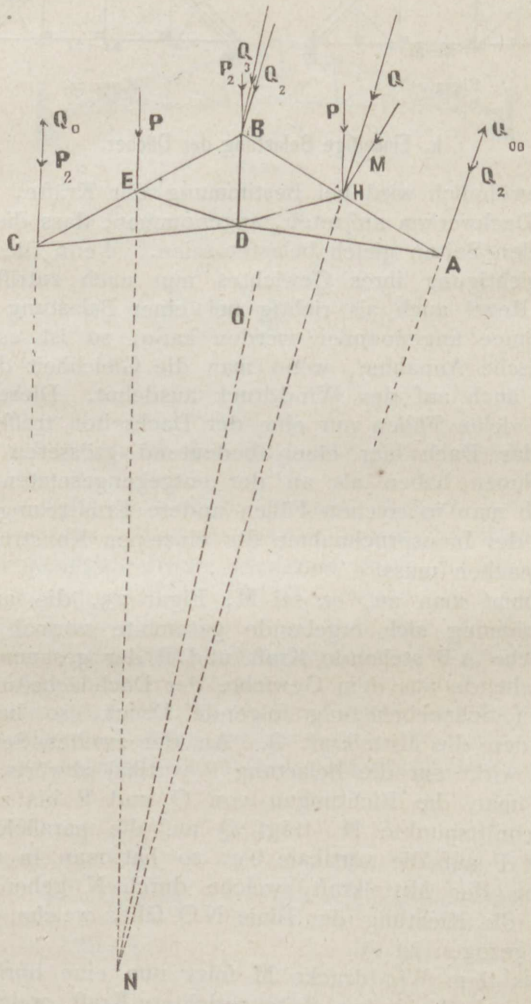
k. Einseitige Belastung der Dächer.

Gewöhnlich wird bei Bestimmung der Kräfte, welche in den Dachwerken auftreten, angenommen, dass dieselben auf beiden Seiten gleich belastet seien. Wenn dieses bei Berücksichtigung ihres Gewichtes nun auch zutrifft und in der Regel auch als richtig bei einer Belastung durch den Schnee angenommen werden kann, so ist es doch eine falsche Annahme, wenn man die Gleichheit der Belastung auch auf den Winddruck ausdehnt. Dieser wird in sehr vielen Fällen nur eine der Dachseiten treffen und dann das Dach hier einen bedeutend grösseren Druck aufzunehmen haben als an der entgegengesetzten Seite, wesshalb man in solchen Fällen andere Ermittelungen bezüglich der Inanspruchnahme der einzelnen Konstruktionstheile machen muss.

Nimmt man an, es sei M, Figur 25, die aus der Windströmung sich ergebende gesammte normal zu der Dachfläche A B stehende Kraft und P der gesammte vertikal stehende aus dem Gewichte der Dachfläche und der etwaigen Schneebelastung folgende Druck, so hat man aus beiden die Mittelkraft Q. An der zweiten Seite des Daches wirkt nur die Belastung P vertikal abwärts. Verlängert man die Richtungen von Q und P bis zu dem Durchschnittspunkte N, trägt Q auf die parallele Linie a b und P auf die vertikale b c, so hat man in a c die Richtung der Mittelkraft, welche durch N gehen muss, also in die Richtung der Linie N O fällt, welche parallel zu a c gezogen ist.

Aus dem Winddrucke M folgt nun eine horizontale von H nach der linken Seite gerichtete Kraft, welche von den Umfassungsmauern oder überhaupt den Unterstützungen in A und C aufgenommen werden muss. Ist nun diejenige Unterstützung, welche in C anzubringen ist, so beschaffen, dass dieselbe einen horizontalen Druck nicht

aufzunehmen vermag, so ist dieser ganz allein von der Unterstützung in A zu halten und diese dem entsprechend einzurichten. Die Grösse dieses horizontalen Schubes findet



Figur 25.

man sehr einfach aus M oder aus N O = a c, indem man eine dieser beiden Kräfte in horizontaler und vertikaler Richtung zerlegt. Fällt ein Theil der horizontalen Kraft

zur Aufnahme nach C, so hat man, um den Druck in diesem Punkte seiner Richtung nach zu finden, aus der in C dann vorhandenen horizontalen und vertikalen Kraft die Mittelkraft zu nehmen und die sich ergebende Richtung dieser als Richtung des Druckes in C anzunehmen.

Verlängert man jetzt, wo in C nur ein vertikaler Druck stattfinden soll, die vertikale durch C gehende Linie bis zum Durchschnittspunkte mit N O und zieht durch diesen und A eine Linie, so gibt diese die Richtung des in A vorhandenen Auflagedruckes an. Die Grösse dieser zwei Kräfte würde man demnach in c d und a d haben, wenn man diese beiden Linien durch a und c parallel zu den Kraftrichtungen in A und C zieht.

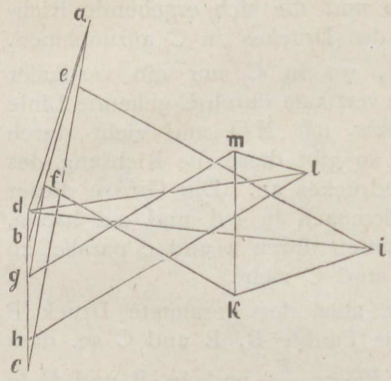
Es vertheilt sich nun aber der gesammte Druck P der Dachfläche B C auf die Punkte B, E und C so, dass in E zur Wirkung kommt $P_1 = \frac{P}{2}$ und in B und C je $P_2 = \frac{P}{4}$. Ebenso hat man aus dem Gesammtdruck Q auf der zweiten Dachseite A B in A und B die Drucke $Q_2 = \frac{Q}{4}$ und in H diejenigen $\frac{Q}{2} = Q_1$. In der Spitze des Daches wirken daher aus der einen Dachseite P_2 und aus der andern Q_2. Da diese beiden Kräfte verschiedene Richtungen haben, so muss man aus beiden die Mittelkraft bestimmen, welche Q_3 heissen mag.

In C ist der gesammte vertikale Druck gleich Q_0 gefunden, von diesem ist, um die Auflager-Reaktion zu erhalten, P_2 in Abzug zu bringen. In dem Punkte A ist aber Q_{00} der gesammte Druck und die Reaktion gleich $Q_{00} - Q_2$. Eigentlich kann man, weil Q_{00} und Q_2 nicht genau parallel liegen, wenn es sich um grosse Genauigkeit handeln würde, diese Subtraktion nicht ohne Weiteres vornehmen, es würde sich aber die wirkliche Reaktion, wenn man sie ermitteln wollte, von $Q_{00} - Q_2$ nur so unbedeutend unterscheiden, dass eine kaum merkliche Differenz eintreten würde, wesshalb man fast immer als Reaktion $Q_{00} - Q_2$ setzen kann.

Nachdem die Kräfte nun auf die einzelnen tragenden Punkte vertheilt sind, kann man zum Zeichnen des Kräfteplans schreiten.

Man trägt von a, Figur 26, anfangend nach e die Grösse der Kraft Q_2 ab, zieht e i parallel zu A B und d i

parallel zu A D, so hat man in e i den Druck, welcher in dem Sparrenende A H auftritt und in d i den Zug, den die Stange A D aufzunehmen hat. Trägt man dann weiter von e bis f die Kraft Q_1, welche in H wirkend ist, ab, so kann man, wenn man i f als Mittelkraft zu e f und e i denkt, diese zerlegen in f k und k i, erstere parallel zu dem Sparren A B, letztere parallel zu der Strebe D H. Es ist dann f k der Druck in dem Sparrenende B H und k i derjenige in der Strebe D H.

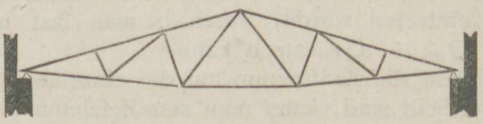


Figur 26.

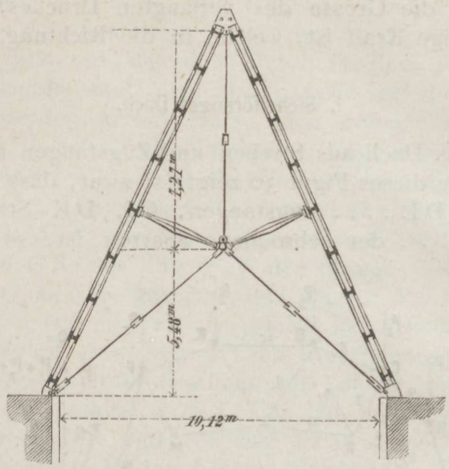
Nimmt man nun c h gleich P_2, zieht h l parallel zu B C und d l parallel zu CD, so hat man in l h den Sparrendruck in C E und in d l den Zug in der Stange C D. Dann erhält man analog dem Vorhergehenden, wenn man g h gleich dem in E auftretenden Drucke P_1 nimmt, in g m parallel zu B C den Druck in dem Sparrenende B E und in l m parallel zu D E den Druck in dieser Strebe. Zieht man dann noch m k vertikal, so gibt diese Linie die Grösse des Zuges in der Stange B D.

Verbindet man dann noch f und g durch eine gerade Linie, so muss diese der Grösse und Richtung nach gleich Q_3 sein.

Es würde sich hier empfehlen, wenn man zur Uebung die Dachkonstruktionen, welche in den Figuren 15, 17, 18 und 19 angegeben sind, in gleicher Weise behandelte und diese auch auf Dächer, wie die Figuren 27 und 28 etz. diese angeben, ausdehnte.



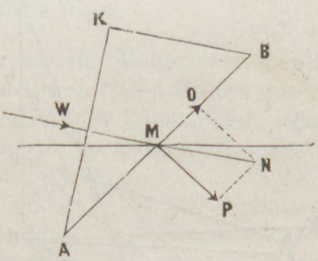
Figur 27.



Figur 28.

Zu diesen Bestimmungen hat man, um die Grösse der aus dem Winddruck resultirenden, vertikal zur Dachfläche stehenden Kraft zu finden, folgendes Verfahren einzuschlagen.

Man nimmt die Windrichtung W, Figur 29, gegen die horizontale Linie als unter β gleich 10 Grad geneigt an. Ist dann α der Neigungswinkel der Dachfläche ebenfalls gegen die Horizontale, so ist der Winkel zwischen der Dachfläche und der Windrichtung gleich $\gamma = \alpha + \beta = \alpha + 10^0$. Ist nun MN die Druckkraft, welche der Wind gegen ein Element der Dachfläche ausübt, so findet man daraus MP lothrecht zu AB und MO parallel zu AB. In dem Dreieck MNP ist bei P ein rechter Winkel, während der bei N liegende gleich γ ist. Um daher die normal zur Dachfläche gerichtete Kraft für die ganze Länge des Sparrens AB und eine Dachbreite gleich der Maasseinheit, also gleich 1 Meter zu finden, hat man einfach in B den Winkel ABK $= \gamma$ an die Richtung AB des Sparrens anzutragen und auf

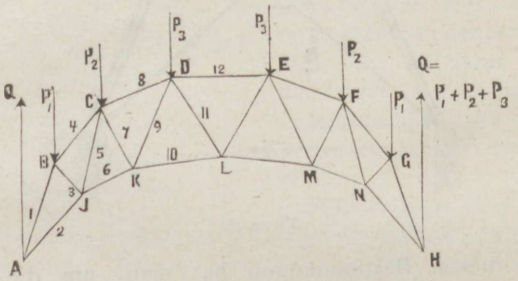


Figur 29.

den Winkelschenkel B K von A aus ein Loth zu fällen, so ist A K die Grösse des verlangten Druckes, während B K diejenige Kraft ist, welche in die Richtung des Sparrens fällt.

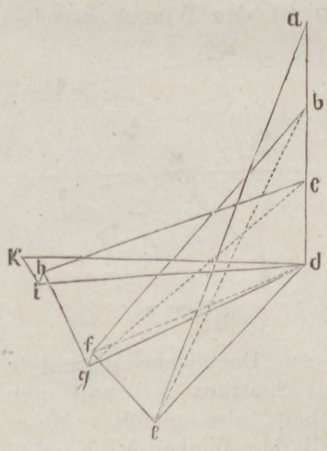
I. Sichelförmiges Dach.

Ist das Dach aus Streben und Zugstangen zusammengesetzt, wie dieses Figur 30 zeigt, so zwar, dass A I K L . . ., B I, K C, D L . . . . Zugstangen, C I, D K Streben und A B C D . . . . der gebrochene Sparren ist, so hat man,



Figur 30.

wenn belastet ist der Punkt B mit P1, Punkt C mit P2 und Punkt D mit P3 die Reaktion in A gleich Q = P1 + P2 + P3 und findet dann den Kräfteplan, wie dieses Figur 31 angegeben ist.



Figur 31.

Man trägt auf a d die Reaktion in A gleich Q, zieht a e parallel A B und d e parallel A I. Man hat hierdurch sofort die Druckspannung 1 in A B und die Zugspannung 2 in A I. Macht man nun a b gleich P1 gleich der Belastung des Punktes B und vereinigt a b und a e zu der Mittelkraft b e, zerlegt man dann diese in f e parallel zu B I und b f parallel zu B C, so hat man in ersterer den Zug, welcher auf die Stange B I kommt, während b f den Druck 4 in dem Sparrenende B C dar-

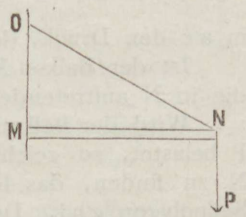
stellt. Die Mittelkraft zu b f und b d = Q — P_1 ist d f, diese zerlegt sich in f g und d g, von welchen f g parallel zur Strebe C I den Druck 5, welcher in dieser stattfindet, darstellt, während d g den Zug 6 in dem Stangenende I K repräsentirt und demnach parallel zu dieser Stange gezogen werden muss. Macht man weiter b c gleich P_2, gleich der Belastung des Punktes C und vereinigt b c, b f und f g zu der Mittelkraft e g, so kann man diese zerlegen in g h und h c. Es ist dann h c parallel zu C D der Druck 8, welcher in dem genannten Sparrenende wirkt und h g parallel zu C K der Zug 7 in der Stange C K, wesshalb g h parallel zu C K gezogen sein muss. Es ist nun c d gleich Q — (P_1 + P_2), also gleich P_3. Denkt man sich c h und e d zu einer von d nach h gerichteten Mittelkraft zusammengesetzt und bestimmt aus dieser h i parallel zu D K und i d parallel zu K L, so hat man den Druck 9 in der Strebe D K und den Zug 10 in dem Stangenende K L durch diese beiden Linien dargestellt. Zerlegt man dann d i noch in die horizontale Kraft d k und in eine solche k i parallel zu D L, so hat man die letzten in der einen Dachhälfte auftretenden Kräfte, und zwar in d k den Druck 12 in dem oberen horizontalen Sparrenende D E und in k i den Zug 11 in der Stange D L.

Konstruktion der Träger.

a. Einseitig befestigte Träger.

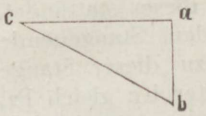
Sind die Balken nicht lang aus der Mauer vorstehend, so können dieselben dadurch an ihren freien Enden unterstützt werden, dass sie entweder durch Zugstangen, oder aber durch Streben mit dem Mauerwerke verbunden werden.

Ist der Balken M N, Figur 32, welcher horizontal mit einem Ende M eingemauert ist, so belastet, dass derselbe die Last ohne Unterstützung nicht aufzunehmen vermag, so bringt man die Zugstange N O an, welche das freie Ende des Balkens mit einem über M gelegenen Punkte solide verbindet. Es zerlegt sich dann die in N auftretende Belastung (entweder die ganze nur in N

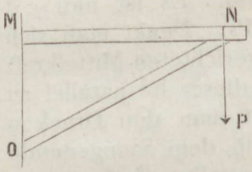


Figur 32.

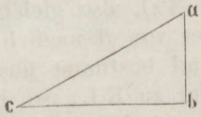
angebrachte Belastung oder der auf N entfallende Theil einer andern Last) in zwei Seitenkräfte, die in die Richtung der Stange N O und in die Horizontale M N des Balkens fallen. Die erstere ist ziehend, die letztere pressend. Die Grösse dieser Kräfte findet man durch den Kräfteplan Figur 33. Man trägt auf die vertikale Linie a b die Belastung P auf und zieht durch a horizontal oder parallel mit M N die Linie a c und durch b parallel mit N O diejenige b c.



Figur 33.



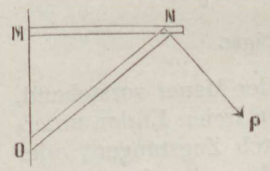
Figur 34.



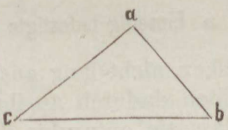
Figur 35.

Bei Figur 34 ist der Balken M N durch die Strebe N O gestützt und in N mit P belastet. Man hat hier Figur 35 den Kräfteplan. Es ist a b = P, b c der Zug in M N und a c parallel mit der Strebe N O der Druck in dieser.

Wirkt, Figur 36, die Last in N nicht lothrecht zu M N, sondern trifft P die horizontale Richtung des Balkens M N unter einem beliebigen Winkel, so zieht man, Figur 37, a b parallel zu der Richtung von P und macht die Länge dieser Linie gleich der Grösse von P. Dann zieht man b c horizontal oder parallel zu M N und a c parallel zu N O. Man hat dann in b c den Zug, welchem der Balken MN und in a c den Druck, dem die Strebe N O ausgesetzt ist.



Figur 36.



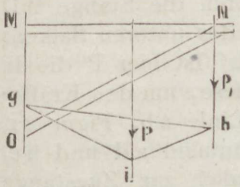
Figur 37.

Ist der Balken M N gleichförmig belastet, so hat man die in N auftretende Kraft P gleich der halben Belastung.

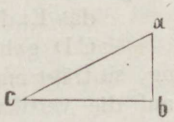
Wird der Balken M N an einer beliebigen Stelle durch P belastet, so zeichnet man, um die Drücke in M und N zu finden, das Kräftepolygon d m f und darnach das Seilpolygon g h i. Der Strahl m e, welcher parallel zu der Schlusslinie g h des Seilpolygons liegt, theilt dann d f = P in d e = P_2 und e f = P_1, von welchen P_1 in N wirkend

ist. Man hat daher in dem Dreieck a b c, Figur 38 A, wie vorher den Kräfteplan.

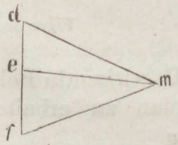
Wirkt die Kraft P, welche der Balken M N beansprucht, nicht lothrecht zu M N, sondern unter einem beliebigen spitzen oder stumpfen Winkel, so kann man diese auf die Punkte M und N so vertheilen, dass in N nur



Figur 38.



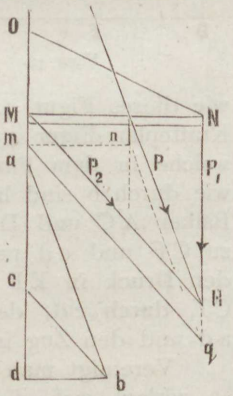
Figur 38 A.



Figur 38 B.

eine lothrechte Kraft P_1 wirkend ist. Verlängert man, um die Richtung der in M dann wirkenden Kraft zu finden, die Richtung von P, bis diese die vertikal durch N gehende Linie in R schneidet, so muss die gerade Verbindungslinie zwischen M und R die gesuchte Richtung angeben. Um nun die Grösse der zwei Kräfte P_1 und P_2 zu finden, zieht man a b parallel zu P und trägt auf dieser Linie die Grösse von P ab. Dann zieht man durch a die vertikale Linie a c und durch b eine solche parallel zu M R, so ist a c = P_1 und b c = P_2. Die letztere Kraft zerlegt sich dann in die horizontale b d und die vertikale d c, welcher die Unterstützung des Balkens in M Widerstand leisten muss.

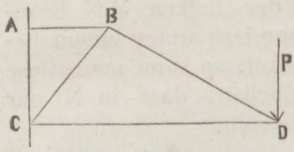
Gestattet es der Platz nicht, die Richtung der Kraft P_2 in der angegebenen Weise zu bestimmen, so kann man diese auch finden, wenn man die Kraft P gleich a b in die horizontale und vertikale Kraft b d und a d zerlegt, dann die letztere durch das Seilpolygon auf die Punkte M und N vertheilt und daraus b c findet. Das Seilpolygon ist durch punktirte Linien in m n q in Figur 39 angegeben.



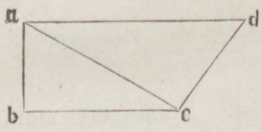
Figur 39.

Genügt die einfache Zugstange, wie dieselbe zur Unterstützung des Balkens bisher angenommen, nicht, so kann man die Fachwerkskonstruktion, wie dieselbe Figur 40

dargestellt wurde, zur Anwendung bringen. Es ist daselbst A B ein parallel zu C D liegender Balken, dessen Endpunkt B mit dem festen Punkte C des zweiten Balkens durch die Strebe B C verbunden, also sicher gestützt ist. An B ist dann durch die Stange B D das Ende D des unteren Balkens C D gehängt. Ist hier P die in D wirkende Belastung, so trägt man diese, um den Kräfteplan zu erhalten, auf die vertikale Linie a b, Figur 41, zieht die horizontalen a d und b c, ferner a c parallel zur Zugstange B D und c d parallel zur Strebe C B und hat dann in a c den Zug in der Stange B D, in b c den Druck in dem Balken C D, in a d den Zug in dem Balken A B und schliesslich in c d den Druck in der Strebe B C.

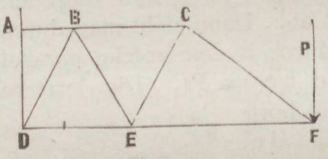


Figur 40.

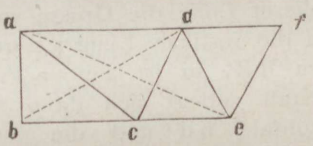


Figur 41.

Ist die Konstruktion des Trägers in derselben Weise aber mit zwei Streben und zwei Zugstangen angeordnet,



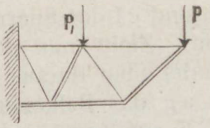
Figur 42.



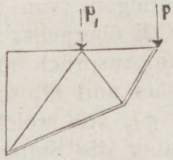
Figur 43.

wie dieses Figur 42 dargestellt wurde, so hat man den Kräfteplan Figur 43. Es ist a b gleich der Belastung P, welche in dem Punkte F wirkend ist. Durch a ebenso wie durch b sind horizontale Linien, parallel zu den zwei Balken A C und D F gezogen und dann ist a c parallel zu C F und c d parallel zu C E gelegt. Man hat dann den Druck in E F durch b c, den Druck in der Strebe C E durch c d, den Zug in dem Balkenende B C durch a d und den Zug in der Stange C F durch a c dargestellt.

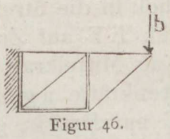
Vereinigt man nun b c und c d zu der Mittelkraft b d, so zerlegt sich diese in b e, d. h. den Druck in dem Balkenstücke D E und e d gleich dem Zuge in der Stange B E. Bestimmt man dann noch die Mittelkraft a e aus a f und d e und zerlegt diese in a f und f e, so hat man in diesen beiden Kräften den Zug in A B und den Druck in B D.



Figur 44.

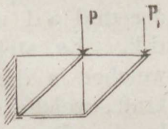


Figur 45.



Figur 46.

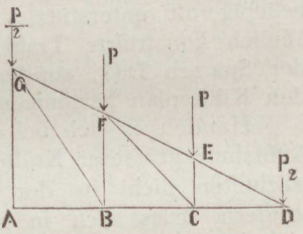
Als Uebungsaufgaben können zu den Figuren 44—46 angegebenen Trägern die Kräftepläne gezeichnet werden und zwar einmal nur mit der Belastung P am Ende der Träger und sodann mit den Lasten P und P1, von denen die eine am Ende, die zweite P1 an dem zwischen Ende und Befestigungsstelle liegenden Knotenpunkte angreift.



Figur 47.

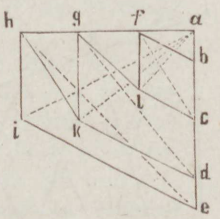
Zu den Trägern, welche einseitig befestigt sind, gehören auch die gewöhnlich mit dem Namen *Perrondächer* bezeichneten Dachwerke, welche z. B. einen Raum ausserhalb eines Gebäudes überdecken sollen, ohne eine weitere Stütze zu haben als die, welche demselben an dem Gebäude zu geben ist.

Ist z. B., Figur 48, D G ein Sparren, welcher durch die Streben E C, F B und G A, sowie die Zugstangen F C und G B mit dem horizontalen Balken A D verbunden ist und sind die Punkte F und E mit P, dagegen G und D mit $\frac{P}{2}$ belastet, so zeichnet man den Kräfteplan Figur 49 auf folgende Weise:



Figur 48.

Auf die vertikale Linie a e trägt man a b $= \frac{P}{2}$, zieht a f horizontal und b f parallel zum Sparren, so hat man in a f den Druck, welcher in das Balkenende D C übergeht, während b f der Zug ist, welcher in dem Sparrenende D E auftritt. Macht man dann b c gleich P und vereinigt diese Kraft mit dem Zuge b f zu der Mittelkraft c f, so kann man diese in die vertikale f l und die parallel zum Sparren D G



Figur 49.

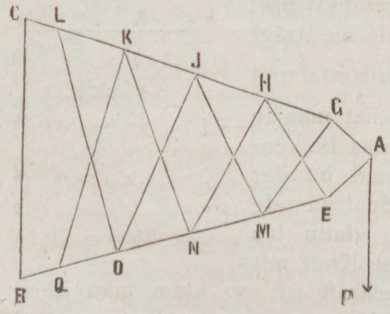
liegende Kraft c l zerlegen, von welchen die erstere als Druck in die Strebe C E übergeht, während c l das Sparrenstück E F auf Zug in Anspruch nimmt. Zieht man dann a l als Mittelkraft zu a f und f l, so findet man daraus die Seitenkräfte a g und g l, von welchen a g das Balkenende B C auf Druck, g l aber die Stange C F auf Zug belastet.

Macht man weiter c d gleich P, gleich der Kraft in dem Knotenpunkte F, so hat man d g als Mittelkraft zu a g und a d und findet daraus die Seitenkräfte g k und d k. Es steht g k vertikal und stellt den Druck dar, welcher in die Strebe B F übergeht, während d k die Zugkraft, welche die Stange C F aufzunehmen hat, bezeichnet. In dem Punkte B sind dann wirkend g k und a g, welche sich zu a k zusammensetzen. Aus a k erhält man dann k h parallel zu B G als Zug in dieser Stange und a h horizontal als Druck in dem Balkentheile A B. Zuletzt findet man, wenn man d e gleich $\frac{P}{2}$, gleich dem Drucke in G gemacht hat, aus h e der Mittelkraft zu a e und a h die vertikale, in die Strebe A G übergehende Kraft h i und die in den Sparren von F bis G fallende Zugkraft e i.

In gleicher Weise kann man selbstverständlich für beliebig oft unterstützte Sparren und ebenso für andere ähnlich konstruirte Tragkonstruktionen, bei denen nicht der Sparren D G, sondern der Balken A D belastet ist, den Kräfteplan bestimmen.

Handelt es sich bei einseitig befestigten Trägern um Aufnahme grösserer Kräfte, so kann man die vorher betrachteten nicht in der erforderlichen Weise herstellen, sondern muss sich in solchen Fällen der Gitterträger bedienen.

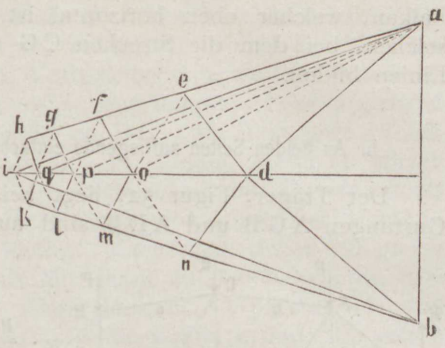
Ein solcher ist Figur 50 dargestellt. Derselbe ist bei A mit P lothrecht zu der Längenrichtung belastet und bei C und B befestigt. Die Stäbe C G und B E gerade und durch zwischengestellte Kreuze, deren Stäbe auf Druck und Zug in Anspruch genommen werden, gehalten, während die Punkte G und E



Figur 50.

mit A durch Stangen verbunden werden, welche von den Richtungen der Stangen C G und B E abweichen.

Um den Kräfteplan Figur 51 zu erhalten, macht man a b gleich der Kraft P und zerlegt diese in zwei Kräfte a d und b d, welche gleiche Richtung mit den Stangen A E und A G haben, von denen a d drükkend, a b dagegen ziehend wirkend ist.



Figur 51.

Zerlegt man nun a d in die Kräfte a e und d e, und b d in diejenigen b n und d n, welche nach einander parallel sind zu G H, H E, E M und M G, so hat man die Kräfte, welche in G H und H E ziehend in E M und M G aber pressend wirken.

In dem Punkte H treffen nun vier Kräfte zusammen und zwar diejenigen, welche in G H, H E, I H sowie I M wirkend sind. Die beiden ersten in G H und H E, und zwar b n und d e, sind bekannt. Vereinigt man diese zu einer Mittelkraft b o, was einfach dadurch geschieht, dass man n o parallel d e zieht und das Polygon b n o durch b o schliesst, so hat man die fehlenden in H wirkenden zwei Kräfte, wenn man b o in o m und b m parallel zu H N und H I zerlegt. Ebenso findet man für den Punkt M aus a e und d n die Mittelkraft a o und daraus die zwei Kräfte o f und a f, welche in M I und M N zur Wirkung kommen.

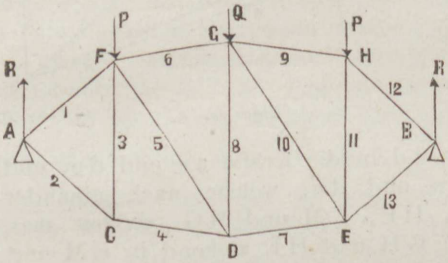
In gleicher Weise fährt man fort, bis man zu den Punkten L und Q gekommen ist und q h als Zug in L O, q k als Druck in K Q, a h als Druck in O Q und b k als Zug in L K gefunden hat. Bestimmt man dann noch die Mittelkräfte aus q k und a h, ebenso wie zu q h und b k, welche gleich a i und b i sind, so hat man in ersterer den in B wirkenden Druck und in letzterer den Zug, welcher in C auftritt.

Sind die Balken A G C und A E B ungleich geneigt, so bleibt die Konstruktion des Kräfteplanes dieselbe, es

wird derselbe dann nur komplizirter, weil unsymmetrisch. Ebenso findet man leicht den Kräfteplan für einen solchen Balken, welcher oben horizontal ist und auch für einen solchen, bei dem die Strecken C G und B E gebrochene Linien bilden.

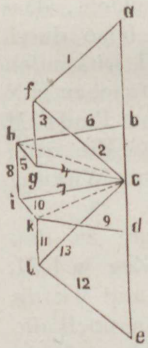
b. An beiden Seiten aufliegende einfache Fachwerksträger.

Der Träger, Figur 52, liegt bei A und B auf. Die Gurtungen A G B und A D B sind aus einzelnen geraden Balken gebildet, welche in den Knotenpunkten F, C, G, D .... und in den Auflagerpunkten A und B zusammenstossen, durch Streben und Zugstangen in ihrer Lage erhalten werden.



Figur 52.

Nimmt man die Belastung des Punktes G gleich Q und diejenige der Punkte F und H gleich P, so hat man die Auflager-Reaktionen in A und B gleich $R = P + \frac{Q}{2}$ und findet dann zunächst den Druck in A F und den Zug in A C, wenn man a c, Figur 53, gleich R macht und a f, sowie c f parallel zu den genannten Strecken zieht.

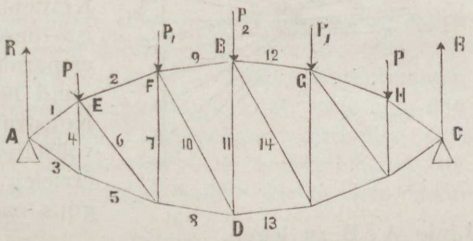


Figur 53.

In dem Punkte C treten nun drei Kräfte auf, welche in die Richtungen der Stangen A C, C D und C F fallen. Von diesen Kräften ist diejenige 2 in A C liegend bekannt, man findet also die zwei andern, wenn man die Kraft 2 gleich c f in zwei Seitenkräfte zerlegt, deren Richtungen parallel zu C F und C D liegen. Es ist dieses geschehen, wenn man c g und f g in der verlangten Lage zieht. Geht man nun zu dem Knotenpunkte F über, so hat man hier als bekannte Kräfte wirkend P, 1 in A F und 3 in C F, dagegen unbekannt die Kräfte 5 in D F und 6 in F G. Vereinigt man daher die bekannten Kräfte zu einer Mittelkraft gleich b g und zerlegt

diese in g h und b h parallel zu D F und F G, so hat man hierdurch die Grösse der Kräfte 5 und 6 gefunden.

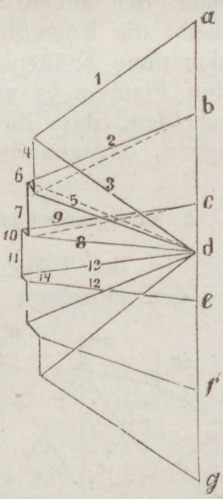
In dem Knotenpunkte D wirken nun als bekannt die Kräfte 4 und 5 und als unbekannt 7 und 8. Man hat demnach analog dem Vorhergehenden c h als Mittelkraft zu c g = 4 und g h = 5 und daraus c i = 7 parallel D E und h i = 8 parallel zu D G. Es folgt jetzt in der Reihe der Knotenpunkt G. In diesem wirken 6 gleich b h in der Richtung F G, 8 gleich h i und Q vertikal als bekannte und 10 in E G fallend, sowie 9 in der Richtung G H als unbekannte Kräfte. Macht man daher b d gleich Q, so hat man d i als Mittelkraft zu den bekannten drei Kräften. Zerlegt man diese dann in d k parallel G H und i k parallel E G, so hat man die Kräfte 9 und 10, welche unbekannt waren.



Figur 54.

Für den Knotenpunkt E findet man dann aus i k gleich 10 und c i gleich 7 die vertikale Kraft k l gleich 11 und c l gleich 13 und schliesslich in dem Punkte H, wenn man noch d e gleich P macht l e gleich der Kraft 12 parallel zu B H.

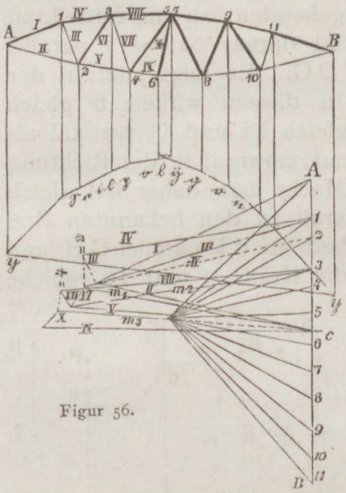
Für den Balken A B C D, Figur 54, welcher sechs Felder hat, während der vorige deren vier hatte, findet man den Kräfteplan genau in derselben Weise und so wie derselbe in Figur 55 dargestellt wurde. Wirken in E und H die Kräfte P, in F und G diejenigen P_1 und in B die Kraft P_2, so hat man die Reaktion in A und C gleich $P + P_1 + \frac{P_2}{2}$ und hat demnach, um den Kräfteplan zu zeichnen, a b = g f = P, b c = e f = P_1 und c d = d e = $\frac{P_2}{2}$ zu machen, dann aber genau wie vorher zu verfahren.



Figur 55.

Ebenso ist noch in der Figur 56

ein Fachwerksträger ganz beliebiger Form angegeben, bei welchem die Knotenpunkte durch die Kräfte 1, 2, 3, 4 .... in Anspruch genommen werden. Man bestimmt hier die Reaktionen in A und B durch Aufzeichnen des Kräfte- und Seilpolygons und findet für A die Reaktion A c, für B aber diejenige B c. Der Kräfteplan ist dann in der vorher angegebenen Weise zu ermitteln.



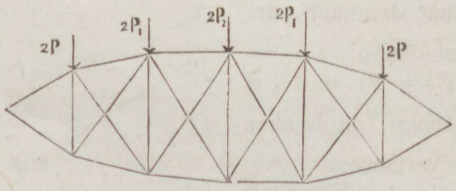
Figur 56.

In der Figur ist der Pol des Kräftepolygons an der linken Seite von A c B gelegt und demnach in den Kräfteplan gefallen. Es ist dieses nur der Raumersparniss wegen geschehen und bei auszuführenden Konstruktionen, um eine vollständige Deutlichkeit zu erzielen, der Pol des Polygons nach rechts von der Linie A c B zu legen.

Liegen bei den Figuren 52 und 54 dargestellten Trägern die geneigten Stangen nicht von der rechten nach der linken Seite geneigt, sondern umgekehrt, so bleibt die Konstruktion wie vorher angegeben und finden sich dann Kräftepläne, welche von denjenigen, welche in den Figuren 53 und 55 gefunden, nur dadurch unterscheiden, dass die Punkte a nicht oben, sondern unten liegen, dagegen die Punkte e und g nach oben fallen.

c. An den Enden aufliegende zusammengesetzte Fachwerksträger.

Ist der Träger, wie dieses Figur 57 angegeben ist, in den einzelnen Feldern mit gekreuzten Stangen ausgerüstet, so kann man denselben als aus zwei Trägern zusammengesetzt betrachten, von denen der eine mit rechts, der



Figur 57.

andere mit links geneigter Diagonalstange versehen ist, und auch den Kräfteplan herstellen, indem man zwei Träger annimmt, welche an den Knotenpunkten nur mit den halben Lasten versehen sind. Es hat demnach die Ermittelung der Kräfte in den einzelnen Konstruktionstheilen keinerlei Schwierigkeit.

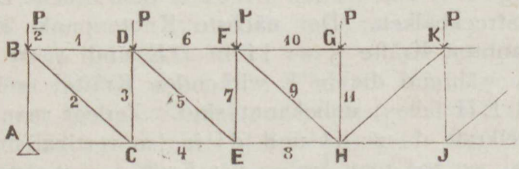
Uebrigens bleibt das Verfahren des Zeichnens des Kräfteplanes ganz ungeändert, wenn eine der Gurtungen horizontale Richtung hat oder allgemein, wenn die beiden Gurtungen keine übereinstimmende Form haben.

d. Einfache Träger mit parallelen Gurtungen und gleichförmiger Belastung.

Sind beide Gurtungen des Trägers horizontal, also dieser überall von gleicher Höhe, und sind die einzelnen Knotenpunkte durch gleiche Kräfte in Anspruch genommen, so kommen verschiedene Verbindungsweisen zwischen den Gurtungen vor und diesen entsprechend vertheilen sich auch die Belastungen verschieden. Die vorzüglichsten der hierher gehörigen Konstruktionen wollen wir in dem Nachfolgenden betrachten.

α. Der Träger ist in der oberen Gurtung belastet, die Streben stehen vertikal, die Zugstangen sind geneigt und der Träger zur Mitte G H symmetrisch.

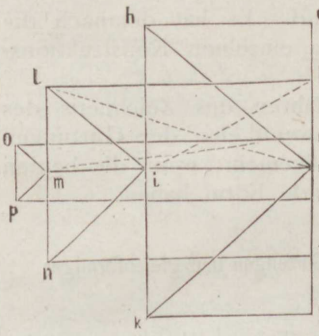
Es sei, Figur 58, B K die obere Gurtung, deren Mitte bei G liege. Ferner sei A I die untere Gurtung, beide durch die Streben A B, C D, E F . . . . und die Zug-



Figur 58.

stangen B C, D E, F H . . . . verbunden. Die Belastung sei in den Knotenpunkten D, F, G . . . . gleich P und in den beiden Knoten über den Auflagern gleich $\frac{P}{2}$, dann hat man, da hier zwischen den Endpunkten 5 belastete

Knoten vorhanden sind, die Auflager-Reaktion gleich $\frac{5P}{2}$. Der Kräfteplan ergibt sich nun wie Figur 59.



Figur 59.

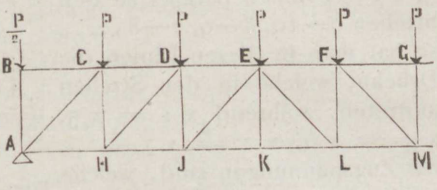
Es ist $ab = bc = ce = ef = fg = P$, ferner $cd = de = \frac{P}{2}$, also $ad = dg = \frac{5P}{2}$ gleich der Reaktion der Auflagerpunkte.

Offenbar würde dieser Balken dieselbe Tragfähigkeit besitzen, wenn derselbe nicht bei A, sondern bei B aufgelegt wäre, und die Strebe AB und das Stangenende AC überhaupt fehlten. Hieraus folgt aber sofort, dass die Strebe AB die ganze Reaktion $\frac{5P}{2}$ aufzunehmen hat und dass AC unbelastet bleibt.

Zerlegt man nun ad horizontal und zur Richtung der Strebe BC parallel in die Seitenkräfte ah und dh, so hat man die in den Streben 1 und 2 auftretenden Kräfte. Zerlegt man dann $dh = 2$ als die einzige in C vorhandene Kraft in die Kräfte hi vertikal und di horizontal, so hat man in der ersteren den Druck 3 in der Strebe CD und in der letzteren den Zug 4 in dem Stangenende CE. Für den Knotenpunkt D sind nun bekannt 1 in BD, 3 in CD und ausserdem die Belastung P. Vereinigt man daher $ab = P$, $ah = 1$ und $hi = 3$ zu der Mittelkraft bi und zerlegt diese in il und bl, so ist il der Zug 5 in der Stange DE und bl der Druck in dem Stücke DF des oberen Streckbalken. Der nächste Knotenpunkt E weist die bekannten Kräfte $5 = li$ in DE und $4 = di$ in CE auf, während die in E wirkenden Kräfte, welche in EF und EH fallen, unbekannt sind. Zerlegt man daher die Mittelkraft dl zu il und di in lm vertikal und dm horizontal, so hat man $lm =$ der Kraft 7 und dm gleich derjenigen 8. In gleicher Weise fortfahrend findet man für den Punkt F die Kräfte 9 gleich om und 10 gleich co, ferner für die mittlere Strebe GH die Kraft $op = P$ und für die sämmtlichen in der zweiten Balkenhälfte liegenden belasteten Theile dieselben Kräfte wie für diejenigen der ersten Hälfte.

β. Der Träger ist in der oberen Gurtung belastet, die Zugstangen stehen vertikal und die Streben geneigt. Der Balken ist zur mittleren Stange E K symmetrisch.

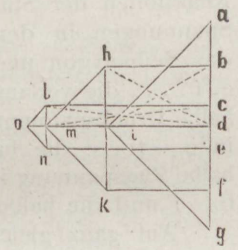
Figur 60 ist B G die obere in C, D, E . . . . mit P und in B über der Auflagerstelle mit $\frac{P}{2}$ belastete Gurtung. Die untere Gurtung heisst A M, die Streben A C, H D, I E...., die Zugstangen aber C H, D I, E K . . . .



Figur 60.

Die Strebe A B am Ende des Trägers ist mit $\frac{P}{2}$ belastet, da diese nur den Druck, welcher in B wirkend ist, nach A zu übertragen hat. Das Stück B C der oberen Gurtung hat eine Druckspannung nicht aufzunehmen.

Man macht, Figur 61, a b = b c = e f = f g = P und c d = d e = $\frac{P}{2}$; a d = $2\frac{1}{2}$ P ist die Auflager-Reaktion.

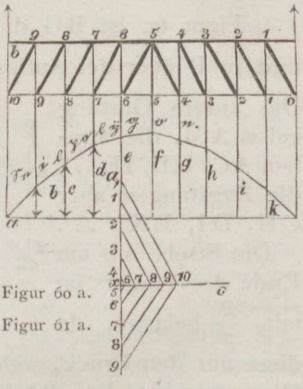


Figur 61.

d i horizontal, a i parallel zu A C gibt die Zugkraft 1 und die Druckkraft 2. Die Kräfte 2 und P = a b geben die Mittelkraft b i und daraus finden sich b h = 4 als Druck in C D und h i = 3 als Zug in C H; d h ist die Mittelkraft zu 3 = h i und 4 = d i. Diese zerlegt sich in h m = 6 parallel zu D H und d m = 5 horizontal. Ferner hat man zu 4 = b h, P = b c und h = h m als Mittelkraft c m und daraus die Seitenkräfte l m = 7 und c l = 8 als diejenigen Kräfte, welche in D I und D E wirkend sind. Setzt man die Konstruktion fort bis zur mittleren Zugstange E K und kopirt den erhaltenen für denselben Balken geltenden Plan in umgekehrter Richtung, so erhält man den für den ganzen Balken gültigen Plan und findet die Stange E K unbelastet.

Man kann hier auch auf eine oft einfachere Weise zum Ziele gelangen. Der Träger, Figur 60 a, mit vertikalen Zugstangen und geneigten Streben sei, wie solches auch vorher angenommen gleichförmig belastet.

Zeichnet man den Kräfteplan Figur 61 a und zwar so, dass der Pol o von a1 9 um 2 h gleich der zweifachen Trägerhöhe absteht und in der Mitte vor a1 9 liegt, so ist a1 x = x 9 die Auflager-Reaktion. Zieht man dann durch a1, 1, 2, 3, 4 . . . . Linien parallel zu den Streben 9—10, 8—9, 7—8 . . . . , so hat man in diesen Linien die Drücke, welche in den Streben auftreten, während x 4 = x 5, x 3 = x 6, x 2 = x 7 . . . . . die Zugspannungen sind, welche in die Stangen 6 = 4, 7 = 3, 8 = 2 übergehen. Die mittlere Stange 5 ist unbelastet und die Endstreben b und a1 haben die Reaktionen der Stützpunkte aufzunehmen. Um dann die Spannungen in den Gurtungen zu finden, zeichnet man das Seilpolygon und hat dann in den Ordinalen b, c, d, e, f . . . . die verlangten Spannungen, so zwar, dass b die halbe Druckspannung in 8—9 und die halbe Zugspannung in 9—10, c die halbe Druckspannung in 7—8 und die halbe Zugspannung in 8—9, d die halbe Druckspannung in 6—7 und die halbe Zugspannung in 7—8 und so fort ist.



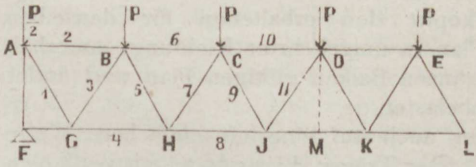
Figur 60 a.

Figur 61 a.

Auf ganz gleiche Weise kann man auch die Träger nach dem Systeme Figur 58, bei welchem die Streben vertikal, die Zugstangen aber geneigt stehen, behandeln.

γ. Der Träger ist in der oberen Gurtung belastet, die Streben stehen, ebenso wie die Zugstangen geneigt. System des gleichschenkeligen Dreiecks.

Der Figur 62 skizzirte Träger hat in den Knotenpunkten B, C, D . . . . die Lasten P aufzunehmen und ist in A über der Unterstützung F, ebenso an der entgegengesetzten Seite mit $\frac{P}{2}$ belastet.

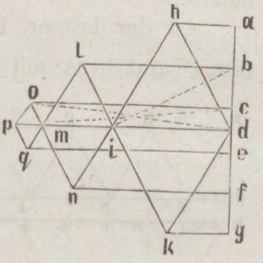


Figur 62.

Der vertikale Stab A F hat demnach die Auflager-Reaktion gleich

$\frac{5\,P}{2}$ aufzunehmen, wenn die Linie D M als Mittellinie des Trägers angesehen wird.

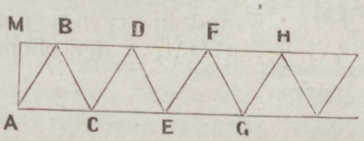
Macht man daher, Figur 63, auf einer vertikalen Linie a b = b c = f g = e f = P und c d = d e = $\frac{P}{2}$, zieht a h horizontal und d h parallel zu A G, so ist a h = 2 der Druck in A B und d h = 1 der Zug in A G. Das Stück F G der unteren Gurtung ist unbelastet.



Figur 63.

In dem Punkte G wirkt also nur die bekannte Kraft d h = 1, während daselbst in der Strebe B G der Druck 3 und in der unteren Gurtung der Zug 4 auftritt. Es muss also 1 = d h die Mittelkraft zu 3 = h i parallel zu B G und 4 = d i horizontal oder parallel zu G H sein, um die Grössen dieser Kräfte zu finden. In dem folgenden Knotenpunkte B sind als bekannt die Kräfte 2, 3 und P, als unbekannt aber 5 und 6 wirkend. Vereinigt man daher a h = 2, h i = 3 und a b = P zu einer Mittelkraft b i und zerlegt diese in b l = 6 und l i = 5 parallel zu B H, so hat man in b l und l i die zwei unbekannten Kräfte gefunden. Geht man jetzt zu dem Knotenpunkte H über, so hat man die bekannten Kräfte 4 und 5, welche sich in dem Kräfteplane in d i und l i darstellen und zu denen d l die Mittelkraft bildet. Da dann in H die zwei unbekannten Kräfte 7 und 8 wirkend sind, so muss man d l in l m = 7 parallel zu C H und d m = 8 parallel H I zerlegen. So fortfahrend findet man dann leicht die noch übrigen Kräfte bis zur Mitte des Balkens und kann dann, da der Träger symmetrisch ist, den Kräfteplan durch Kopiren der gefundenen Hälfte ergänzen.

In ganz gleicher Weise bestimmt man auch den Kräfteplan für den Figur 64 angegebenen Träger, bei welchem die obere Gurtung belastet ist, aber die Stäbe A B, C D, E F .... die Streben sind. Der Endstab B M ist ebenso wie das obere Gurtungsstück M B unbelastet und die Reaktion in A ist, wenn die einzelnen Knotenpunkte

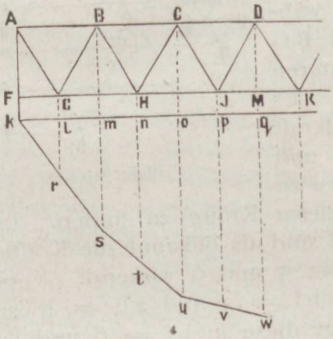


Figur 64.

B, D, F .... mit je P belastet werden, die Zahl der Knotenpunkte aber n ist, gleich $\frac{n\,P}{2}$.

Man kann für diese Träger ebenfalls ein anderes Verfahren zur Anwendung bringen, um die einzelnen Kräfte zu ermitteln, welches auch dann noch Giltigkeit behält, wenn die Streben und Zugstangen verschiedene Neigungen haben.

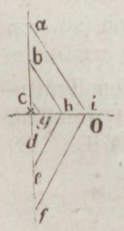
Ist der Träger, Figur 65, in den Punkten B, C, D .... mit P und in A mit $\frac{P}{2}$, also ebenso wie bei Figur 62 angenommen wurde, belastet, so hat man die Auflager-Reaktion gleich $\frac{5\,P}{2}$, vorausgesetzt, dass D M auch hier die Mitte des Trägers ist. Macht man a x gleich $x\,f = \frac{5\,P}{2}$ und $a\,b = b\,c = 2\,c\,x = 2\,x\,d = d\,e = e\,f = P$, zieht x o lothrecht zu a f durch x und a i, b h, c g parallel zu A G, B H ....., ebenso f i, e h, d g parallel zu B G, C H ....., so hat man



Figur 65.

in a i den Zug in der Stange A G,
„ b h „ „ „ „ „ B H,
„ c g „ „ „ „ „ C H,
„ d g „ Druck „ „ Strebe D I,
„ e h „ „ „ „ „ C H,
„ f i „ „ „ „ „ B G.

Nimmt man dann o als Pol des Kräftepolygons, so dass x o = h gleich der Höhe des Trägers ist, und zeichnet nach den Strahlen a o, b o, c o .... das Seilpolygon k q w, so hat man in m s, o u, q w .... die Züge in den Theilen G H, H I, I K .... der unteren, und in l r, n t, p v die Drücke in A B, B C, C D .... der oberen Gurtung.

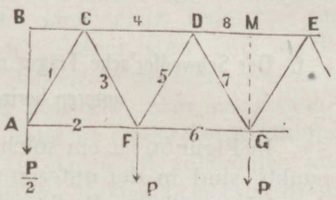


Figur 66.

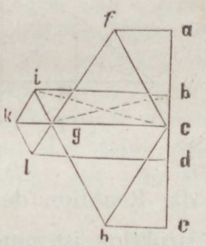
δ. Die Träger, wie dieselben in dem Abschnitte d angegeben, sind in der unteren Gurtung gleichmässig belastet.

Das Verzeichnen der Kräftepläne bei Trägern mit parallelen Gurtungen ist ganz gleich, ob dieselben in ihrer oberen oder unteren Gurtung belastet sind. Wir wollen desshalb nur bei einem Träger und zwar einem nach dem System des gleichschenkeligen Dreiecks bei einer unteren Belastung die Kräfte ermitteln.

Ist der Träger, Figur 67, in den unteren Punkten F; G . . . . mit P belastet und ist G M die Mitte desselben, so hat man die Reaktion in A gleich $\frac{3P}{2}$. Man hat also a c = c e gleich $\frac{3P}{2}$ zu machen und a b = d e gleich P. Dann ist e h der Zug in A F, c h parallel zu A C der Druck in A C, ferner ist h g parallel zu C F der Zug in dieser Stange und c g der Druck in C D. Für den Punkt F hat man dann aus 3 = h g, 2 = h e und P = d e die Mittelkraft d g und daraus die Seitenkräfte 5 = g l als Druck für D F und d e = 6 als Zugkraft für F G. Weiter hat man in D aus den Kräften 5 = g l und 4 = c g die Mittelkraft c l, woraus sich l k = 7 und c k = 8 finden, welche erste Kraft die Stange D G belastet, während die andere pressend in D E auftritt.



Figur 67.



Figur 68.

e. Zusammengesetzte Träger mit parallelen Gurtungen und gleichförmigen Belastungen.

Haben die Träger gekreuzte Zugstangen und Streben, so betrachtet man dieselben, wie unter c angegeben wurde, wie zwei einfache Träger mit der halben Belastung. So würde z. B. aus zwei Trägern, wie dieselben in den Figuren 58 und 60 dargestellt wurden, ein solcher folgen, bei welchem die Gurtungen und vertikalen Stangen zusammenfallen, während die Diagonalstangen sich in den einzelnen rechteckigen Feldern kreuzen würden, so zwar, dass in jedem der entstandenen Felder eine Strebe und eine Zug-

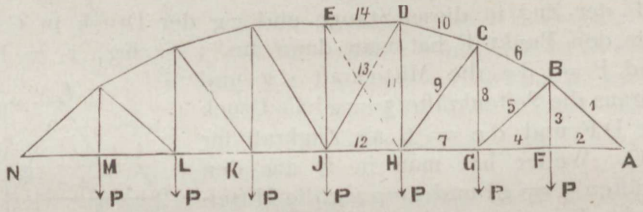
stange zu liegen kommt. Die vertikalen Stangen erhalten die Wirkung einer Zug- und einer Druckkraft, deren Differenz konstant ausfällt, so dass diese über den ganzen Träger die gleiche Belastung aufzunehmen haben.

Ebenso erhält man aus zwei Trägern, Figur 62 und 64, einen nach dem System der gleichschenkeligen Dreiecke gebildeten zusammengesetzten Träger.

Die Gurtungen haben selbstverständlich die Summen der sich aus den einfachen Trägern ergebenden Spannungen aufzunehmen, während die Druck- und Zugkräfte in den Diagonalstangen ungeändert bleiben.

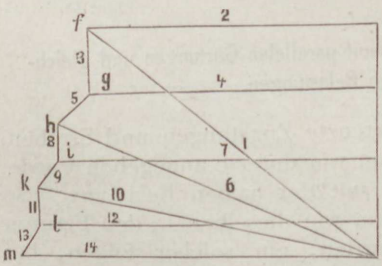
f. Der Schwedler'sche Träger mit gleichförmiger Belastung in der unteren horizontalen Gurtung.

In Figur 69 ist ein solcher Träger skizzirt. Die Knotenpunkte sind in der unteren Gurtung mit je P belastet, und da sich 7 solcher Punkte in dem Träger vorfinden, ist



Figur 69.

die Reaktion des Auflagerpunktes A gleich $\frac{7\,P}{2}$. Die Konstruktion ist nun analog der früheren.



Figur 70.

Man macht $a\,e = \frac{7\,P}{2}$ und zerlegt diese Reaktion in die Kräfte $e\,f = 1$ und $a\,f = 2$. In dem Punkte F wirken die Kräfte 2 und $P = a\,b$, aus diesen die Mittelkraft würde durch eine Linie $b\,f$ repräsentirt sein, welche sich in $3 = f\,g$ und $4 = b\,g$ zerlegt. Zu dem Punkte B übergehend hat man die vier Kräfte 1, 3, 5 und 6 zu berücksichtigen,

von denen 1 = e f und 3 = f g bereits bekannt sind, während 5 und 6 bestimmt werden müssen. Zieht man g h parallel zu B G und e h parallel zu B C, so hat man, da g h und e h mit f g und e f eine gleiche Schlusslinie hat, in diesen Linien die verlangten Kräfte dargestellt. So fortfahrend findet man die Kräfte für die weiteren Verbandstücke, welche in den zwei Figuren 69 und 70 mit gleichen Ziffern bezeichnet wurden.

g. Fachwerksträger mit ungleichen Belastungen.

Sind die Träger nicht, wie bisher angenommen, gleichmässig belastet, sondern findet eine solche Belastung nur durch das eigene Gewicht der Träger statt und ist die Nutzlast entweder über dem Balken beweglich, wie z. B. bei Brücken, oder ist dieselbe konstant, aber nur an einer Stelle liegend, so werden die verschiedenen Konstruktionstheile in verschiedener Weise in Anspruch genommen und muss man demnach die jedesmalige Maximalbelastung dieser Theile ermitteln, um danach ihre Querschnitte zu bestimmen.

Die Maximalspannung in den Gurtungen tritt aber dann ein, wenn der Träger ganz belastet ist, und diejenige in den die Gurtungen verbindenden Stangen und Streben dann, wenn die mobile Last bis zu der betrachteten Stelle steht und zwar auf dem längeren Theile des Trägers, so dass dieser ganz, der andere Theil aber unbelastet ist.

Die Richtigkeit dieses Satzes ist bereits in dem vorigen Hefte der Hauptsache nach gefunden und das dabei noch Fehlende versteht sich von selbst oder folgt aus sehr einfachen Betrachtungen.

Die Maximalspannungen der Gurtungen hat man auf dieselbe Weise zu bestimmen, welche vorher bei den gleichförmig belasteten Trägern angewendet wurde, weil die daselbst ermittelten Züge und Drücke die Maximalspannungen angeben. Es ist dabei gleich, ob die Träger parallele oder von einander abweichende Gurtungen haben.

Um aber die Maximalspannungen in den Diagonal- und Vertikalstangen zwischen den Gurtungen zu bestimmen, muss man eine besondere Konstruktion zur Ausführung bringen und diese wollen wir an einigen Beispielen zeigen.

a. Der Träger mit parallelen Gurtungen, Figur 71, ist in den Knotenpunkten B, C und D mit je P und in

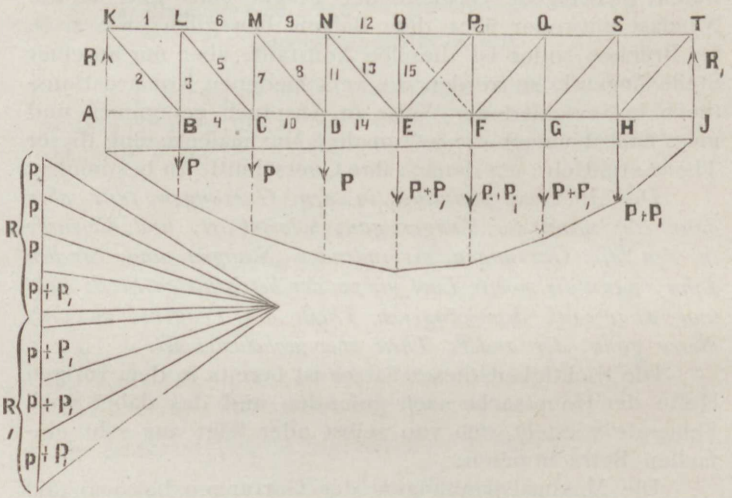
denjenigen E, F, G und H mit P + P1 belastet. Man findet die Reaktionen R und R1 in den Stützpunkten A und I durch Konstruktion des Kräfte- und Seilpolygons oder aber durch Rechnung und zwar:

$$R = \frac{7P}{2} + \frac{P_1(1+2+3+4)}{8} = \frac{7P}{2} + \frac{5P_1}{4}, \text{ also}$$

$$R_1 = \frac{7P}{2} + \frac{11P_1}{4}.$$

Soll man z. B. die Maximalspannung für die Theile ND und NE bestimmen, so hat man folgende Konstruktion auszuführen:

Es ist a e = R zu machen und von e aus auf dieser Linie dreimal die Kraft P abzutragen, wodurch sich die



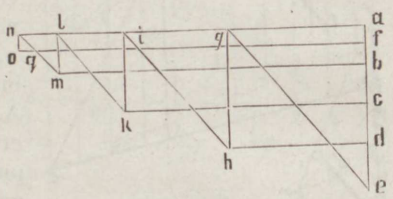
Figur 71.

Punkte d, c und b finden. Dann zerlegt man R in a g = 1 horizontal und e g = 2 parallel zu B K. In dem Punkte B hat man für die Kräfte 2 = e g und P = e d zwei andere in die Richtungen B C und B L fallende Kräfte zu setzen, welche den ersteren das Gleichgewicht halten. Diese sind aber gleich d h = 4 und g h = 3. In dem Punkte L wirken die Kräfte 1, 3, 5 und 6. Die ersten beiden sind bekannt und zwar 1 = a g und 3 = g h, diesen beiden Kräften halten aber a c = 6 horizontal wirkend und i h = 5 parallel zu C L das Gleichgewicht,

wesshalb man durch diese Linien die in L M und C L wirkenden Kräfte gefunden hat.

Fährt man so fort, bis man die m n = 13 in E N und a n = 12 in N O findet, so hat man in diesen Linien die verlangten Maximalspannungen gefunden.

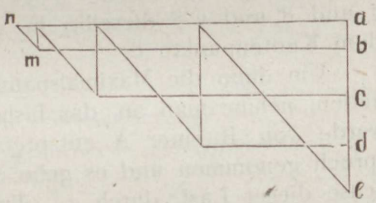
Da aber der Punkt E stärker belastet ist als D, so wird in E P0 eine Druckwirkung eintreten, welche bei der gewöhnlichen Konstruktion nicht von ihr aufgenommen werden kann. Man muss desshalb eine sich mit E P0 kreuzende Stange O F anordnen, welche die sich ergebende Druckwirkung in E, die in O als Zug auftritt, aufzunehmen vermag. Die Grösse der Zugkraft für O F ist dann gleich m q, welche gefunden wird, wenn man a f = n o gleich P + P1 — a b macht.



Figur 72.

Auf die gleiche Weise kann man für beliebige Stangen des Trägers die Maximalspannung finden.

Wäre der Balken gleichmässig mit der Last 7 P + 4 P1, also jeder Knotenpunkt mit $\frac{7\,P + 4\,P_1}{7} = P + \frac{4\,P_1}{7}$ belastet, so hätte man die Auflager-Reaktion gleich $\frac{7\,P + 4\,P_1}{2} = 3^1/_2\,P + 2\,P_1$ und würde dann, wenn man a e, Figur 73, dieser Reaktion gleich und b c = e d = d e = $P + \frac{4\,P_1}{7}$ machte, für die Spannung in N E die Kraft m n finden, also bedeutend kleiner als vorher.

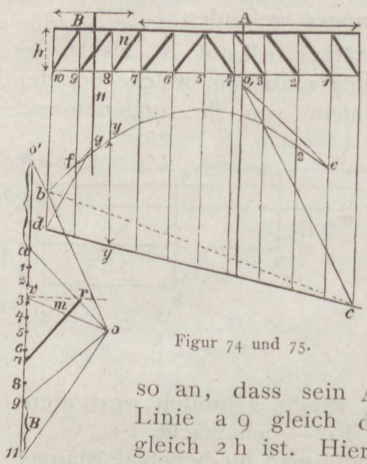


Figur 73.

β. Ein anderes Verfahren, um die Maximalspannungen in einem ungleichmässig belasteten Träger zu finden, ist in Figuren 74 und 75 angegeben, bei einem Träger mit geneigten Streben.

Der Träger ist in seiner grösseren Hälfte mit A belastet und diese Last so vertheilt, dass sie als gleichmässig über die Länge ausgebreitet angenommen werden

kann. Ausserdem hat der Träger nur sein eigenes Gewicht zu tragen, welches sich auf sämmtliche Knotenpunkte gleichförmig vertheilt. Man nimmt A als in dem Schwerpunkte wirkend an und die durch diesen gehende vertikale Linie gehe auch durch den Punkt 01, Auf eine vertikale Linie trage man nun von a bis 9 das eigene Gewicht des Balkens auf, mache also a 1 = 1, 2 = 2, 3 . . . . = 8, 9 und mache a 01 gleich der Last A. Hierauf halbire man a 9, errichte in dem Halbirungspunkte ein Loth zu a 9 und nehme in diesem den Pol o des Kräftepolygons so an, dass sein Abstand von der vertikalen Linie a 9 gleich der zweifachen Trägerhöhe gleich 2 h ist. Hierauf ziehe man die Strahlen von o nach 01, a, 1, 2, 3 . . . . 9 und zeichne das Seilpolygon c 01 e 2 f b. Zieht man dann o v parallel zu der Schlusslinie b c des Seilpolygons, ferner v r horizontal und r 7 parallel der Strebe n, so ist r 7 die Maximalspannung in der Strebe n zwischen den Knotenpunkten 7 und 8 und v 7 dieselbe in der vertikalen Stange aus dem Knotenpunkte 8.



Figur 74 und 75.

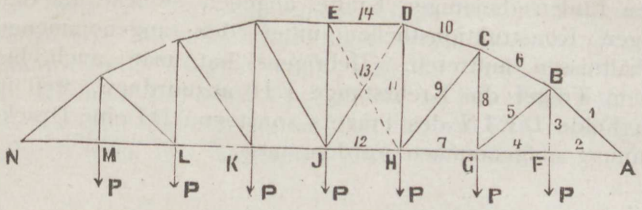
Um dann die Maximalspannung in den Gurtungen zu finden, nehme man an, das bisher unbelastete Trägerende werde von B einer A entsprechenden Belastung in Anspruch genommen und es gehe die vertikale Schwerpunktsachse dieser Last durch g. Trägt man dann B von 9 bis 11 in dem Kräftepolygon ab und zieht den Strahl o 11 parallel damit ober d g, so hat man in c 01 e 2 y f g d das zugehörige Seilpolygon und c d als Schlusslinie in diesem. Es ist dann y y in der Verlängerung der durch den Knotenpunkt 8 gehenden vertikalen Linie die halbe Maximalspannung in dem oberen Gurtungstheile zwischen 7 und 8 und in dem unteren zwischen 8 und 9.

Diese Konstruktion kann man leicht für alle übrigen Felder des Trägers zur Ausführung bringen.

Es wird zweckmässig sein, diese Konstruktionen nicht nur für die übrigen in dem Vorhergehenden angegebenen

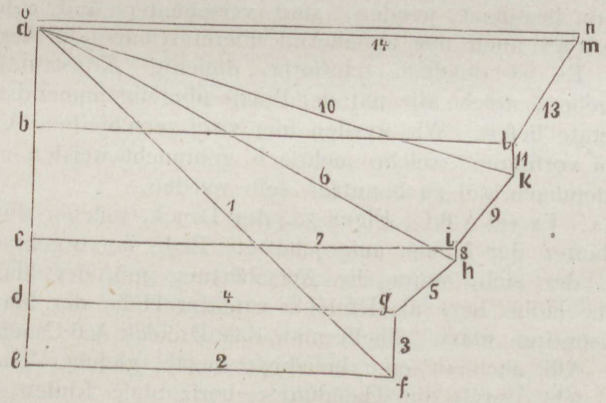
Träger, sondern auch wenigstens bei einem Träger für alle Felder auszuführen.

γ. Für den Schwedler'schen Träger findet man die Spannungen in den Streben und Stangen zwischen den Gurtungen nach den Figuren 76 und 77.



Figur 76.

Die Knotenpunkte M, L, K, I und H sind mit $P + P_1$, dagegen G und F mit P belastet, es soll die Maximalspannung in den Stangen CH, CG und DH gefunden werden. Die gesammte Belastung des Trägers ist $7\,P + 5\,P_1$ und der Auflagerdruck in A ist gleich $R = \frac{7\,P}{2} + \frac{P_1\,(1+2+3+4+5)}{8} = 3^1/_2\,P + 1^7/_8\,P_1$ und demnach



Figur 77.

in N gleich $R_1 = 7\,P + 5\,P_1 - R = 3^1/_2\,P + 3^1/_8\,P_1$. Die Grösse dieser Drücke kann man selbstverständlich auch durch Konstruktion des Seilpolygones, wie bei Figur 71 finden.

Der Kräfteplan ergibt sich nun wie Figur 77 solches angegeben. Es ist $cd = de = P$, $bc = P + P_1$ und $ab = P + \frac{7P_1}{8}$, während dann $ao = \frac{P_1}{8}$ bleibt. Die verlangten Spannungen hat man dann in ik, ih und kl, während die übrigen mit den Zahlen 1 bis 14 bezeichneten Linien diejenigen Kräfte angeben, welche in den übrigen Konstruktionstheilen unter den angenommenen Verhältnissen auftreten. Uebrigens hat man auch bei diesem Träger die Kreuzstange EH anzuordnen, weil in dem Felde DEIN des Trägers sonst von DI eine Druckspannung aufgenommen werden muss.

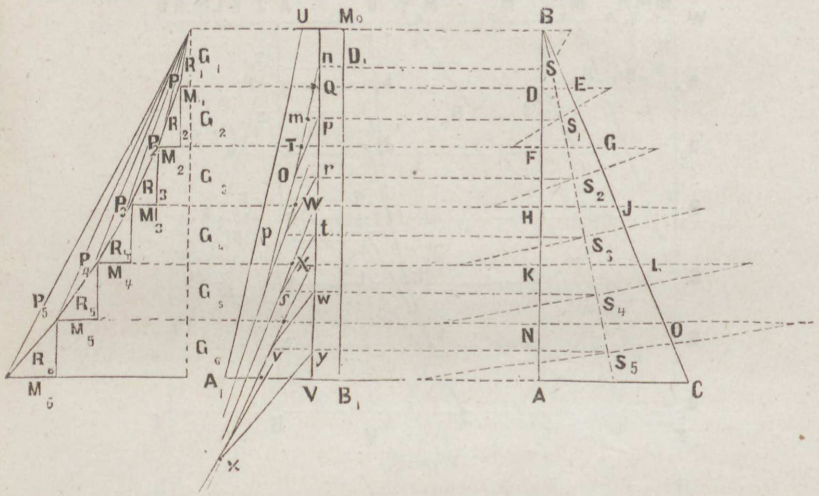
Stabilität der Futtermauern.

Die Futtermauern, welche einem Erddrucke das Gleichgewicht zu halten haben, müssen eine bestimmte, den Verhältnissen entsprechende Stärke erhalten, weil sonst ein Umkippen oder Ausgleiten derselben durch die hinter ihnen aufgeschüttete Erde, welche häufig über die Futtermauer noch weit fortragt, herbeigeführt werden kann.

Die Verfahren, nach welchen die Stärken der Futtermauern bestimmt werden, sind verschieden und geben keineswegs auch nur annähernd übereinstimmende Resultate. Es ist desshalb schwierig, diejenige Konstruktion anzugeben, welche die mit der Praxis übereinstimmendsten Resultate liefert. Wir werden hier zwei verschiedene Verfahren vorführen, welche mehrfach gebraucht werden und die demnach wol zu benutzen sein werden.

a. Es sei ABC, Figur 78, der Druck, welcher durch die hinter der Mauer aufgeschüttete Erde hervorgebracht wird, der sich, wenn die Aufschüttung mit der Mauer gleiche Höhe hat, als Dreieck von der Höhe der Mauer repräsentiren muss. Theilt man das Dreieck ABC seiner Höhe AB nach in eine beliebige Anzahl gleicher Theile und zieht durch die Theilpunkte horizontale Linien, so müssen diese auch die Mauer in ebensoviel gleiche Theile theilen, wie die Höhe AB getheilt wurde. Bestimmt man nun in dem Dreieck BDE, den Trapezen DEGF, FGIH ..... die Schwerpunkte, so kann man diese als Angriffspunkte der Kräfte nehmen, welche seitlich auf die Mauer einwirken. (Ueber die Bestimmung der Schwer-

punkte siehe Heft 1 der Baumechanik.) Stellt man dann durch die Höhen, in welche die Mauer getheilt wird, die Gewichte der einzelnen Mauertheile dar und nennt diese, von oben anfangend, G_1, G_2, G_3 . . . ., die Drücke, welche in horizontaler Richtung auf die Mauer einwirken, aber derselben Reihenfolge nach M_1, M_2, M_3 . . . ., so kann man diese in dem Kräfteplane Figur 78 a je zwei und zwei zu einer Mittelkraft vereinigen, welche R_1, R_2, R_3 . . . . genannt sind. Hierauf kann man R_1 und R_2 zu P_1; R_1, R_2 und R_3 oder P_1 und R_3 zu P_2; R_1, R_2, R_3 und R_4 oder P_2 und R_4 zu P_3 und so fort vereinigen, wodurch dann der Kräfteplan fertig sein würde.



Figur 78.

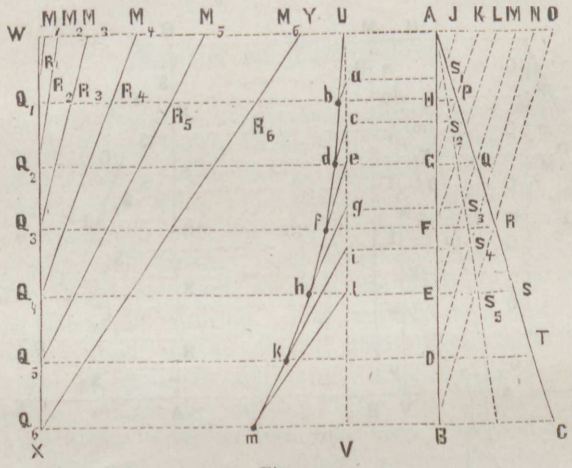
Ueberträgt man nun die Schwerpunkte S, S_1, S_2, S_3 . . . . ebenso wie die Theillinie D E, F G, H I . . . . . auf eine vertikale Linie U V und zieht m n parallel R_1, o p parallel R_2, q r parallel R_3 und so fort und dann durch die Punkte m, o, q, s . . . . . parallele Linien mit P_1, P_2, P_3 . . . . ., so sind die Punkte Q, F, W, X . . . . Punkte in der Drucklinie, welche man dann leicht zeichnen kann.

Es soll nun die Drucklinie in dem mittleren Drittel der Mauer liegen. Macht man daher Z A_1 = 1 und Z B_1 = 2, zieht B_1 M_0 vertikal, so dass U M_0 wenigstens bei grösseren Mauern 0,3 Meter wird, und trägt n D_1

nach n W1, so hat man in A1 B1 M0 U1 die kleinsten Dimensionen der Mauer.

b. Die Drucklinie findet sich bei der unter a angegebenen Konstruktion genau und kann man die Mauer bei derselben so gestalten, dass dieselbe sich der Drucklinie möglichst anschliesst. Einfacher ist die folgende Konstruktion und diese bei gewöhnlichen Mauerformen vollständig ausreichend. Dieselbe ist in Figur 79 für eine Mauer angegeben, bei welcher die Hinterfüllung mit der Oberkante der Mauer abschneidet.

Man zeichnet hier wieder das Dreieck A B C, welches den Erddruck darstellt, und theilt dasselbe seiner Höhe



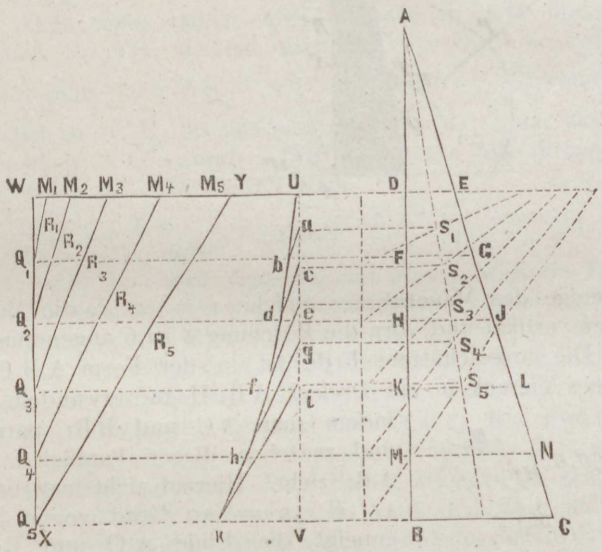
Figur 79.

nach in eine beliebige Anzahl gleicher Theile ein, zieht durch die Theilpunkte horizontale Linien, so dass auch die Höhe U V der Mauer und die vertikale Linie W X des Kräfteplanes in ebensolche Theile eingetheilt werden. Hierauf macht man A I = H P, A K = G Q, A L = F R .... und bestimmt in den Dreiecken A H P, A G Q, A F R ..... die Schwerpunkte S1, S2, S3 ....., indem man die Linien H I, G K, F L ..... zieht.

Die Schwerpunkte dieser Dreiecke überträgt man auf U V, trägt auf W X die Gewichte der Mauertheile, immer von der Oberkante der Mauer anfangend, so dass W Q1 gleich dem Gewichte des zwischen U und b liegenden Mauerstückes, W Q2 gleich demjenigen von dem Theile

U d der Mauer und so fort ist. Zu W X zieht man die Horizontale W Y und trägt auf diese die Erddruckkräfte, oder die Flächen der Dreiecke A H P, A G Q, A F R.... auf, so dass M_1 gleich dem ersten, M_2 gleich dem zweiten, M_3 gleich dem dritten und so weiter der genannten Dreiecke wird. Man bestimmt dann die Mittelkräfte R_1 zu M_1 und Q_1; R_2 zu M_2 und Q_2; R_3 zu M_3 und Q_3 und so fort.

Zieht man nun a b parallel R_1, c d parallel R_2, e f parallel R_3 und so weiter immer in der Linie, welche durch die Schwerpunkte S_1, S_2, S_3 .... geht, anfangend und in der, welche die Mauer der Höhe nach in Theile theilt aufhörend, so hat man in b, d, f..... Punkte der Drucklinie.

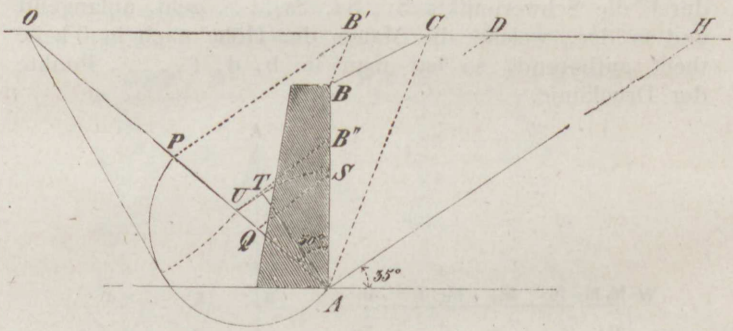


Figur 80.

Ist die Aufschüttung über die Oberkante der Mauer fortgehend, so fällt die letzte Konstruktion aus, wie dieses Figur 80 angegeben wurde. Diese Figur erklärt sich wol von selbst und mag nur erwähnt werden, dass die Schwerpunkte der den Erddruck darstellenden Theile nicht von den Dreiecken A D E, A F G, A H I ....., sondern von den Trapezen D E G F, D E I H, D E L K ..... genommen werden.

c. Das zweite Verfahren zur Bestimmung einer Futtermauer ist mit Hilfe der Figuren 81 und 82 zu erklären. Es sind bei diesen Figuren bestimmte Maasse und Verhältnisse angenommen und nach diesen die Konstruktion ausgeführt.

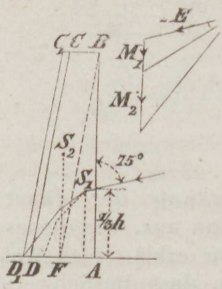
Die Höhe der Mauer A B ist gleich 4 Meter, der Reibungswinkel zwischen Erde und Erde gleich 35 Grad und der von Erde auf Stein gleich 15 Grad. Ferner ist das spezifische Gewicht der Erde gleich $\gamma = 1, 6$ und



Figur 81.

dasjenige des Mauerwerkes gleich $\gamma_1 = 2, 4$, die Mauer hinten vertikal und vorn die Böschung 1 zu 6 angenommen.

Die angeschüttete Erde ist in der Form A B C H, welches Viereck in ein Dreieck A B_1 H zu verwandeln ist, indem man A C und B B_1 parallel und zwischen diesen Parallelen die A B_1 zieht. Hierauf zieht man unter $15 + 35 = 50$ Grad gegen A B geneigt die Linie A O und B_1 P parallel zu A H. Das Stück A B halbirt man und beschreibt man aus dem Halbirungspunkte einen Halbkreis, an den aus O eine Tangente gezogen wird, deren Länge man von O nach U abträgt.



Figur 82.

Den Erddruck gegen die Mauer findet man dann $M = {}^1/_2 \gamma \cdot \overline{AU}^2 \cdot \sin \cdot \overline{OHA}$ und hat, um der Mauer eine zweifache Sicherheit zu geben, hierfür zu nehmen $M_1 = 2M = \gamma \overline{AU}^2 \sin \cdot \overline{OHA}$.

Dieser Druck muss für die Konstruktion als gerade Linie dargestellt werden, und um dieses möglich machen zu können, muss man den Wert von M_1 in eine andere Form bringen, was leicht auf folgende Weise thunlich ist. Nennt man die Höhe AB der Mauer h und nimmt den Maassstab für die Kraft so an, dass dessen Einheit gleich $^1/_2\ h\ \gamma_1$ ist, so hat man die erforderliche Länge der Linie, welche M_1 darstellt, gleich

$$\frac{\gamma\ \overline{AU}^2\ \sin\ \overline{OAB}}{^1/_2\ h\ \gamma_1} = \frac{\gamma}{\gamma_1} \cdot \frac{\overline{AU}^2\ \sin\ \overline{OAH}}{^1/_2\ h}$$

oder weil $\frac{\gamma}{\gamma_1}$ nach den Annahmen gleich $^2/_3$ ist, auch:

$$\frac{\overline{AU}^2\ \sin\ \overline{OHA}}{^3/_4\ h}.$$

Zieht man daher AT lothrecht zu AH und UT parallel zu AH, so hat man $AT = \overline{AU}\ \sin\ .\ \overline{OAH}$. Macht man dann $AS = AT$ und $AB'' = \frac{3\,h}{4}$, zieht SQ parallel zu B'' U, so hat man $AQ = M_1$; denn aus den Dreiecken AQS und AUB'' hat man die Proportion $AQ : AS = AU : AB''$, also:

$$\overline{AQ} = \frac{\overline{AS} \cdot \overline{AU}}{\overline{AB''}} \text{ oder } = \frac{\overline{AU}^2\ \sin\ \cdot\ \overline{OAH}}{^3/_4\ h}.$$

Trägt man nun Figur 82 eine Mauer, d. i. ein Trapez ABCD auf, welches ungefähr die untere und obere Breite der Mauer hat, theilt dieses durch BF in ein Dreieck und ein Parallelogramm, bestimmt in beiden die Schwerpunkte S_1 und S_2 und die Gewichte derselben, welche, da die Einheit des Maassstabes $^1/_2\ h\ \gamma_1$ ist, durch die Grundlinie AF und die doppelte Grundlinie DF ausgedrückt sind, so kann man das Kräftepolygon mit dem Pol O und dem Erddrucke M_1 und den Gewichten G_1 des Dreiecks ABF und G_2 des Parallelogramms BCDF zeichnen und hieraus das Seilpolygon bilden, woraus man den Durchschnittspunkt D_1 der Schlusslinie dieses und der Basis der Mauer findet, durch welchen Punkt dann die Vorderkante DC gehen, also diese nach $D_1\ C_1$ verlegt werden muss. Will man den Punkt D_1 noch genauer bestimmen, so hat man das Verfahren unter der Annahme, dass $AB\,C_1\,D_1$ die Mauer sei, zu wiederholen. Der Enddruck E muss bei dieser Konstruktion die hintere vertikale Kante der Mauer unter einem Winkel von 90 — 15 = 75 Grad treffen und ihren Angriffspunkt in S_1 haben.

Konstruktion der Stützlinien in Gewölben.

Auf jeden einzelnen Stein eines Gewölbes wirken vier Kräfte ein, welche aus der auf den Stein kommenden Belastung, dem Gewichte des Steines und den Drücken bestehen, welche die Nachbarsteine gegen den betrachteten ausüben. Da sich diese vier Einwirkungen das Gleichgewicht halten müssen, so kann man eine derselben stets als Mittelkraft der drei anderen betrachten und demnach den Druck bestimmen, welchen ein höher gelegener Stein auf den tieferen Nachbarstein ausübt. Setzt man nun der Reihe nach die Kräfte zusammen, so bildet sich ein Seilpolygon, welches man die *Drucklinie des Gewölbes* nennt. Verbindet man aber die Angriffspunkte der sich für die Lagerfugen ergebenden Mitteldrucke, so erhält man die *Stützlinie des Gewölbes.* Da Druck- und Stützlinien in den Gewölben bei den gewöhnlichen Verhältnissen fast zusammenfallen, macht man meistens einen Unterschied zwischen beiden nicht, sondern nimmt die Drucklinie auch als Stützlinie an.

Es würde nun ein Gewölbe dann am Vortheilhaftesten hergestellt sein, wenn die Drucklinie durch die Mitte aller Fugen gehen würde, ein Fall, welcher nur äusserst selten eintreten wird. Um aber dem Gewölbe die hinreichende Standfähigkeit zu geben, *muss die Stützlinie in dem mittleren Drittel der Fugen verbleiben* und nicht über oder unter dieses treten. Es lässt sich dieses leicht nachweisen. Dadurch, dass überhaupt der Druck nicht in der Mitte der Fugen liegt, sind diese ungleichförmig belastet, und nimmt man für diese ungleichförmige Belastung den Grenzfall an, dass nämlich die eine Kante der Fuge keine Last erhält und diese so vertheilt ist, dass sie sich als Dreieck darstellen lässt, so ist der Angriffspunkt der Mittelkraft aus der Belastung im Schwerpunkte des Dreiecks, also in einem Abstande von $^1/_3$ von der Basis desselben oder von der am meisten belasteten Fugenkante.

Man wird hiernach dem Satze Giltigkeit einräumen müssen, welcher sagt, *dass die Drucklinie der Achse des Gewölbes so nahe als möglich liegen soll.* (Unter Achse des Gewölbes wird die Verbindung der Mitten der Gewölbesteine verstanden.) Genügt die Stützlinie dieser Anforderung, so kann ein Drehen der Gewölbesteine um die

obere oder untere Kante nicht stattfinden. Es ist aber, wenn eine solche Drehung vermieden wird, die Stabilität des Gewölbes noch nicht gesichert, sondern es darf auch ein Verschieben der Steine nicht vorkommen. Um dieses zu verhindern, *muss die Stützlinie mit den Normalen auf den Fugen Winkel aufschliessen, welche kleiner als die Reibungswinkel für die Materialien, aus denen die Gewölbe hergestellt werden, sind.* Die Reibungswinkel sind gewöhnlich 22 bis 37 Grad und werden im Mittel bei den Stabilitätsbestimmungen häufig zu 30 Grad angenommen.

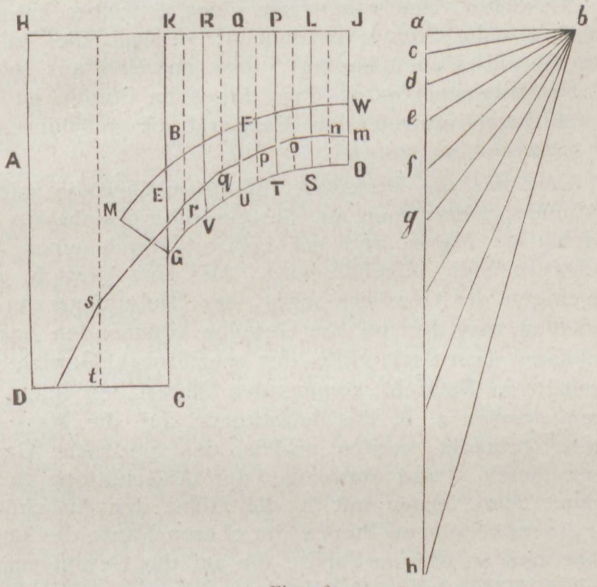
Als dritte Zerstörungsweise eines Gewölbes kann das Zerdrücken der Steine vorkommen, wesshalb die Stabilität eines Gewölbes auch bedingt, dass dasselbe aus solchem Material hergestellt wird, dass dieses im Stande ist, den in den Fugen auftretenden Maximaldruck mit hinreichender Sicherheit zu halten.

Um nun die Drucklinie in einem Gewölbe zeichnen zu können, nimmt man an, das Gewölbe bestehe aus einer gewichtlosen Masse und sei belastet durch einen Stoff, welcher so hoch aufgefüllt wird, dass sein Gewicht gleich demjenigen des Gewölbes selbst, der Hintermauerung, der Ausfüllung und der auf das Gewölbe kommenden Last ist. Man kann dieses mit Hilfe der spezifischen Gewichte der einzelnen in Betracht kommenden Materialien leicht ausführen. Sollen z. B, die Belastungen auf die Masse des Bogens gebracht werden und ist das spezifische Gewicht dieser gleich γ und dasjenige der Aufschüttung γ_1, bezeichnet man ferner mit h die Höhe der Aufschüttung über einem beliebigen Punkte der oberen Kante des Bogens, so hat man an diesem Punkte die auf das Gewölbematerial reduzirte Höhe durch die Gleichung $\gamma_1 y = \gamma h$ und daraus $y = \frac{\gamma h}{\gamma_1}$. Ist weiter die Nutzlast pro Quadratmeter der horizontalen Gewölbeprojektion gleich q, so muss die Gleichung bestehen $q = \gamma y_1$, wenn y_1 die Höhe bezeichnet, welche die Masse des Gewölbes haben muss, um der mobilen Last das Gleichgewicht zu halten; daraus findet man dann $y_1 = \frac{q}{\gamma}$.

Sind die Belastungen gleichförmig über den Bogen vertheilt, so genügt es, wenn man die Höhen y und y_1 für einen Punkt bestimmt, während man dieselben für verschiedene Punkte zu berechnen hat, wenn die Belastungen

eine gleichmässige Vertheilung nicht erfahren. Im ersteren Falle erhält man als obere Begrenzungslinie der reduzirten Belastung eine horizontale, im anderen Falle aber eine krumme oder gebrochene Linie.

In Figur 83 ist ein Gewölbe mit der dazu gehörigen Drucklinie gezeichnet. Es ist A B C D das Widerlager, G M W O das Gewölbe und B E F die Hintermauerung. Reduzirt man auf die vorher angegebene Weise die auf dem Gewölbe liegende Belastung auf die Masse des Bogens, so findet man eine horizontale Begrenzungslinie, z. B. H I,



Figur 83.

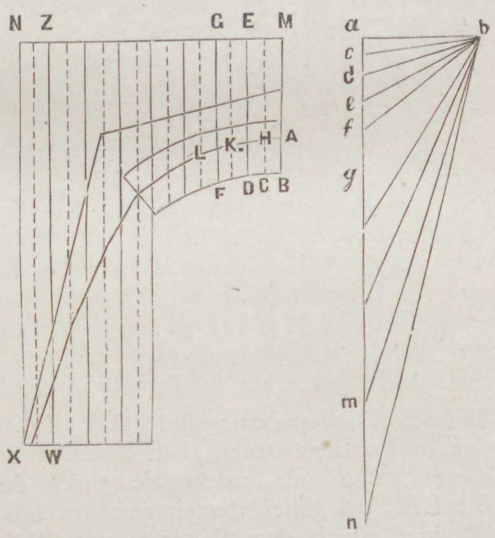
wenn vorausgesetzt wird, dass das Widerlager ebenso wie das Gewölbe durch die mobile Belastung gleichmässig in Anspruch genommen wird. Man theilt, um das Kräftepolygon und daraus dann das Seilpolygon oder die Drucklinie des Gewölbes zu erhalten, die horizontale Projektion I K der Leibung G O des Bogens in eine beliebige Anzahl gleicher Theile und zieht durch die Theilpunkte L, P, Q .... vertikale Linien.

Je grösser man die Anzahl der Theile nimmt, desto genauer erhält man die Drucklinie. In den durch die Eintheilung erhaltenen, als Trapeze anzusehenden Flächen

bestimmt man sodann die vertikalen Schwerachsen, ferner die horizontale im Scheitel des Bogens auftretende Kraft, nach von Ott, siehe dessen Baumechanik, und Andern, $H = r\,y_0$, worin r den Krümmungshalbmesser im Scheitel und y_0 die Belastungshöhe IO bezeichnet.

Diese horizontale Kraft vereinigt man der Reihe nach mit den Gewichten der Gewölbestücke OILS, OIPT, OIQU . . . ., indem man H auf der horizontalen Linie ab, während man die Gewichte oder an deren Stelle die Flächeninhalte der Theile OILS, SLPT, TPQU . . . . . der Reihe nach von a bis c, c bis d, d bis e . . . . auf der vertikalen Linie ah abträgt und dann die Linien bc, bd, be . . . . zieht, welche die Mittelkräfte zu ab und ac, ab und ad, ab und ae etz. sind. Zieht man dann mn horizontal, so dass $mW = \frac{1}{3}\,OW$ ist oder der Punkt m weiter nach O hin etwa in die Mitte zwischen O und W fällt, bis zu der vertikalen Schwerlinie in OILS, ferner no parallel zu bc, op parallel zu bd . . . . immer bis zu der Schwerlinie in der folgenden Abtheilung des Gewölbes, so bildet man auf diese Weise die Drucklinie mnopqr.

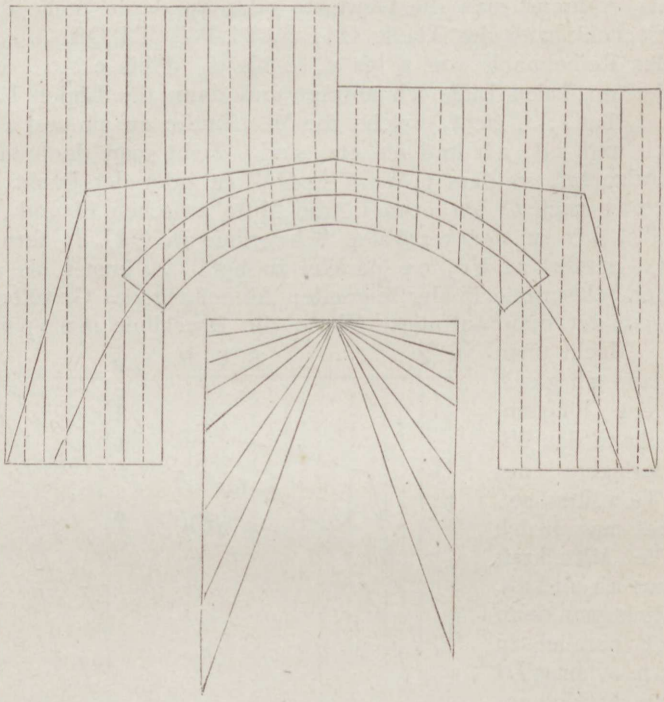
Macht man dann gh gleich dem Flächeninhalte des Widerlagers des Gewölbes, so hat man in bh die Mittelkraft aus ah und ab. Zieht man dann st parallel zu bh, so muss Dt nicht kleiner ausfallen als $\frac{1}{3}$ DC, wenn das Widerlager Stabilität haben soll. Es würde demnach das Widerlager zu schwach sein, wenn DC etwas tiefer läge als solches angenommen ist.



Figur 84.

Hat das Widerlager keine parallelopipedische Gestalt,

sondern ist dessen Schnitt, Figur 84, ein Trapez, so ändert sich die Konstruktion nur insofern, als man auch das Widerlager in einzelne vertikale Theile eintheilt, welche der Bequemlichkeit wegen gleiche Breite mit den Theilen im Gewölbe erhalten. Die Konstruktion ist dann wie vorher. Man reduzirt die Auffüllung und die gleichförmige Belastung über den Widerlagern und Gewölben auf die Masse des Gewölbes und der Hintermauerung und findet



Figur 85.

dadurch die Begrenzungslinie M N. Hierauf bestimmt man den horizontalen Druck H in dem Gewölbescheitel A, trägt diesen auf a b ab, macht a c gleich dem Gewichte von B D E M, c d gleich demjenigen von E G F D und so fort, bis m n gleich dem Gewichte von W X N Z ist. Hierauf zieht man b c, b d, b e . . . ., b m, b n und parallel hierzu und zu a b die Linien A H, H K, L K . . . . wie bei der vorigen Konstruktion, von einer Schwerpunktslinie bis zur andern und bildet auf diese Weise die verlangte Drucklinie.

Ist das Gewölbe und seine Widerlager nicht gleichmässig belastet, sondern ist die bewegliche Last nur über einem Widerlager und einem Theile des Gewölbes befindlich, z. B. wie in Figur 85 angenommen, sich über eine Hälfte des Bogens erstreckend, so hat man für jede Bogenhälfte die Konstruktion auszuführen, ohne dass dieselbe sonst Aenderungen erleidet. Eine Aenderung der Konstruktion tritt auch dann nicht ein, wenn die mobile Belastung nur auf dem Gewölbe steht, die Widerlager aber durch diese Last nicht in Anspruch genommen werden.

In vielen Fällen haben die Widerlager einen Enddruck aufzunehmen, welcher dem Gewölbedruck entgegengesetzt wirkend ist. Bei einer genauen Konstruktion muss man diesen Enddruck berücksichtigen, hier kann aber davon abgesehen werden, weil derselbe in den meisten Fällen kein weiteres Resultat hervorbringt, als dass die Drucklinie eine etwas mehr nach innen liegende Form annimmt. Nur bei ganz hohen Widerlagern kann es vorkommen, dass die Drucklinie über die innere Kante hinausfällt. Da aber hohe Widerlager meistens in ihrer Höhe getheilt werden, so ist auch hierbei nur in wenigen Ausnahmefällen eine Berücksichtigung des Erddruckes erforderlich.

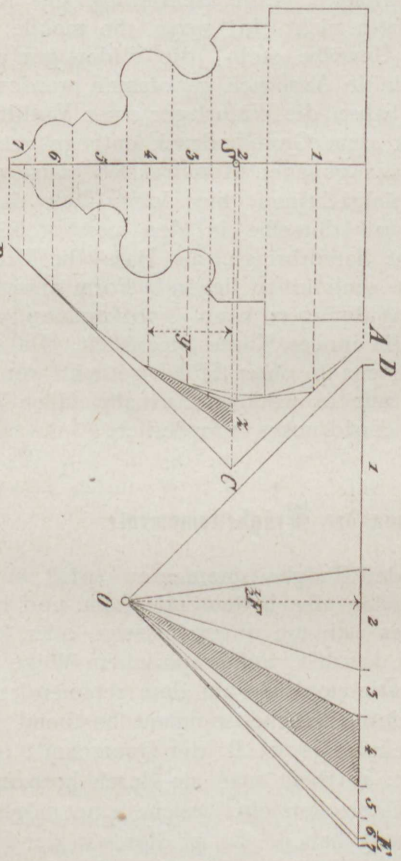
Bestimmung der Trägheitsmomente.

Die Lehre von den Trägheitsmomenten spielt in der Festigkeit der Materialien eine bedeutende Rolle und kann man diese, sobald es sich um unregelmässige oder komplizirtere Querschnitte handelt, auf graphischem Wege einfacher und besser bestimmen, als auf dem rechnenden.

Ist die Fläche, deren Trägheitsmoment bestimmt werden soll, eine unregelmässige, z. B. der Querschnitt eines Gratbogens, Figur 86, so theilt man sie durch horizontale Linien in eine Anzahl Streifen ein, welche eine möglichst regelmässige Begrenzung haben. Es ist dieses in der Figur durch punktirte Linien geschehen und die Theile durch die Zahlen 1, 2, 3 . . . . bezeichnet. Nun bestimmt man die Flächeninhalte dieser Streifen und dividirt sie durch

Anmerkung. Das Trägheitsmoment einer beliebigen ebenen Figur ist bekanntlich die Summe aller ihrer einzelnen Flächenelemente mit den Quadraten ihrer Abstände von einer festen Achse multiplizirt.

eine beliebige, für alle konstante Zahl, die eine Länge (für die Figur 2 Zentimeter) darstellt. Die durch die Division erhaltenen Strecken trägt man auf eine horizontale Linie D E der Reihe nach ab, halbirt D E und nimmt den Pol O des Kräftepolygons lothrecht unter dem Halbirungspunkte in einem Abstande gleich $^1/_2$ F an, wenn F den Flächeninhalt der ganzen Figur ebenfalls durch die konstante Zahl, welche oben für die Division der einzelnen Theile 1, 2, 3 .... benutzt wurde, dividirt, so dass also $^1/_2$ F = $^1/_2$ D E wird. Von dem Pol O zieht man die Strahlen nach den Theilpunkten von D E und zeichnet dann das Seilpolygon A B C, indem man annimmt, die einzelnen Flächen 1, 2, 3, 4 .... der Figur seien parallele Kräfte, welche in den Schwerpunkten der Theile 1, 2, 3 .... ihre Angriffspunkte haben. Die durch C gehende horizontale Linie giebt den Schwerpunkt S der ganzen Figur und den Flächeninhalt des Seilpolygons A B C multiplizirt mit demjenigen der gegebenen Figur stellt das Trägheitsmoment dar.



Figur 86.

Der Beweis für die Richtigkeit lässt sich sehr einfach führen. Verlängert man in dem Seilpolygon zwei Seiten, welche sich in einer Kraft treffen, zum Beispiel diejenigen,

welche in der Kraft 4 liegen, bis zu der durch den Schwerpunkt S gehenden Linie S C, so erhält man das schraffirte Dreieck, welches dem ebenso ausgezeichneten Dreiecke des Kräftepolygons ähnlich ist. Man hat daher die Proportion: $4 : {}^1/_2 F = z : y$ und daraus $z = \frac{4y}{{}^1/_2 F}$.

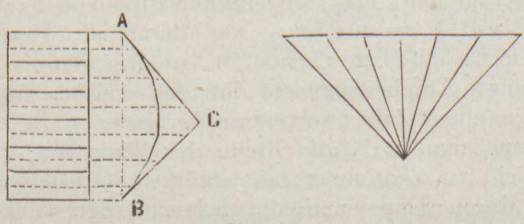
Der Flächeninhalt des betrachteten Dreiecks im Seilpolygon ist gleich ${}^1/_2 z y = \frac{4y^2}{F}$ und dieses ein Theil der Fläche F_1 gleich $T(F_1)$, wesshalb man auch $\frac{4y^2}{F} = T(F_1)$ oder $4y^2 = F \cdot T(F_1)$ hat. $4y^2$ ist aber das Trägheitsmoment des Streifens 4, bezogen auf die Achse S C durch den Schwerpunkt des ganzen Querschnitts. Man hat desshalb die Summe der Trägheitsmomente aller Streifen 1....7 gleich $F \cdot \Sigma T(F_1) = F \cdot F_1$.

Den Flächeninhalt F_1 des Seilpolygons bestimmt man am Einfachsten durch einen Planimeter, oder aber durch Messung der Figur durch Konstruktion oder Rechnung.

Die Grösse von F_1 ist nicht genau, wenn man hierfür den Inhalt des Seilpolygons setzt, oder man muss die einzelnen Theile des Querschnitts sehr niedrig annehmen, wodurch aber die Konstruktion schwierig und ungenau wird. Zeichnet man dagegen die Seilkurve, d. h. die Kurve, welche die zwischen A und B liegenden Polygonseiten tangirt, so hat man in der durch diese Kurve und die Linien A C und B C begrenzte Figur den genauen Wert von F_1.

Für regelmässige Figuren findet man die Trägheitsmomente auf gleiche Weise.

Ist z. B. der Querschnitt ein Rechteck, so erhält man als Begrenzungen des Seilpolygons zwei gerade Linien und eine Parabel. Man hat desshalb den Flächeninhalt des Seilpolygons gleich einem Drittel des Inhalts des geradlinigen Dreiecks A B C, Figur 87. In diesem ist bei C



Figur 87.

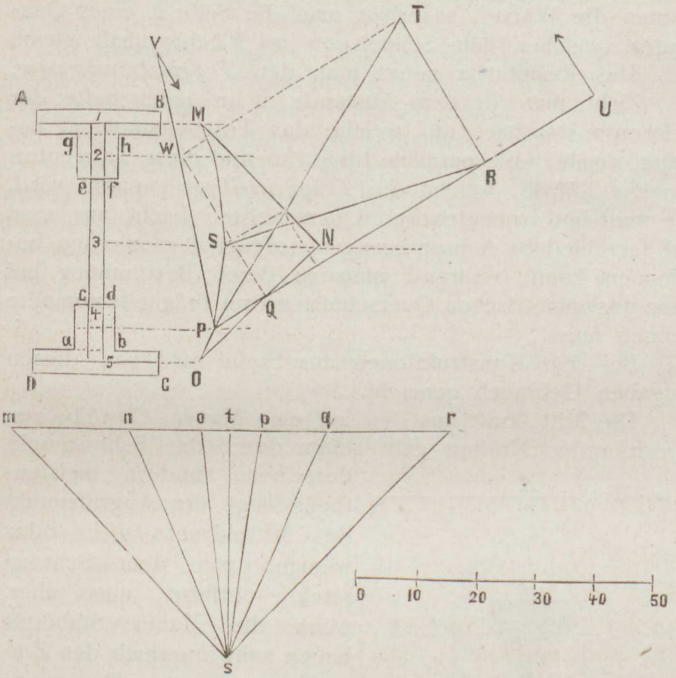
ein rechter Winkel und A B ist gleich der Höhe des Querschnittes gleich H; man hat daher die Fläche von A B C gleich $\frac{H^2 \cos BAC \,.\, \sin ABC}{2}$, und weil die Winkel B A C und A B C einander gleich und gleich 45 Grad sind, ist der Flächeninhalt gleich $\frac{H^2}{4}$ und demnach $F_1 = {}^1/_3 \frac{H^2}{4} = \frac{H^2}{12}$. Nun ist aber bei einer Breite B des rechteckigen Querschnittes $F = BH$, also der Trägheitsmomente $T = \frac{BH^3}{12}$.

Man benutzt diese Gleichung zur Bestimmung der Trägheitsmomente aller aus rechteckigen Querschnitten zusammengesetzten Querschnitte, so lange diese eine horizontale Symmetrieachse haben. Bei unsymmetrischen Querschnitten zur horizontalen Achse ist es in den meisten Fällen einfacher, die graphische Methode zur Bestimmung der Trägheitsmomente zu benutzen, auch wenn dieselben nur einfache Figuren bilden, wie z. B. der einfach T förmige Querschnitt. Ebenso führt die Graphostatik rasch zum Ziele bei sehr zusammengesetzten symmetrischen Querschnitten, wie z. B. bei denjenigen der aus Blech und Winkeleisen hergestellten Tragbalken etz.

Nehmen wir z. B. den Querschnitt ABCD, Figur 88, und theilen denselben durch die Linien a b, c d, e f und g h in 5 Theile ein, welche als Rechtecke betrachtet werden können, so findet man das Kräftepolygon m r s, wenn man m n = dem Inhalte des Rechtecks 1, n o = demjenigen von 2 und so fort macht, den Pol s, wie oben, unter der Mitte t von m r in einem Abstande s t = m t = r t annimmt und die Strahlen m s, n s, o s .... zieht. Hierauf zeichnet man das Seilpolygon M N O und kann dieses dann in ein Dreieck P R S verwandeln, dessen Flächeninhalt F_1 man durch die Linie R T ausgedrückt hat. Hierauf führt man die Multiplikation von $F_1 = R T = Q W$ und $F = m r$ aus, was durch die Herstellung des Dreiecks P U V geschehen ist, so dass dann $U V = I$ das verlangte Trägheitsmoment darstellt, welches man auch einfach in einen Zahlenwert umsetzen kann.

Nimmt man z. B. die Breite der Flanschen A B und C D gleich 20 Zentimeter, die Stärke der Deckschiene, der vertikalen Rippe und der Schenkel der Winkeleisen gleich 1 Zentimeter, die Länge der Winkeleisenschenkel

aussen gemessen aber 9,5 Zentimeter, so hat man die Querschnitte 1 und 5 je gleich 40 Quadratzentimeter, die Querschnitte 2 und 4 gleich 25,5 Quadratzentimeter und denjenigen c d e f gleich 20 Quadratzentimeter. Trägt man dann die durch 2 dividirten Querschnitte 1, 2, 3 . . . . auf m r auf und benutzt dazu den beistehenden Maassstab und zeichnet das Seilpolygon M N O, so findet man das



Figur 88.

gleich grosse Dreieck P R S seinem Inhalte nach durch R T, gleich 28 Theilen des Maassstabes, wesshalb der Flächeninhalt, in Zahlen ausgedrückt, gleich $\frac{28 \cdot 20}{2} = 280$ = F1 Quadratzentimeter ist. Ist dann P Q = 10 Maassstabstheile, P U = m r, Q W = R T, so findet man die Länge des Lothes U V = 214,5 Maasstheilen und demnach den Zahlenwert für das Trägheitsmoment 214,5 . 2 . 10 . 10 = 42900 oder gleich 280 . 151 = 42280, weil F = 151 Quadratzentimeter ist.

Durch Rechnung findet man:

$$\frac{20 \cdot 41^3 - 37^3 \cdot 17 - 20^3 \cdot 2}{12} = 41776,$$

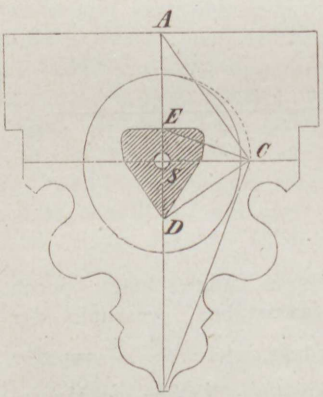
die vorhandene, für praktische Zwecke ganz unwesentliche Differenz fällt noch kleiner aus, wenn man die Konstruktion in grossem Maassstabe ausführt.

Dividirt man das Trägheitsmoment T durch den Querschnitt F der gegebenen Figur und zieht aus dem Quotienten die Wurzel, so erhält man die Seite a eines Quadrates, welches dem Seilpolygon an Flächeninhalt gleich ist. Das Resultat a nennt man den *Trägheitshalbmesser*.

Zieht man in dem Abstande a an jeder Seite der Schwerpunktsachse, auf welche das Trägheitsmoment bezogen wurde, eine parallele Linie, so sind diese Tangenten an eine Ellipse, welche die *Trägheitsellipse* genannt wird, die man bei symmetrischen Querschnitten leicht aus zwei auf verschiedene Achsen bezogenen Trägheitsmomenten bestimmen kann, während man zu deren Bestimmung bei ganz unsymmetrischen Querschnitten drei Trägheitsmomente kennen muss.

Bei den Konstruktionen aus Stein wird von diesen Angaben Gebrauch gemacht.

Die Mittelkraft aus den auf eine Mauer, Gewölbe etz. einwirkenden Kräften geht selten durch den Schwerpunkt derselben, sondern meistentheils liegt der Angriffspunkt des Mitteldrucks mehr oder weniger von dem Schwerpunkte entfernt, muss aber, wenn die Mauer Stabilität haben soll, innerhalb des *Zentralkernes* liegen. Die ganze Figur des Zentralkernes braucht man fast nie zu kennen, sondern genügt es meistens, wenn man zwei entgegengesetzte Punkte desselben kennt, so z. B. Figur 89 die Punkte E und D. Diese finden sich aber leicht, ohne dass man die Trägheitsellipse kennt, wenn man S C gleich a gleich dem Trägheitshalbmesser macht und an C zwei rechte Winkel anträgt, so dass je ein Schenkel derselben durch die End-



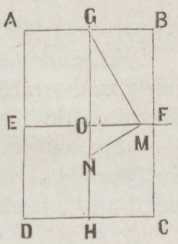
Figur 89.

punkte A und B der vertikalen Schwerlinie AB geht. Es sind dann D und E die beiden Punkte, also DE die Höhe des Zentralkernes.

Ist der Querschnitt ein Rechteck, eine Form, welche sehr häufig vorkommt, so hat man, weil das Trägheitsmoment $\frac{BH^3}{12}$ und der Flächeninhalt BH ist, einfach

$$a = \sqrt{\frac{H^2}{12}} = \frac{H}{\sqrt{12}} = \frac{H}{3{,}464} = 0{,}2887\,H.$$

Ist demnach ABCD, Figur 90, das gegebene Rechteck, so hat man AD gleich BC gleich H und EF und GH als die zwei rechtwinkeligen Schwerpunktsachsen. Macht man daher OM = 0,2837 H und zeichnet GMN, so dass bei M der rechte Winkel entsteht, so ist N der Endpunkt des Zentralkernes, welcher hier so liegt, dass ON gleich 1/3 OH wird, denn es ist:



Figur 90.

$$OG : OM = OM : ON \text{ oder } \frac{H}{2} : 0{,}2887\,H = 0{,}2887\,H : ON$$

und daraus

$$ON = \frac{0{,}2887^2\,H^2}{\frac{H}{2}} = 0{,}1666\,H = 0{,}3332 \cdot \frac{H}{2}.$$

Anhang.

Die Proportionalrisse.

Eine vielfach für die Praxis zu benutzende Anwendung der Graphostatik ist die Herstellung von Proportionalrissen für einzelne Konstruktionen.

So hat man z. B. die Gleichung für die Biegungsfestigkeit bei einem Balken, welcher an den Enden aufliegt und gleichförmig über seine Länge belastet ist:

$$Q\,l = \frac{8\,B\,H^2\,K}{6},$$

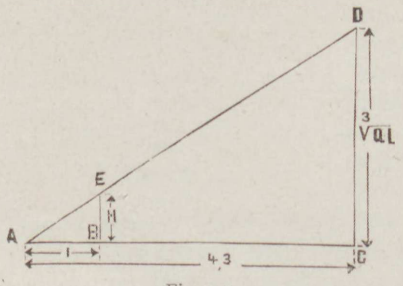
wenn Q l das Biegungsmoment in Kilogrammzentimetern, B und H die Seiten des rechteckigen Querschnittes in Zentimeter und K der Festigkeits- oder Sicherheitskoëffizient ist.

Setzt man in dieser Gleichung K = 80 Kilogramm und nimmt $B = \frac{5\,H}{7}$, so findet man:

$$H = \frac{\sqrt[3]{Q\,l}}{4{,}3} \text{ oder}$$

$$H : 1 = \sqrt[3]{Q\,l} : 4{,}3.$$

Macht man daher, Figur 91, A B gleich 1 und A C gleich 4,3 beide Grössen nach demselben Maassstab gemessen, errichtet in B und C Lothe, macht C D gleich $\sqrt[3]{Q\,l}$ und zieht A D, so muss diese Linie von B E die Höhe H abschneiden. Um also für die verschiedensten Verhältnisse die Höhen gleichförmig belasteter Balken zu erhalten, ist es nur erforderlich, auf



Figur 91.

C D die Werte von $\sqrt[3]{Q\,l}$, welche verschiedenen Verhältnissen entsprechen, abzutragen und die Linien nach A zu ziehen, wodurch man dann auf B E die verlangten Höhen erhält.

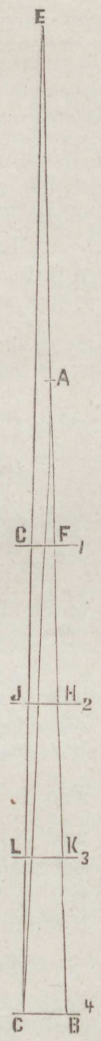
Selbstverständlich kann man sich derartige Risse für alle Balkenarten herstellen und erspart dann die immer wiederkehrenden langweiligen Rechnungen.

Eine praktische Regel zur Bestimmung der Balkenstärken für gewöhnlich in Wohngebäuden vorkommende Belastungen ist: H = 16 + 2 l Zentimeter, worin l die freie Länge des Balkens in Metern ausgedrückt ist.

Trägt man auf eine gerade Linie B D von B bis A die doppelte Länge 2 l nach einem beliebigen Maassstabe auf und lothrecht hierzu von B nach C die zu 2 l = A B gehörige Balkenhöhe H, zieht A C und verlängert A B über A hinaus so weit, dass A E gleich 8 nach dem Maasstabe, nach welchem A B gemessen wurde, wird, zieht dann C E, so hat man in den horizontalen Abständen zwischen A B und C E die Höhen der Balken. Ist also A F = F H = ... = 2 Meter, so hat man in F G die Balkenhöhe für den 1 Meter freiliegenden Balken, in H I die Balkenhöhe für den 2 Meter und in K L die Balkenhöhe für den 3 Meter freiliegenden Balken, welche Höhen nach dem Maassstabe zu messen sind, nach welchem C B aufgetragen wurde.

Man hat H = 16 + 2 l. Es muss also für den Fall, für welchen H = Null wird, auch $16 + 2\,l = 0$ oder $l = -\frac{16}{2} = -8$ = A E sein. Die Breite des Balkens ist nach dieser Regel B = H — 2,5 bis H — 3 Zentimeter zu nehmen.

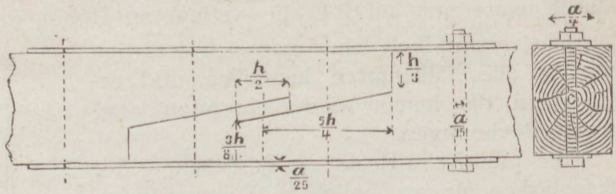
Auf gleiche Weise kann man die verschiedensten empirischen Regeln durch einfache Konstruktionen darstellen und durch die erzeugten Pläne häufige Rechnungen vermeiden.



Figur 92.

Auch für einzelne Verbindungstheile, welche nach bestimmten Verhältnissen angefertigt werden sollen, kann man derartige Proportionsrisse herstellen. So z. B.

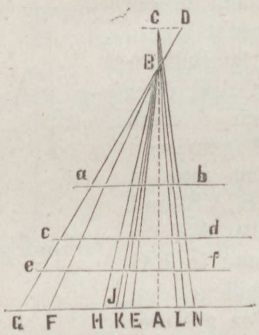
für die Ueberblattung Figur 93, welche nach den beigesetzten Verhältnisszahlen hergestellt werden soll, wobei



Figur 93.

h die Höhe der Balken und $a = 5 + 1{,}1\,h$ bezeichnet.

Macht man $AF = h$, Figur 94, zieht lothrecht hierzu AB in beliebiger Länge und verbindet B und F durch eine gerade Linie, so hat man zwischen AB und BF in den horizontalen Linien ab, cd .... liegend die verschiedenen Balkenhöhen. Trägt man dann auf AF die in Theilen von h ausgedrückten Verhältnisse auf, macht also $AK = \frac{h}{3}$, $AI = \frac{3\,h}{8}$, $AH = \frac{h}{2}$, $AG = \frac{5\,h}{4}$ und verbindet die gefundenen Punkte mit B durch gerade Linien, so hat man die Dimensionen der Verbindung für die zugehörigen Balkenhöhen auf den Linien ab, cd ..... liegen und kann dieselben hier direkt abmessen.



Figur 94.

Es ist dann für a = Null auch $5 + 1{,}1\,h = 0$, also $h = -\frac{5}{1{,}1} = -4{,}545$. Verlängert man also AB und BF über B hinaus, bis der Abstand zweier horizontal nebeneinander liegender Punkte gleich 4,545 Zentimeter ist, so hat man in dem auf AB liegenden Punkte C den Nullpunkt für die Verhältnisse, welche auf a bezogen sind.

Macht man daher nach $AL = \frac{a}{4}$, $LM = \frac{a}{25}$ und $MN = \frac{a}{15}$, so hat man die Dimensionen der Eisentheile zwischen den von C nach L, M und N gezogenen Linien liegen.

Im Verlage von **Carl Scholtze** in Leipzig erschien ferner:

Für Architekten, Maurer, Studirende und Schulen etz.

Architekten-Mappe. Sammlung von Entwürfen, ausgeführten Baulichkeiten, Ornamenten und Verzierungen für die verschiedensten Zweige der Architektur und Kunst-Industrie. Als Motive dienend dem Architekten, Maurer und Zimmermann, dem Bildhauer, Stukkateur, Maler, Zinkgiesser, Holzbildhauer und den Fabriken zur Anfertigung von Kunst-Industrie-Gegenständen etz. Mit Beiträgen von *H. Kaemmerling*, *E. Titz*, *R. Denk* und *Franz Stock*. *4. Auflage.* In 12 Lieferungen à 1 Mark 60 Pf. je 6 Tafeln, zum Theil in Farbendruck.

Inhalt: Land- und Stadtgebäude, Kirchen, Brücken, Schaufenster, Treppen, Thüren, Gesimse, Kamine, Oefen, Springbrunnen, Taufsteine, Grabdenkmäler, Ornamente in Holz, Zink und Stuck etz.

Bautechnische Taschenbibliotek, deutsche, umfassend die Fächer aus den Gebieten der gesammten Baukunst und des Kunstgewerbes. Zwanglose Hefte.

Serie: **Hochbaukunde.** Abth. 1 No. 1. **Die deutsche Villa** in Bezug auf die Bestimmung, Lage, Verbindung, Grösse, Möblirung etz. aller jener Räume, die als Bestandtheile des freistehenden Familienhauses aufgefasst werden können. Bearbeitet von Architekt *Hittenkofer*, Direktor der techn. Lehr-Anstalten zu Buxtehude bei Hamburg. Mit 57 Illustrationen. Preis pro Heft (3½ Bogen in kl. Okt.) 2 Mark. Serie: **Formenlehre.** Abth. 4 No. 1. **Griechisch-dorische Architektur.** Bearbeitet von Architekt *Ed. Blocht.* 2¾ Bogen mit 62 Illustr. 1 Mark 20 Pf. Serie: **Kommunalbau.** Abtheilung 5 No. 1. **Der Schulhausbau.** Bearbeitet von Architekt *Hittenkofer.* Za. 4 Bogen mit 82 Illustr. 2 Mark. Serie: **Hochbaukunde.** Abth. 2 No. 2, 3. **Das freistehende Familienhaus.** Die Vorführung kleinerer und grösserer Wohnhäuser, die nur von einer Familie bewohnt werden. Mit Darlegung des Raumbedürfnisses, der Raumvertheilung und der Raumbenutzung. Bearbeitet von Architekt *Hittenkofer.* 2 Hefte mit 99 Illustr. à 2 Mark.

Um dieses Werk, das mit der Zeit zu einem vollständigen „Kompendium" der Baukunst und des Kunstgewerbes heranwachsen wird, auch wertvoll zu sichern, wird es eine ganz besondere Sorge des Herausgebers sein, tüchtige und bewärte Autoritäten als Mitarbeiter für die einzelnen Fächer zu gewinnen.

Die Verlagshandlung wird sich ausserdem bemühen, durch eine gediegene Ausstattung der einzelnen Hefte das Unternehmen zu sichern.

Später wird in regelmässigen Zeitabschnitten über das Erscheinen der Einzelhefte Bericht erstattet werden.

Möge das zunächst Dargebotene gewürdigt werden und auch Freunde der Förderung finden.

Berger, G., Lehre der Perspektive, in kurzer, leichtfasslicher Darstellung. Auf die einfachste Methode zurückgeführt für Architekten, Bauhandwerker, Maler und Dilettanten. *5. Auflage* mit 4 Tafeln kl. 4. brosch. 2 M. 40 Pf.

Dieses kleine Werk hat in verhältnissmässig kurzer Zeit fünf Auflagen erlebt, es ist dies wol der beste Beweis für die Brauchbarkeit desselben.

Berndt, Carl, Fabrikbesitzer in Deuben bei Dresden, **Der Asche- und Erd-Stampfbau.** Gesammelte Erfahrungen über Nutzen und Anwendung. Bearbeitet von *Clemens Gebhardt.* 3 Bogen in kl. 8. mit 12 in den Text gedruckten Holzschnitten. *2. vermehrte Auflage.* Brosch. in eleg. Umschlag 1 Mark 60 Pf.

Inhalt: I. Vom Aschestampfbau. II. Vom Erdstampfbau. III. Vom Sandgusse. IV. Nachtrag.

In dem von Herrn Medizinalrat Dr. *Küchenmeister* herausgegebenen Schriftchen: „Der Aschestampf- (Zendrin-) Bau und die Wohnungsnot etz.“, das eine rapide Verbreitung durch ganz Deutschland gefunden, sind die von *Berndt* gemachten Erfahrungen in dieser Bauart mehrfach angezogen worden und hat das Veranlassung zu einer Menge brieflicher Anfragen gegeben, welche zu beantworten *Berndt* ausser dem Bereiche der Möglichkeit lag. Um nun einestheils auf diese Anfragen eine genügende Antwort zu geben, anderntheils Jedermann, insbesondere auch dem Arbeiter den Weg zu zeigen, wie er sich ein Haus nach seinen Vermögensverhältnissen selber bauen kann, hat *Berndt* es unternommen, seine Erfahrungen niederzuschreiben, und bittet, seiner wolgemeinten Gabe eine freundliche Beurtheilung zu Theil werden zu lassen.

Blocht, Ed., Architekt, **Façaden-Album**, enthaltend 35 Entwürfe zu Villen, eingebauten und freistehenden Wohn-, Miet- und Geschäftshäusern, versehen mit Grundriss-Skizzen oder erläuterndem Text. 7 Lieferungen à 5 Tafeln. Preis pro Lieferung 1 Mark 20 Pf.

Die zur Darstellung gelangten Façaden sind aus den Grundrissen entwickelt und diese mit möglichster Vermeidung aller Korridore zu entwerfen versucht. Das Ganze gibt der Verfasser in der Erwartung, dass diese Motivensammlung — als solche — in manchen Fällen nutzbringend sich erweisen dürfte.

Kompositionen von Gebäuden, die in grossem Maassstabe vorgeführt sind, können selten für den ausübenden Bautechniker als Motivensammlung — schon des unhandlichen Formates halber — benutzt werden, desshalb wird diese Sammlung, die so billig als möglich hergestellt ist, gewiss in vielen Privatbibliotheken der Fachmänner Aufnahme finden.

Ernst, P., Baumeister, **Der Maurer.** Tabellen zur Berechnung der Baukosten und Baumaterialien für den Maurer, auf Grund des Metermaasses und Gewichtes mit Berücksichtigung des alten und neuen Ziegelformates. Zum Gebrauche für den praktischen Techniker, Maurer und Baumeister. *2. Aufl.* Herausgeg. unter Mitwirkung bewährter Fachmänner. Karton. à 2 Mark 40 Pf.

Was vorstehende Tabellen vor allen übrigen ähnlichen Erscheinungen auszeichnet, ist die Berücksichtigung des alten und neuen Ziegelformates.

Fricke, Aug., Baumeister, und **Stock, Franz**, Architekt, **Wohngebäude für Stadt und Land** in Façaden, Grundrissen, Durchschnitten und Details. *6. Auflage.* 12 Lieferungen à 2 Mark 40 Pf.

Inhalt: Landhäuser, ein-, zwei-, drei- und vierstöckige Wohnhäuser. Herrschaftliche Wohnhäuser.

Verschiedene Entwürfe zu Wohngebäuden für Stadt und Land, in denen auf ökonomische Benutzung des Raumes, auf Bequemlichkeit in der Verbindung der Zimmer und auf möglichst geringe Grösse und Kosten der ganzen Anlage besonders Rücksicht genommen ist, so dass dieselben für die praktische Ausführung etwas modifizirt, mit Nutzen angewandt werden können. Unter den städtischen Wohngebäuden, deren Fronte unmittelbar an der Strasse liegt, kommen mitunter Ladeneinrichtungen mit den dazu gehörigen Waarenlagern, Kontors und Wohnräumen nach den neuesten, bewärten Anlagen vor; unter den ländlichen Wohngebäuden fanden hier Wohnungen für Gutsbesitzer, kleinere Villen, Pächterhäuser etz. Aufnahme.

Details, Durchschnitte und, wo es nötig erschien, einiger Text verdeutlichen hinlänglich diese Entwürfe und die darin enthaltenen Konstruktionen, um dies Werk den ausführenden Architekten, Maurern, Zimmermeistern und Bauunternehmern so willkommen als möglich zu machen.

(Heft 7 bis 12 bildet auch **Stock, Entwürfe zu Privathäusern.** 1. bis 6. Lieferung.)

Druck von Emil Stephan, Plagwitz-Leipzig.

Neuer Verlag von Carl Scholtze in Leipzig.

DEUTSCHE

Bautechnische Taschen-Bibliothek.

Umfassend
die
Fächer aus den Gebieten der gesammten Baukunst
und des Kunstgewerbes.

Zwanglose Hefte.

No. 1. *Hittenkofer*, Die deutsche Villa. 2 Mark.
No. 2. *Hittenkofer*, Griechisch-dorische Architektur. 1 Mark 20 Pf.
No. 3. *Hittenkofer*, Das freistehende Familienwohnhaus. 1. Heft. 2 M.
No. 4. *Hittenkofer*, Das freistehende Familienwohnhaus. 2. Heft. 2 M.
No. 5. *Hittenkofer*, Der Schulhausbau. 1. Heft. 2 Mark.
No. 6. *Hittenkofer*, Der Schulhausbau. 2. Heft. 2 Mark.
No. 7. *Hoffmann*, Bauten von Stein. 2 Mark.
No. 8. *Jeep*, Die Baumechanik. 1. Heft. Regeln aus der Mechanik. 2 Mark.
No. 9. *Jeep*, Die Baumechanik. 2. Heft. Das graph. Rechnen und Graphostatik. 1. Theil. 2 Mark.
No. 10. *Jeep*, Die Baumechanik. 5. Heft. Berechnung der Dachwerke. 2 Mark.
No. 11. *Jeep*, Die Bauschlosserei. 1. Heft. Verbindungen u. Blecharbeiten. 2 Mark.
No. 12. *Jähn*, Das evang. Kirchengebäude. 1. Heft. 2 Mark.
No. 13. *Jähn*, Der Schafstall. 2 Mark.
No. 14. *Jeep*, Die Baumechanik. 3. Heft. Grundzüge der Graphostatik. 2. Theil. (Fortsetzung zu: das graph. Rechnen und Graphostatik. 1. Theil.)
No. 15. *Jeep*, Die Baumechanik. 4. Heft.
No. 16—17. *Jeep*, Die Bauschlosserei. 2—3. Heft. Beschläge der Fenster und Thüren.
No. 18. *Visher*, Gewerbliches Vereinsleben. 1. Heft. 1 Mark 20 Pf.

Wird fortgesetzt.

Druck von Emil Stephan, Plagwitz-Leipzig.

OUR ROADWAYS

REMARKS

ADDRESSED TO THE HON. THE COMMISSIONERS OF SEWERS, THE METROPOLITAN BOARD OF WORKS, MUNICIPAL CORPORATIONS, MEMBERS OF VESTRIES, AND LOCAL BOARDS.

By VIATOR.

"VIA MELIOR ITER BREVIUS."

LONDON:
E. AND F. N. SPON, 48, CHARING CROSS.
NEW YORK: 446, BROOME STREET.
1876.

Price Sixpence.

OUR ROADWAYS

REMARKS

ADDRESSED TO THE HON. THE COMMISSIONERS OF SEWERS, THE METROPOLITAN BOARD OF WORKS, MUNICIPAL CORPORATIONS, MEMBERS OF VESTRIES, AND LOCAL BOARDS.

By VIATOR.

"VIA MELIOR ITER BREVIUS."

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

LONDON:
E. AND F. N. SPON, 48, CHARING CROSS.
NEW YORK: 446, BROOME STREET.
1876.

CHISWICK PRESS:—PRINTED BY WHITTINGHAM AND WILKINS,
TOOKS COURT, CHANCERY LANE.

OUR ROADWAYS.

PROBABLY no problem of the day is more pressing, or practically of more individual importance to every member of the community, than that of deciding as to the material to be used and the mode of applying it to form our roadways. This problem presents, especially in large cities, many points of difficulty; and the decision of the question is rendered more embarrassing from the variety in the styles of pavement recommended, and the arguments advanced by the advocates of each.

To those who are entrusted with the management of local affairs, and the responsibility of spending the money of ratepayers, one question as an argument is more powerful than any other—namely, that of expense. The duty, doubtless, of guardians

of public money is to be economical, and it is right that they should endeavour to perform the necessary work at as small a cost to the public as possible; but, in conceding this, it will be necessary to bear in mind the full meaning of the word "cost," and to estimate accurately the sources of expenditure, some of which receive little or no consideration.

In seeking for the most suitable pavement, we are met at the outset by the necessity for providing for two conflicting requisites: we need a smooth, level pavement on which wheels will run readily; but, unfortunately, as these wheels must be drawn by horses, the surface must not be so hard or so slippery as to injure their feet or prevent their taking foothold. Again, we need durability, and the more important the thoroughfare, and the greater the traffic, the more essential it is that our pavement should be lasting, for the closing, or even partial closing, of a main thoroughfare is an inconvenience so great that it must be avoided, save under the most stringent necessity. There are, however, certain other requisites for a good pavement in a city, and of these the most important are cleanliness and freedom from noise. The want of the first entails large expense, while the continual clatter over the noisy stone pavement is a nuisance found to be intolerable now that experience has demonstrated the possibility of employing materials over which both rapid and heavy traffic can be conducted without noise.

The requisites for a good pavement may be briefly set down as follows:—

1. It must be safe.
2. It must be durable.
3. It must be cleanly.
4. It must not, in a city, be noisy. And,
5. It must be such as can be readily and quickly laid down and repaired.

We will now consider the various modes of paving in use, and note how far they fulfil the requisite conditions of a good roadway. First, we have the archaic system, introduced into this country by the Romans, of paving with blocks of stone. A system which has been in use for more than two thousand years can scarcely be of itself a bad one, and, were it not that it fails in one most important requisite, there would be even yet little prospect of our seeing it superseded. It is, when constructed of the most enduring material (Aberdeen granite), an expensive pavement to lay down; but, so great is its endurance, that it is the cheapest of all pavements as yet known. It is moreover, under favourable circumstances, a fairly safe pavement, but an intolerable nuisance in any great thoroughfare, from the incessant din and clatter arising from the wheels of carriages and the iron shoes of horses. And there is another point not always taken into account in considering the merits of granite pavement, namely, that though it may call for less money than some

others, in the shape of rates, the ratepayers have to pay largely for its maintenance in the wear and tear of their vehicles from jolting over the hard stones, and in the damage done to the feet of their horses. The condition of the legs of a London cab-horse after a few years upon the stones is sufficient proof of its cruel character; and, in fact, pavements of granite cubes are now looked upon as quite unsuited to business localities. They are dirty in wet weather, dusty and slippery in dry weather, and to keep them in an ordinary state of cleanliness requires a considerable expenditure, as shown in Mr. Haywood's Report to the Honourable the Commissioners of Sewers of the City of London. Their first cost exceeds that of either asphalte or wood, and averages from eighteen to twenty shillings per superficial yard. Their estimated mean duration is fifteen years, after which the cubes can be either re-dressed for pavements in smaller streets, or broken up for what is commonly called "Mac."

The system of granite paving adopted formerly was one of large blocks, which after some wear rendered the road rugged, and early in the present century the objections to this system became so clearly felt, that the country readily adopted the proposal of Mr. Macadam, a Scottish surveyor, to substitute for this regular pavement of large blocks a pavement of small stones, to be flattened down and consolidated by the gradual action of wheels

passing over it. This system was found to answer admirably on the great country roads, and on some was carried out with such regularity, that the driver of a London mail coach was wont to take a pride in running one wheel of his coach accurately on the edge of the broken stones freshly laid along the road. Such regular driving was, however, utterly unattainable in the streets of a large city, and of late years steam rollers have been employed to flatten down the fresh metal of the roadways. This improvement has doubtless removed one serious drawback to Macadam, namely, the injury to the feet of horses and the greatly increased labour of traction on the fresh surface, but apart from these objections others have forced themselves on public attention. Macadam has been found to be the most costly of all roadways where heavy traffic exists. It possesses perhaps in the highest degree the merit of safety, but it is so wanting in durability as to need constant repair, the wear entailing the necessity of removing the worn-out material, and hence arises an expense for sweeping, scraping, and slopping, which in the metropolis has been for the last few years steadily on the increase, and has become a cause of serious alarm to the ratepayers; in short, "Macadam," which, for suburban roads with light traffic possesses many advantages, has under the continuous and heavy traffic of large cities been now proved to be most expensive to maintain, owing to the constant need of

repair and the never-ceasing scavenging required. In wet weather the mud from Macadamized streets, notwithstanding the utmost care in cleansing, becomes intolerable, and in dry weather the dust is not less so. It follows, therefore, that Macadam as a material for roadways in a large city is condemned, not merely on account of the annoyance from dirt and dust, but especially on account of its great expense.

Asphalte Pavement has also been tried within the last few years, but while admirably adapted for footways, it has been found to be objectionable in the roadways from one or two causes. First, although nearly as safe under certain conditions as granite, and much more free from noise, it speedily, save in very dry weather, becomes slippery, and is very dangerous to horses. This being observed to be the case, it was decided in the City of London some years since not to lay asphalte down on a steeper gradient than 1 in 60, and on almost any gradient it cannot be considered as free from danger.

Asphalte paving in its best form went far to remedy some of the evils of granite. It was first introduced in Paris, and in that city has given a certain amount of satisfaction, but in London, with its rapid traffic, it has become, owing to its slipperiness, most unpopular, and horse owners have joined with the public in proclaiming it unsuitable for street pavings. The daily sufferings of horses on

this pavement, more especially in the City of London, are most serious, and no endeavours to render the surface safe have proved successful; while the numerous accidents reported prove that whether the paving be wet or dry it is dangerous.

In respect of wear, asphalte has proved eminently unsatisfactory, the condition of some of the principal thoroughfares in the City (notably Bishopsgate Street) being deplorable. The price of asphalte varies considerably, it being expensive or cheap according to the proportion of natural bitumen used in its composition. From Mr. Haywood's report it appears that the cost of asphalte, including the concrete foundation, which varies from 3 to 6 in., is 16*s.* per superficial yard; its duration was estimated by those who laid it at seventeen years, but we have now ample evidence to show that this period will not be even approximately reached by any of the pavements laid down. Whether laid by the dry powder or mastic process, a chilled surface is formed as the asphalte cools, which, when once worn through, crumbles away with rapidity.

The only other description of pavement which need be considered, is that consisting of blocks of wood. This plan of paving the roadways was first, it appears, resorted to in London in 1839, when it was laid down in the Old Bailey. This pavement, however, consisted of large blocks laid upon the hap-hazard under surface of the roadway, and the result of the

experiment was not altogether satisfactory. The blocks became worn at the edges, while the unevenness thus caused, was aggravated by the want of homogeneity in the unprepared foundation, through which the blocks settled down irregularly. Nevertheless in some parts, notably in Threadneedle Street, where it had been better laid, the wood pavement stood well, and proved to be a noiseless roadway, and when laid in *narrow blocks* (3 inches) a safe one. Mr. Tomkins, C.E., now surveyor to the parish of Marylebone, in a report written when surveyor to St. George's, Hanover Square, December, 1872, says:—"Instances might be referred to which show "that where wood is properly selected and laid, "its durability is extraordinary: for example, a "specimen of wood paving now in my possession, "removed from Little St. James's Street, where it "has been laid for twenty-eight years, is perfectly "sound."

Croskey's Wood Pavement.—Several plans of wood paving have been of late years proposed. One by Mr. Croskey was to manufacture cross grained planks of wood of any length, which being placed side by side are forced together by pressure, so as to form a compact homogeneous surface of wood, which was to be laid upon concrete. This plan does not seem to have been tried, at least in this country.

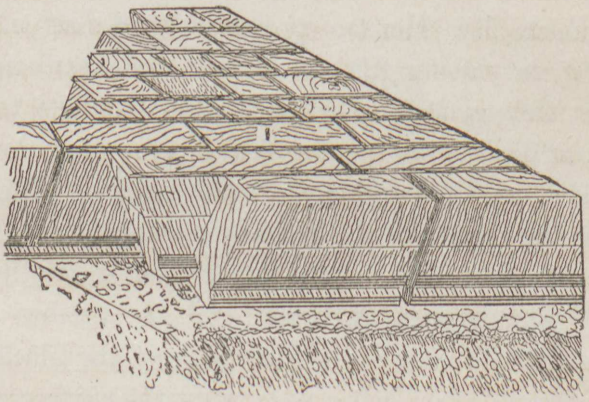
Harrison's Wood Pavement.—This system consists of a concrete foundation upon which strips of wood

2 in. by half-an-inch in thickness are laid. Wood blocks 3 in. in breadth, are placed upon these wooden strips, and heated asphalte poured into the joints, which penetrates under and adheres firmly to the blocks.

Henson's Wood Pavement.—The main principle on which Mr. Henson proposes to construct his paving, is placing *felt* on the bed and between the joints, thus giving, as he asserts, an elasticity to the road, and allowing by the felt jointing for the expansion and contraction of the blocks. He also varies the shapes of the blocks; in one roadway they are to be bevelled on the top edges, in another at every fourth or fifth block, and in another a V groove is to be cut down the centre of the block, the object of this last being to prevent the surface water from soaking down the joints to the foundation.

The Ligno-Mineral Wood Pavement, which is laid in Gracechurch, Fore, and Coleman Streets, possesses certain peculiarities, and differs from others in that it is mostly composed of hard wood, such as elm, oak, beech, or ash, which has been subjected by hydro-carburetted oils to a treatment termed mineralization. The blocks, which are 9 in. long, 3 in. wide, and 6 in. deep, are sawn at an angle of about 60 deg., the object of this being to expose the fibre obliquely to the wearing face, and to distribute the weight of the traffic from the one block to those adjacent to it in the line of thrust. On the sides of the blocks near

their bases, a groove is cut, which is filled with an asphaltic mastic (pitch and tar), during the process of laying. The blocks are laid on a concrete foundation, the angle of each course being in an opposite direction to the previous one. The remainder of the



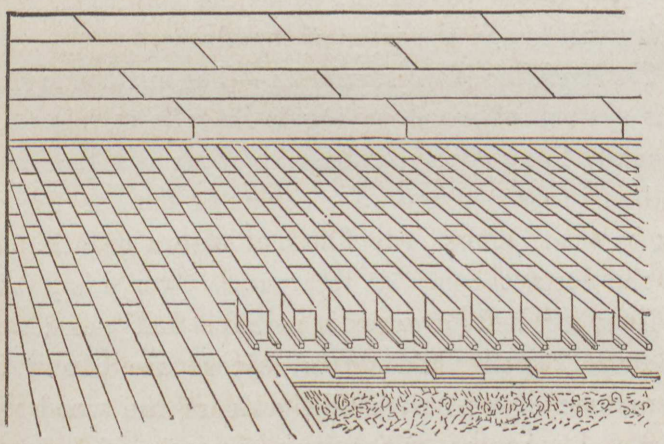
LIGNO-MINERAL WOOD PAVEMENT.

joints to the surface are filled in with a grouting of lime and gravel.

Carey's Wood Pavement is perhaps that which can be most rapidly laid down and repaired, and is formed as follows, viz.: the blocks are cut 4 in. wide by 9 in. long and to the depth of 5 in. or 6 in. according to traffic; these blocks are shaped with alternate convex and concave ends, and are laid on a bed of ballast or sand, averaging 2 in.; the joints which have been left about $\frac{3}{8}$ in. wide, are filled with a grout of lime and sand. The advantages claimed for this pavement are, that by the peculiar shaping

of the blocks, they will not be shifted from their positions, and further, that the weight that may be put on each block is thus dispersed over an extended area.

Messrs. Mowlem and Co.'s method of laying wood paving is to form a foundation of concrete, varying in thickness according to the nature of the subsoil and the traffic; then to pave with blocks of yellow deal, 3 in. wide and 6 or 7 in. deep; the joints, which vary from $\frac{3}{8}$ to $\frac{1}{2}$ in., are filled in with sand and lias lime, and the surface is afterwards indurated by strewing it with shingle.



IMPROVED WOOD PAVEMENT.

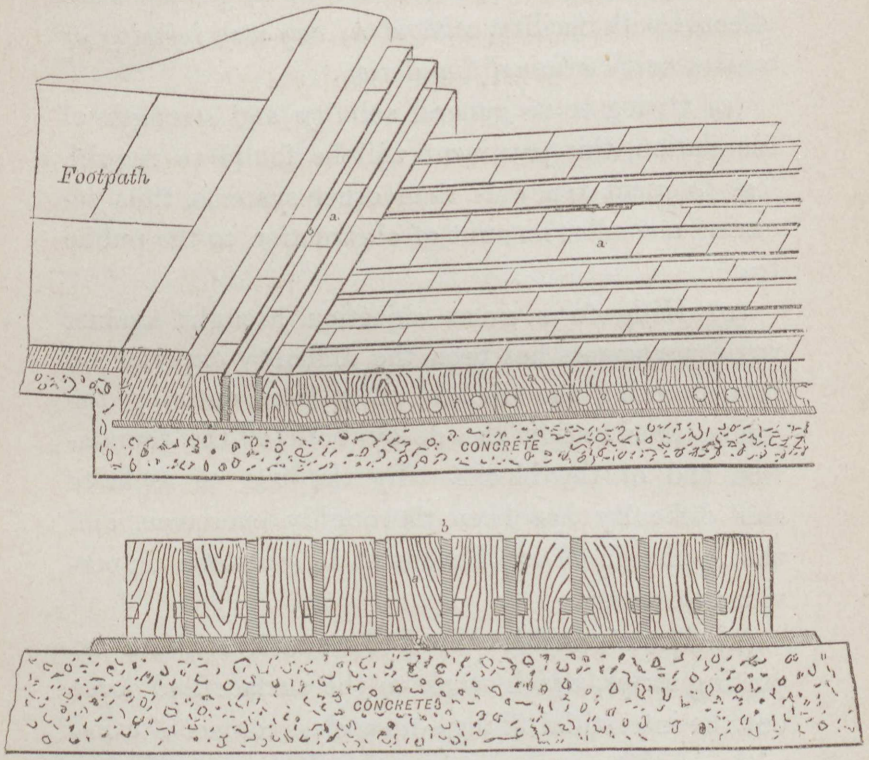
The Improved Wood Pavement is formed of two layers of one-inch boards laid transversely and longitudinally on the old road foundation, which is made up with sand or dry earth to the proper curvature; on these boards wood blocks are placed,

the longitudinal joints being kept three-quarters of an inch apart by a fillet (which is nailed to the flooring) and the heading joints butting. The joints from the fillet up to the surface of the road are filled in with fine ballast, run with a liquid tar, and caulked with a machine made for the purpose: the road is then strewn lightly with small gravel and is ready for use.

The principal advantage claimed for this system is that the flooring of planks forms an elastic foundation and tends to distribute the weight equally over the whole pavement, while the additional elasticity will lessen the wear of the blocks.

The Asphaltic Wood Pavement.—The mode of laying this system of wood paving is as follows, viz.: A concrete foundation, composed of blue lias lime and ballast in proportions of one part of lime to five or six parts of ballast, is laid to a thickness of 6 in. and to the correct curve of the road. Over this is laid a layer or bed of mastic asphalte half-an-inch in thickness, upon which wood blocks are placed in transverse courses with the grain of the wood upwards, a space of half-an-inch (or more if desired) being left between each course. Into these spaces, or joints as they are more usually called, heated asphalte is poured to a depth of from 2 to $2\frac{1}{2}$ in. up the block. This asphalte adheres firmly to the asphalte layer or foundation, as well as to the blocks, thus solidifying the whole, and the remainder of

the spaces is filled with a grouting of sand and hydraulic lime. This acts as a non-conductor to both heat and cold, and serves to fix the grit and gravel which it is usual to strew over a newly-laid



ASPHALTIC WOOD PAVEMENT.

wood paving, for the purpose of indurating the surface of the wood.

The advantages claimed for this system, are:—

(A) *Safety, comfort, easy traction, noiselessness, dura-*

bility, protection of pipes from frost, and less destruction of horse shoes, also of carriage springs and tyres, the vibration being greatly reduced.

(B) The Asphaltic Wood Pavement can be laid with rapidity, and repairs to sewers or gas pipes are effected with facility, *without in any way injuring or weakening the original foundation.*

(C) Owing to its general solidity and strength of foundation, this pavement will be found to require less frequent renewals than other systems, thus securing a smaller amount of obstruction to the public traffic.

(D) Hitherto a great objection brought against wood pavements has been the difficulty experienced in preventing the surface water from entering the joints, accelerating the decay both of the foundation and of the blocks. By the use of asphalte this difficulty has been thoroughly overcome, and the Asphaltic Wood Pavement is *completely* impervious to water.

(E) The Asphaltic Wood Pavement requires no parting strips, which work to the surface and force out the interstitial filling—no useless contact of wood with wood to retain moisture and promote decay; hence its superiority in point of endurance.

Respecting *Mr. Croskey's* plan, it may be observed that though it appears to possess some advantages,

notably, that of throwing off surface water, its homogeneity and smoothness, so far from being an advantage, must render the pavement slippery, and consequently dangerous to horses. To render wood pavement safe, the joints must be wide enough to introduce some variety of structure affording a firm foothold for the horses; and most of the other systems of wood paving provide for this, the interstices between the blocks being filled with some material supposed to be the best for the purpose.

Harrison's system of Wood Paving, as yet untried, has some claims to notice. It will undoubtedly, like the Asphaltic Wood Pavement, be watertight; but whether the elasticity expected to be obtained by placing the blocks upon strips of wood will be an advantage or otherwise remains to be proved. The management of this system is in the hands of the Asphaltic Wood Pavement Company, so that the vestries will have an opportunity of forming an opinion as to its merits.

The *Ligno-Mineral* system doubtless possesses the merit of great endurance, but this character is gained at the expense of safety, and on this account the pavement cannot be recommended.

With regard to *Henson's* system, it may be observed that *felt* must no doubt render the foundation very elastic, not to say spongy, for whatsoever be the care employed in the preparation of such a substance as felt, it is impossible to destroy its absorbent power,

which means a swelling in wet weather and a shrinking during periods of dryness. This continual expansion and contraction, of which the range is by no means narrow, must in a comparatively short space of time loosen the blocks, and this being the case, they must take a set the one against the other, and the whole roadway will be destroyed.

Carey's Wood Pavement.—The only special merit to be found in this system is that it dispenses with any preparation of foundation—it can be laid with great rapidity; but it is sufficient to say that the want of a good foundation must entail, to say the least of it, far greater inconvenience and much more waste of time than would be caused by making the under surface of the roadway firm and lasting. To lay wood blocks on a haphazard foundation is to ensure their irregular subsidence; the consequent unevenness of roadway, and a never-ending patching and piecing, becoming far more costly and annoying than the proper laying of a foundation would prove.

Messrs. John Mowlem and Co.'s wood pavement is laid on a good bed of concrete, and is no doubt an excellent roadway, but it lacks one desideratum, namely, *thorough imperviousness to wet.* The surface water ought not to be allowed to reach the concrete bed, where it must sooner or later injure what should be a thoroughly enduring foundation.

With regard to the *Improved Wood Pavement*, no better comment can be given than that contained in

the report made in 1874 to the special Works Committee of Southampton, by Mr. James Lemon, C.E., Borough Surveyor. He says:—

"The principle adopted by the Improved Wood "Pavement Company, namely, two thicknesses of "boarding bedded on sand, at first sight has very "much to recommend it. It enables the engineer to "obtain ready access to gas and water pipes. It "distributes the weight of heavy loads over a large "surface, and what is perhaps more important in "London, the pavement can be laid and repaired "with great rapidity without much hindrance to "traffic. But it has in my mind many glaring de-"fects; viz. *its liability to rapid decay; its want of "solidity*, and the encouragement it gives to a *damp* "subsoil. It must be evident that a wood pavement "which is not water-tight or kept dry underneath, "must contain all the elements of decay, more espe-"cially when the substratum is sand, and the water "and urine which finds its way through the joints "can pass freely under the boarding, rendering it "wet and damp. It is true the Company caulk the "joints with pitch and tar, but the end joints are "open and the water can pass freely through them."

"The want of solidity in the pavement is apparent "if it is continually watched under heavy loads, the "two thin boards on a soft bed must necessarily "yield under great pressure, and in places a per-"manent set or depression must be the result."

Mr. Livingstone, C.E., Surveyor to the Vestry of St. George's, Hanover Square, London, in his report to the Committee of Works of that parish on the repaving of Piccadilly in November, 1875, says of the Asphaltic and Improved Wood Pavements:—

"The advantages claimed by each of the two "varieties of wood pavement are generally the same, "viz. safety, comfort, easy traction, noiselessness, "durability, protection of pipes from frost, less de- "struction of horses' shoes, carriage springs, tyres, "&c. *The Asphaltic Wood Pavement Company*, how- "ever, by laying the blocks on asphalte and concrete, "claim the additional advantage of having a per- "fectly water-tight foundation, thus preventing any "surface water entering the joints and causing decay "either to the blocks or foundation. I am of opinion, "however, that the Improved Wood Pavement is "likely to last the longest, the blocks being laid on "a foundation of planks gives a certain degree of "elasticity to the whole pavement, consequently the "surface offers less resistance to traffic than any "other."

This deduction may well be questioned. As a mechanical principle, an elasticity which causes the whole surface or a large proportion of it to sink under pressure, and rise again to meet fresh pressure, must increase the resistance and hasten the wearing away of the surface. Mr. Livingstone proceeds:—

"The Asphaltic Wood Pavement being laid on a

"perfectly solid foundation will necessarily offer "greater resistance to the traffic, and so be more "liable to wear. How far my opinion may be cor- "rect, experience can alone determine."

It needs no deep study of mechanics to know that the harder and more inelastic a roadway the less resistance will it offer to the traffic rolling over it.

As in all constructions everything depends upon the foundation, the more rigid it is the better. There is no need of underplanking, and to lay the planks to the curve of the road it is often necessary to remove the good hard material which has for years formed its bottom, and substitute a layer of sand or, as is often the case, "dry earth." The result is that, after the pavement has been subjected to a moderate amount of traffic, and after the surface water has percolated through the joints, as it invariably does, forming a bed of tar, slime, and mud, the whole paving becomes wavy and sinks, leaving the kerbs unsupported, and permitting water to find its way through crevices into the adjacent houses.

On this point Mr. Lemon, C.E., may again be quoted. He says:—

"After all, the foundation is the most important "part of any paving, and, put what you will on the "top, if the foundation fails the whole thing fails."

Also—"One of the great advantages of Asphalte "is its non-absorbency, the absence of all joints, and "consequent dry subsoil where it is used. Then, if

"we are to substitute wood for asphalte, let us by all "means adopt a paving which, as near as possible, "possesses this great desideratum. Does the wooden "foundation possess it? I think not. I can under- "stand why wooden planking should be adopted on "loose or made ground, but I see no reason why a "firm, hard bottom should be given up, and a soft, "yielding one substituted. But say some critics, "'We must have elasticity.' My answer is, *The "wooden blocks are of themselves elastic*, and no more "is required."

Mr. Frederick Ashmead, C.E., Surveyor to the Corporation of Bristol, says, in a report issued in 1875:—

"Although nearly twelve months have now elapsed "since my last report on this subject, the general "appearance and surfaces of the pavements in Wine "Street, Broad Street, and the Exchange, still con- "tinue in much the same condition; nor has the "portion of Wine Street (relaid by the Improved "Wood Pavement Company) been much improved "thereby, as the surface-water still finds its way "through the joints, and a larger proportion of the "blocks in this street are split or cracked, but the "pavements of Broad Street and the Exchange "appear to be wearing well, and are more rigid and "firm, and free from the defects of the Wine Street "pavement. This last paving has now been laid "about twenty-three months, and Broad Street and "the Exchange about seventeen months.

"The present estimates are based on prices fur-
" nished by the 'Asphaltic Wood Pavement Com-
" 'pany,' that being, in my opinion, an improvement
" on the existing pavement as laid down by the
" 'Improved Wood Pavement Company,' *the prin-*
" *cipal advantage being its imperviousness to water;*
" and I recommend, if this system be adopted, that
" the concrete foundation should not be less than
" six inches deep, and that the wood blocks should
" not be more than three inches in width."

Mr. George J. Cox, late Surveyor to the Vestry of St. Luke's, Middlesex, having examined into the systems of

The Improved Wood Pavement,
Mr. Stephen Carey's Wood Pavement,
Messrs. Mowlem and Co.'s Wood Pavement,
The Ligno-Mineral Wood Pavement, and
The Asphaltic Wood Pavement,

and, after having dealt with the absolute necessity of having a good and permanent foundation, concludes his report with the following remarks:—

"The Asphaltic Wood Pavement has this great
" advantage, with the addition of an asphalte layer
" or bed spread over the concrete, and joints of the
" same material: this certainly seems a great im-
" provement upon all other systems in consequence
" of its imperviousness to water, which would preserve
" the foundation of the road sound and intact.

"After a careful consideration of the merits and "demerits of each system, and having spent some "considerable time in observation of the state of the "different systems, I beg to recommend to your "notice the pavements of Messrs. Mowlem and Co. "and the Asphaltic Wood Pavement Company, "giving a decided preference to the latter."

On a concrete and asphalte bed the blocks are "more than sufficiently elastic." The harder and more rigid the foundation, the more elastic the wood roadway, and a good hard bottom is the best for the system that lays a concrete foundation for its wood surface. The Asphaltic Wood Pavement Company was the first that laid a concrete and asphalte foundation, and formed it precisely to the required curvature of the road. The asphalte layer or bed is of the utmost benefit in a sanitary point of view, for it seals hermetically all underground exhalations from old or badly constructed sewers and cesspools.

This foundation, besides its admirable fitness for the reception of the wood blocks, possesses a merit of no mean value, namely, that it is a sound and enduring foundation for a roadway, and that none better can be devised, whatever may be the material selected to form the surface. Thus, if a better material than wood blocks should be hereafter discovered, the foundations of the roads laid by this Company would be ready on the removal of the wood to receive

any other superstructure which it might have been decided to adopt. This foundation once laid, the renewal of the blocks when worn out is a matter of comparatively small expense and requiring but little time, a point of no small importance in crowded thoroughfares. A portion of wood pavement laid down more than two years since by the Asphaltic Wood Pavement Company has been recently taken up, when the foundation was found to be as dry as when first laid, and the wear of the blocks had been very satisfactory, indeed, less than had been estimated by the contractor.

Wood Surface.

Much difference of opinion exists as to the quality of timber best adapted for street pavements. Some are in favour of "soft wood" of the pine family, others of hard wood, such as oak, elm, ash, beech, &c. Experience justifies a strong preference for the soft wood, which, when properly selected, with a close fibre, is the most suitable for paving purposes. Hard woods are liable to become glossy, and, therefore, nearly as dangerous as asphalte, as has been referred to by many engineers in their reports, and they are totally unsuitable for gradients. Spruce and white deals are unfit for paving purposes.

Joints.

Wood paving should have a joint of at least half-an-inch between the transverse courses, so as to afford

a foothold to horses. All wood paving when laid close together is slippery under most conditions of the weather, and although it is at least 200 per cent. less slippery than asphalte or granite, no good paving can be constructed without due regard being paid to the joints.

The composition with which the joints are filled must be waterproof, otherwise the surface water will percolate through and destroy the foundation, if of a perishable character, and the Asphaltic Wood Pavement justly lays claim to the observance of this most essential precaution. In the system adopted by the Improved Wood Pavement Company, it is the surface water which percolating through the joints brings on destruction both to the plank foundation and to the blocks.

The Asphaltic Wood Pavement Company also lays special pavements for churches, courtyards, stables, coach-houses, &c., for which wood is especially well suited, and where it will prove more lasting than any other pavement. Wherever wood has been laid down for such purposes, it has invariably given satisfaction.

To resume, then, the general question, it may be said, in considering the requisites of a good pavement in a city, the most important by far is safety. The slipping, stumbling, and falling of horses are not merely serious impediments to the whole traffic and sources of considerable pecuniary loss, but, if prevent-

able, may be charged against the local authorities as positive cruelty. On this subject, Mr. Haywood, C.E., Engineer to the City of London, issued in 1874 an elaborate and exhaustive report in which he says: "Slight rain makes both asphalte and wood more "slippery than they are at other times. On asphalte "the slipperiness begins almost immediately the rain "commences, wood requires more rain before its "worst condition ensues. The slipperiness lasts "longer upon wood, on account of its absorbent "nature, than it does upon the asphalte; when dry "weather comes after the rain, when asphalte is in "its most slippery state, the horses fall on it very "suddenly, *on wood their efforts to save themselves are "more effectual;* wood also is frequently in that pecu- "liar condition of surface in which horses slip or "glide along it without falling. A small quantity of "dirt upon asphalte makes it very slippery, wood "requires a large quantity. Slipperiness can be "temporarily cured on both pavements; on the as- "phalte by sprinkling it with sand, on the wood by "sprinkling it with gravel. The result in both cases "is dirt. *The sand thrown on asphalte helps to wear "it out, the gravel thrown on wood tends to preserve it.* "When a horse falls on asphalte it has difficulty in "getting up; on wood it rises more readily."

In a special report on accidents to horses, Mr. Haywood says "that a horse might be expected to travel on an average, without falling,

On granite, 132 miles,
On asphalte, 191 miles, and
On wood, 446 miles."

The falls, moreover, on both granite and asphalte, were of a more serious character than those that occurred on wood. He thus concludes his report:

"Of these accidents, which are most obstructive to "the traffic as well as most injurious to the horses, "asphalte had the greatest proportion, granite the "next, and wood the least."

It should also be stated that the figures in this report include accidents on the Ligno-Mineral Paving, which were proportionally much more numerous than those on any other kind of Wood Paving. So that the safety of the Wood Paving recommended is in fact even greater than it appears from the report.

The next point, and one which is closely connected with that of safety, is cleanliness, and in this respect wood is found to stand next to asphalte, which is the most cleanly of all pavements. The engineer of one of our principal cities found that at one cleansing the quantity of slop removed from 1000 yards of Macadam was *four* loads, from 1000 yards of Granite nearly *two* loads, and from Wood *one-third* of a load. When we recollect that mud and dust mean annoyance and discomfort and more or less obstruction to traffic, we have in these figures a powerful argument for the employment of wood

pavement. But in this matter it is needless to urge other than the pecuniary argument, that nearly six times the quantity of slop must be taken off a Granite, and twelve times the quantity from a Macadam roadway as we have to remove from Wood. At the present time the expense of removing this slop is increasing to an alarming extent. In the parish of St. George, Hanover Square, Mr. Livingstone, the Surveyor, says that 5*s*. per load is a very moderate estimate of the cost of removing slop. As an evidence of this, the figures and estimates lately sent in to the Vestry of St. George's, Hanover Square, may be referred to, from which it appears that the cost of cleansing the roads in that parish was £8,075 in 1874-5, and in 1875-6 £8,534, while the estimate for the coming year 1876-7 is £10,194, an increase of nearly 20 per cent. on the cost of last year. Several of the Metropolitan vestries are now undertaking the work of removing the dust, &c., instead of engaging contractors, and some have established depots for the distribution of such refuse as is useful to farmers. Under such arrangements the superiority of Wood Pavement will become yet more manifest, for not only will it have a much smaller quantity of refuse to be removed, but at least nine-tenths of the sweepings of Wood Pavement will prove valuable, consisting, as they must, of manure. With such a pavement as that laid down by the Asphaltic Wood Pavement Company, little or

nothing would be wasted; refuse, whether liquid or dry, could be swept off the water-tight surface, and rapidly removed, the whole fetching a price which would at least approximate to the cost of its removal. Need would no longer exist for finding shoots on waste land for the deposit of useless rubbish, consisting of a large proportion of comminuted granite rendering useless the trace of manure mixed with it. The saving in this respect would be very large, and were wood more generally employed as a pavement, would be much greater, for no small proportion of the third of a load which is taken off a thousand yards of Wood Pavement has been conveyed thither from pavements of a less cleanly character.

The comfort and convenience of Wood Paving need scarcely to be more than stated, but if any evidence of the truth of this statement were needed we have abundance, in the facts which are every day coming before us in the shape of memorials and deputations to Vestries and Boards praying that Wood Pavement may be laid down, while the residents in the localities have mostly supported their wishes by subscribing towards the cost, and have, in some cases, paid the whole expense of the improvement.

In conclusion, then, we may say that Wood Pavement, when laid upon the best system, in the first place is safe, and affords a good foothold for horses; secondly, there is good reason to predict that it will be found durable; thirdly, it is essentially a cleanly

pavement; fourthly, it is of all pavements known the most free from noise; and fifthly, it can be readily and quickly laid down or repaired. As to its cost, although it would appear to be in the long run more costly than granite, it is less costly than any other pavement known, and when the damage to horses and vehicles from the granite, together with the evils of dirt and noise, are taken into account, it may be safe to say that Wood Pavement is in the end the cheapest.

CHISWICK PRESS:—PRINTED BY WHITTINGHAM AND WILKINS,
TOOKS COURT, CHANCERY LANE.

NOUVELLE MÉTHODE

POUR LE

CALCUL EXACT DES AIRES

DE

DÉBLAI ET REMBLAI

SANS LE RAPPORT DES PROFILS EN TRAVERS

PAR

LUCIEN KORAL WOJCIECHOWSKI

Ancien élève de l'École des ponts et chaussées.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BAUDRY, ÉDITEUR

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MÊME MAISON A LIÉGE

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

DES AIRES

DE

DÉBLAI ET REMBLAI.

1880.

L., KARNTNERSTRASSE 34.

NOUVELLE MÉTHODE

POUR LE CALCUL EXACT

DES AIRES

DE

DÉBLAI ET REMBLAI

SANS LE RAPPORT DES PROFILS EN TRAVERS

PAR

Lucien Korab WOJCIECHOWSKI

Ancien élève de l'École des ponts et chaussées.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

PARIS

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BAUDRY, ÉDITEUR

15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

MÊME MAISON A LIÉGE

Droit de traduction et de reproduction réservés.

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks Tekniske Højskole

PRÉFACE.

Nous nous proposons de démontrer que la suite des carrés des nombres peut servir au calcul des surfaces de déblai et remblai, sans qu'il soit nécessaire de rapporter les profils en travers et quels que soient les profils d'exécution.

L'ouvrage est divisé en trois parties : dans la première, nous examinons le degré d'avancement de la question de la cubature des terrassements et nous citons une propriété *fondamentale*, suivant nous, et appelée à la faire progresser. Dans la seconde, nous établissons cette propriété fondamentale par une discussion destinée à prévoir toutes les objections et nous en déduisons l'emploi de la table des carrés des nombres. Enfin,

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

dans la troisième, nous donnons l'usage détaillé de cette table. Vient ensuite une note indiquant l'extension dont elle est susceptible quand on se donne à l'avance des profils constants d'exécution, ce qui a pour ainsi dire toujours lieu.

En faisant nos recherches pour arriver à la propriété que nous annonçons, nous avons eu souvent recours à la géométrie analytique ; la tâche nous en a été facilitée et les démonstrations que nous donnons seraient abrégées si nous employions également la géométrie analytique pour les établir.

Nous avons pensé qu'il convenait mieux de nous étendre un peu dans les démonstrations et de ne pas sortir autant que possible de la géométrie et de l'algèbre élémentaires. D'autre part, nous avons exprimé les résultats en langage ordinaire, donnant les opérations à faire, de telle sorte que l'usage de la table puisse être transformé facilement en routine. Cependant, pour s'en servir avec connaissance de cause, il y a lieu d'emprunter à la géométrie analytique le raisonnement qui se présente quand on débute dans son étude et qui se sait immédiatement, à savoir

que, étant donnée une droite représentée par abscisses et ordonnées rectangulaires, on trouve facilement l'ordonnée quand on connaît l'abscisse, et que les directions des droites se reconnaissent aux valeurs positives ou négatives de leurs pentes.

Notre but a été de simplifier et de ramener la question aux connaissances et aux procédés élémentaires.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

I.

État de la question de la cubature des terrassements.

La méthode de cubature des terrassements dite de la *moyenne des aires* est adoptée universellement dans les projets de routes, de chemins de fer, de canaux, et en général dans tous les terrassements d'une conséquence notable; c'est la plus simple et peut-être la seule pratique.

La méthode dite *exacte* conduit à des métrés longs et pénibles, et n'est employée que dans les cas exceptionnels, quand la nature du terrain rend les déblais onéreux et surtout quand ces déblais sont accidentels.

La méthode de la moyenne des aires est d'une approximation suffisante, tout en étant beaucoup plus expéditive que la méthode exacte; cependant elle paraît encore dépourvue de rapidité et exige le rapport des profils en travers du terrain et des profils d'exécution, profils d'autant plus nombreux qu'on veut approcher du cube véritable, et toujours fort nombreux par conséquent. Ces profils une fois rapportés donnent lieu au

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

calcul méticuleux et pénible d'un grand nombre de cotes et pentes qui permettent le calcul de leurs aires, et, s'il s'agit d'un profil en long à étudier, les modifications qu'on lui apporte à la suite de l'examen des cubatures ou pour toute autre cause, entraînent, si l'on veut faire une étude approfondie, le rapport et le calcul de nouveaux profils en travers, et ainsi de suite, ce qui augmente d'autant plus l'inconvénient d'être astreint au rapport des profils et au détail de leur calcul.

On s'est déjà préoccupé de réduire ces travaux et d'obtenir les cubatures sans avoir à dessiner les profils en travers; on a indiqué des méthodes diverses dont la plus simple consiste à supposer le terrain horizontal et à la hauteur du piquet d'axe. Dans ce cas, en appelant h la hauteur de déblai ou de remblai représentée et donnée par le profil en long, on a pour la surface d'un profil :

En déblai : a étant la largeur du plafond et les talus étant à 45°,

$$S = h\ (a + h)$$

En remblai : b étant la largeur de la plate-forme et les talus étant de 3 de base pour 2 de hauteur,

$$S = h\ (b + 1{,}50\,h)$$

Dans cette manière d'opérer, qui est très-expéditive, les déblais sont trop faibles et les remblais sont trop forts, et, si l'on considère une même déclivité du terrain, l'excédant du remblai équivaudra sensiblement au manquant du déblai pour une même cote de la plate-forme. Ce procédé peut donc être employé assez avantageusement pour ébaucher un projet au point de vue

de la compensation des déblais et des remblais, mais, s'il s'agit de déterminer le cube total des terrassements, l'approximation n'est plus acceptable.

En Angleterre, on se sert souvent d'un procédé basé sur un tableau d'une feuille seulement et dans lequel, supposant le terrain horizontal, on arrive à trouver le cube d'une tranchée avec les données du profil en long, et sans le calcul préalable des surfaces de déblai et de remblai. Le procédé est d'une application facile, mais exige autant de temps que la méthode de la moyenne des aires appliquée aux profils calculés comme il vient d'être dit.

Il y a des méthodes plus avancées; elles n'ont fait qu'atténuer sans le faire disparaître le défaut capital des méthodes précédentes, qui est de ne pas envisager les profils du terrain tels qu'on doit les relever pour avoir sa juste représentation, et d'exiger au contraire un levé spécial ou une hypothèse qui approprie les profils à la méthode. Leur point de départ consiste à modifier les profils en d'autres facilement calculables, mais non équivalents. Une de ces méthodes a rendu des services sérieux, parce que le mode de levé sur lequel elle est basée réalise souvent dans la pratique la représentation exacte du terrain, et les tables qui en sont la conséquence ont accéléré dans un grand nombre de cas les études de cubature. L'exposé même des avantages que nous signalons montre que cette méthode, tout en donnant des résultats appréciables, est encore loin de satisfaire l'esprit, et ne répond pas complétement aux besoins de l'ingénieur, qui doit faire rentrer autant que possible, dans ses calculs, le relevé exact du terrain.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Voilà, en résumé, l'exposé de la question de la cubature des terrassements, et il paraît juste de dire qu'il n'y a pas lieu de viser à une plus grande exactitude que celle obtenue par la méthode de la moyenne des aires, mais aussi qu'il y aurait progrès si l'on pouvait se dispenser de rapporter les profils en travers pour les calculer, tout en les calculant simplement, rapidement et exactement.

La table des carrés des nombres modifiée, comme nous le montrerons dans cet ouvrage, atteint le but, nous l'espérons, et peut être la limite de ce qu'on peut attendre du calcul dans la simplification de la question. Quoi qu'il en soit, nous pensons que nous sommes sur le chemin qui doit conduire à la meilleure solution ; aussi nous nous empressons de décrire le procédé auquel nous sommes arrivés, afin d'en permettre l'usage ou le perfectionnement. Nous citerons dès à présent le problème que nous avons rencontré et l'énoncé de sa solution.

Propriété fondamentale.

Si l'on considère une ligne polygonale quelconque rapportée par abscisses et ordonnées rectangulaires, à la manière d'un profil en long, le sens positif des x étant de gauche à droite, et le sens positif des y de bas en haut, comme c'est l'usage ; enfin, si l'on se propose de déterminer une ligne droite partant d'une des extrémités de la ligne polygonale et laissant, du côté du nadir et du côté du zénith, des surfaces équivalentes aux surfaces séparées précédemment par la ligne polygonale ;

La pente de cette ligne droite est égale à la réci-

proque du carré de la distance des extrémités (mesurée horizontalement), multipliée par la somme des produits des montées ou descentes par la somme des cumulées correspondantes.

Si, la ligne cherchée partant de l'extrémité droite, on part de l'extrémité gauche pour suivre les pentes, les montées sont affectées du signe plus et les descentes du signe moins. Si, la ligne partant toujours de l'extrémité droite, on part de l'extrémité droite également pour suivre les pentes dans l'application de la formule, les montées sont affectées du signe moins et les descentes du signe plus.

Nous donnons ci-contre (planche I) une application de l'énoncé.

Cette propriété nous paraît digne d'intérêt, et résout sous un jour nouveau un certain nombre de questions intéressantes, nous en citerons seulement trois :

Premièrement, si l'on se propose de limiter par une ligne droite deux propriétés contiguës, dont les limites accidentées présentent des inconvénients ;

Secondement, s'il s'agit de mesurer une surface polygonale en parcourant son contour seulement. Dans ce cas, on parcourrait le périmètre en chaînant les distances de chaque sommet par rapport à une ligne ayant une direction constante, et passant par le sommet précédent. On pourrait se repérer de temps en temps, avec la direction du méridien magnétique, par exemple. Ces distances et les distances de leurs pieds aux sommets précédents permettent de transformer la surface en trapèzes dont on connaît les éléments. Ce procédé est avantageux, même quand l'intérieur de la

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

surface polygonale est accessible, attendu qu'il épargne le chaînage des ordonnées sur leur longueur entière.

La troisième application consiste dans la création de tables pour le calcul des surfaces de déblai et de remblai, sans qu'il soit nécessaire de rapporter les profils en travers.

Il y a à côté des cubatures un autre élément qu'il est nécessaire de connaître, c'est la largeur d'emprise afin de pouvoir calculer les acquisitions de terrain. Les tables dont il est question donneront les calculs des aires en fonction des emprises. De cette façon les deux calculs marcheront de front, et, une fois fixé sur les terrassements, l'opérateur le sera aussi sur les acquisitions de terrain.

Paris, le 28 avril 1872.

II.

Démonstration de la propriété fondamentale.

Proposons-nous en premier lieu de résoudre le problème géométriquement. Soit donc (planche II), une ligne polygonale ABCDE, comprise entre les deux parallèles LL et MM. Il s'agit de trouver une ligne droite, partant du point E, et laissant de chaque côté entre les deux parallèles, des surfaces équivalentes aux surfaces laissées par la ligne polygonale ABCDE.

A cet effet, joignons AC et menons par le point B une parallèle à AC jusqu'à la rencontre avec LL au point F, enfin, joignons FC. Les triangles AFC et ABC sont équivalents comme ayant même base AC et les sommets F et B, situés sur une même parallèle à la base AC, de plus ils ont une partie commune AOC, il en résulte que les triangles restants AFO et OBC sont équivalents, et par suite que la ligne FCDE laisse de chaque côté, entre les deux parallèles, des surfaces équivalentes à celles laissées par la ligne ABCDE. Dès lors, il suffit de répéter la construction autant de fois qu'il y a de côtés

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

pour arriver à la droite cherchée : ainsi, l'on mène DF, puis CG parallèle à DF et GD, nouvelle ligne compensatrice, enfin on joint EG, puis l'on mène DH parallèle à EG; la droite EH est la droite cherchée.

Soit à trouver maintenant une expression algébrique qui détermine la position de la droite EH, sans qu'on soit obligé de faire la construction précédente qui devient très-compliquée au fur et à mesure que le nombre des côtés augmente, et qui ne satisfait pas à la question aussi bien qu'une donnée numérique, par exemple la pente de la droite EH. En effet, connaissant le point E et la pente de la droite EH, cette droite est parfaitement déterminée.

Pour résoudre le problème, nous considérerons tous les cas qui peuvent se présenter. Ces différents cas seront compris dans les positions relatives de deux côtés successifs de la ligne polygonale, puisque le problème est ramené à celui de deux côtés successifs, et nous nous proposerons naturellement de trouver l'expression algébrique donnant la solution pour deux côtés successifs, afin d'arriver de proche en proche à l'expression de la pente de la droite EH.

Considérons donc une ligne brisée, composée de deux côtés seulement, et cherchons combien de cas peuvent se présenter dans les diverses positions de ces lignes l'une par rapport à l'autre.

Soient AB et BC les deux côtés (planche III, fig. 1), et les droites YO et Y_1C les deux parallèles considérées précédemment; menons OX perpendiculaire à OY, et projetons parallèlement à cette droite OX les points B et C sur la droite OY. Nous obtenons les projections G et H

de ces points, projections rectangulaires. Ceci posé, nous pouvons considérer quatre cas pour les diverses positions des côtés AB et BC.

PREMIER CAS. (Planche III, fig. 1.) Le côté AB va en s'éloignant de OX et le côté BC en descendant vers OX, la projection G du point C sur OY se trouvant en dehors de HA.

DEUXIÈME CAS. (Planche III, fig. 2.) Les côtés AB et BC conservant les mêmes directions que précédemment, la projection G du point C sur OY, tombe entre le point A et la projection H du point B.

TROISIÈME CAS. (Planche IV, fig. 1.) Le côté AB va en descendant vers OX, et le côté BC en s'éloignant de OX, la projection G du point C sur OY tombant en AY au-delà de AH.

QUATRIÈME CAS. (Planche IV, fig. 2.) Les côtés AB et BC conservant les mêmes directions que précédemment, la projection G du point C sur OY, tombe entre le point A et la projection H du point B.

Ces quatre cas sont les seuls à considérer; on peut en effet, en considérer encore quatre autres, mais ils rentrent dans les précédents.

1° Les côtés AB et BC vont tous deux s'éloignant de OX.

2° Les côtés AB et BC vont tous deux se rapprochant de OX.

Enfin, et rien n'aura été omis, deux cas qui ont une importance toute particulière dans l'application des

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

tables annoncées, mais qui rentrent également dans les cas précédents :

1° Un des côtés est vertical.

2° Un des côtés est horizontal.

Ces quatre cas sont représentés. (Planches V et VI.)

Dans le courant de la démonstration, nous exposerons avec plus d'amplitude comment ces quatre cas rentrent dans les quatre précédents, mais c'est un fait acquis dès à présent, par cette considération que les deux premiers rentrent bien dans les cas premier et troisième, du moment que le classement se fait par la position respective des projections des sommets. Il en est de même des deux derniers : pour le cas de la verticalité, c'est évident, et pour celui de l'horizontalité, nous sommes en présence d'une limite, c'est la projection G qui vient se confondre avec la projection H. Il y aura lieu d'examiner dans l'établissement de la formule quelle est l'influence de cette limite.

Soit donc le premier cas représenté planche III, fig. 1. Répétons la construction qui remplace la ligne brisée ABC par la droite CD, nous avons BD parallèle à CA. Appelons p et P les pentes de AB et BC par rapport à OX, K la pente de la ligne de construction AC, et π la pente cherchée de CD.

On a : $GD = GH + HD$ ou $GD = BF + HD$.

D'autre part, soient a et b les projections des côtés AB et BC sur OX,

On a : $BF = bP$,

et, $HD = aK$ (triangle BHD).

Donc, $DG = bP + aK$

et la pente $\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP + aK}{a + b}$.

Deuxième cas. Représenté planche III, fig. 2.

La construction étant répétée comme précédemment et en conservant les mêmes dénominations.

On a : $DG = GH - HD$.

$DG = BF - HD$

Or, $BF = bP$

et $HD = aK$ (triangle BHD).

Donc, $DG = bP - aK$,

et la pente $\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP - aK}{a + b}$.

On voit que la pente π a le même dénominateur que dans le cas précédent, mais que K est affecté du signe moins au lieu du signe plus.

Troisième cas. Représenté planche IV, fig. 1.

On a comme précédemment BD parallèle à AC, et, appelant également p, P, K, π les pentes des droites AB, BC, AC et CD, ainsi que a et b les projections de AB et BC sur OX,

On a : $DG = GH + HD$

$DG = FB + HD$

Or, $FB = bP$

$HD = aK$

Donc, $DG = bP + aK$.

et la pente de $\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP + aK}{a + b}$.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Quatrième cas. Représenté planche IV, fig. 2.

On a successivement :

$$DG = GH - HD = BF - HD$$

$$DG = bP - aK,$$

et

$$\pi = \frac{DG}{GC} = \frac{bP - aK}{a + b}.$$

On voit donc que les cas 3 et 4 donnent les mêmes résultats que les cas 1 et 2. Nous n'aurons donc à considérer pour les quatre cas que les formules :

$$\pi = \frac{bP + aK}{a + b} \text{ et } \pi = \frac{bP - aK}{a + b}.$$

Ces deux formules n'en font qu'une, si l'on se reporte à la représentation des droites dans la géométrie analytique. On voit en effet, sur les fig. 1 et 2 planches III et IV, que les deux cas ne diffèrent que par la direction de la droite AC qui est forcément de sens inverse dans les cas fig. 1 et dans les cas fig. 2.

D'une part K est négatif.

De l'autre K est positif.

D'ailleurs p et P ont les mêmes signes dans les figures prises deux à deux, donc la valeur de π est bien donnée par la formule unique :

$$\pi = \frac{bP + aK}{a + b},$$

à la condition d'observer les résultats de la géométrie analytique dans les signes à appliquer aux pentes des droites.

Dans la figure I, planche III, par exemple, on aurait P et K étant les valeurs positives des pentes

$$\pi = \frac{-bP - aK}{a+b}.$$

Il résulte aussi en procédant ainsi qu'on obtient la valeur de π avec son signe.

Avant d'aller plus loin, montrons que les quatre autres cas dont nous avons parlé rentrent bien dans ceux que nous venons d'examiner et participent à la même formule. Il suffit pour cela de considérer les figures qui représentent ces quatre cas.

En effet,

1° Planche V, fig. 1. On a : $GD = GH + HD$, etc.

2° Planche V, fig. 2. On a : $GD = GH + HD$, etc.

3° *Cas de l'horizontalité* (Planche VI, fig. 2).

On a : $$\frac{DG}{CG} = \pi = \frac{aK}{a+b},$$

C'est la formule générale dans laquelle on fait $P = 0$.

4° *Cas de la verticalité* (Planche VI, fig. 1).

On a : $$DG = GH - HD.$$

Soit h la longueur du côté vertical,

on a : $$\frac{DG}{GC} = \pi = \frac{h - aK}{a}.$$

Il est facile de voir que cette formule rentre dans la formule générale.

En effet, dans cette formule bP représente la hauteur verticale dont on monte en parcourant CB, et dans le cas qui nous occupe, b devient égal à O et P à l'infini. Le produit $O \times \infty$ est, comme on sait, le symbole de

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

l'indétermination. En pareil cas, il y a lieu de chercher par un autre moyen la valeur de l'indéterminée. Cette valeur est bien la quantité dont on s'élève verticalement; nous l'avons trouvé directement. Dans aK, il n'y a rien à changer, b et P n'y entrant pas, enfin le dénominateur se réduit à a, la valeur de b étant zéro.

La formule générale donne donc encore la valeur de π :

$$\pi = \frac{h - a\mathrm{K}}{a},$$

à la condition de considérer le terme bP comme représentant dans tous les cas qui peuvent se présenter la hauteur dont on s'élève verticalement en parcourant le côté correspondant à ces valeurs. Si l'on descendait, la valeur de h serait négative.

Donc la formule

$$\pi = \frac{b\mathrm{P} + a\mathrm{K}}{a + b}$$

est bien la formule applicable à tous les cas. On observera seulement les signes avec soin et l'on envisagera bP comme il vient d'être dit.

Maintenant, cherchons la valeur de K en fonction des pentes et des projections des droites AB et BC. Prenons la figure 1, planche III, pour exemple.

On a : $$\mathrm{K} = \frac{\mathrm{AG}}{\mathrm{GC}}.$$

Or, $$\mathrm{AG} = \mathrm{BF} - \mathrm{BE},$$

et, $$\mathrm{BF} = b\mathrm{P} \qquad \mathrm{BE} = ap.$$

Donc, $$\mathrm{AG} = b\mathrm{P} - ap.$$

et enfin, $$\frac{\mathrm{AG}}{\mathrm{GC}} = \frac{b\mathrm{P} - ap}{a + b}.$$

Posant $a + b = a_1$ et portant K dans la valeur de π. On a :

$$\pi = \frac{b\mathrm{P} + \dfrac{b\mathrm{P} - ap}{a_1}}{a_1}.$$

Simplifiant, $\pi = \dfrac{b\mathrm{P}a_1 + ab\mathrm{P} - a^2p}{a_1^2}$,

$$\pi = \frac{b\mathrm{P}\,(a_1 + a) - a^2p}{a_1^2}.$$

Cette formule donne la valeur de π en fonction des projections sur OX, et des montées ou descentes $b\mathrm{P}$ et ap, et nous pourrons en déduire facilement la valeur de π pour une ligne polygonale quelconque. Fixons-la auparavant pour les cas de verticalité et d'horizontalité d'un des côtés.

1° *Verticalité.* On sait que $b\mathrm{P}$ est la hauteur h du côté vertical. On a donc dans ce cas

$$\pi = \frac{h\,(a + a) - a^2p}{a^2} = \frac{2\,ah - a^2p}{a^2}.$$

Il faudra bien observer dans l'application que le facteur correspondant à h est égal à 2 fois la distance du côté vertical à l'origine. (Somme des cumulées.)

2° *Horizontalité.* Dans ce cas, la formule se réduit à

$$\pi = \frac{-a^2p}{a_1^2}.$$

Donc, un côté horizontal ne rentre pas dans la formule; et les calculs de la pente s'en trouvent simplifiés.

Dès lors, la formule $\dfrac{1}{a_1^2}\left[b\mathrm{P}\,(a_1 + a) - a^2p\right]$

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

nous permet d'établir la formule correspondante à une ligne polygonale quelconque.

Soit dans la figure ci-contre, planche VII, la ligne polygonale ABCDE, dans laquelle p, p_1, p_2, p_3 sont les pentes des côtés successifs a, c, c_1, c_2. Les distances des projections des sommets entre elles, et enfin a, a_1, a_2, a_3 les distances de ces projections à l'origine 0, c'est-à-dire les distances cumulées, car l'une d'elles a_2, par exemple, est égale à a_1 plus c_1, c'est-à-dire la somme des distances a, c, c_1.

Nous appellerons π la pente de la droite qui remplace ABC, et qui part du point C, π_1 la pente de la droite qui remplace cette nouvelle droite combinée avec le côté CD, et π_2 la pente de la droite qui remplace cette dernière combinée avec le côté DE, c'est-à-dire la pente de la droite FG qui satisfait à la question.

On a successivement :

$$\pi = \frac{cp_1(a_1 + a) - a^2 p}{a_1^2} \qquad (1),$$

$$\pi_1 = \frac{c_1 p_2 (a_2 + a_1) - a_1^2 \pi}{a_2^2} \qquad (2),$$

$$\pi_2 = \frac{c_2 p_3 (a_3 + a_2) - a_2^2 \pi_1}{a_3^2} \qquad (3).$$

En portant dans (2) la valeur de π tirée de (1), puis dans (3) la valeur de π_1 ainsi calculée,

On a :

$$\pi_2 = \frac{c_2 p_3 (a_3 + a_2)}{a_3^2} - \frac{a_2^2}{a_3^2}\left[\frac{c_1 p_2 (a_2 + a_1)}{a_2^2} - \frac{a_1^2}{a_2^2}\left(\frac{cp_1(a_1 + a)}{a_1^2} - \frac{a^2 p}{a_1^2}\right)\right].$$

Exécutant les calculs de la petite parenthèse

il vient : $\frac{a^2cp_1(a_1+a)}{a_2^2a_1^2} - \frac{a_1^2a^2p}{a_2^2a_1^2}$,

en réduisant au même dénominateur.

et, $\frac{cp_1(a_1+a)-a^2p}{a_2^2}$ en simplifiant.

D'où exécutant les calculs dans la grande parenthèse

$$\frac{c_1p_2(a_2+a_1)-cp_1(a_1+a)+a^2p}{a_2^2},$$

Et multipliant par $\frac{a_2^2}{a_3^2}$ et ajoutant au dernier terme,

il vient enfin :

$$\pi = \frac{c_2p_3(a_3+a_2)-c_1p_2(a_2+a_1)+cp_1(a_1+a)-a^2p}{a_3^2}.$$

Cette formule s'étend évidemment à un nombre de côtés quelconque de la ligne polygonale; il ne reste plus qu'à l'interpréter.

Les quantités telles que c_2p_3, c_1p_2, cp_1 et ap représentent les quantités dont on monte ou descend en suivant les côtés successifs de la ligne polygonale. Les quantités a_3+a_2, a_2+a_1, a_1+a et a ne sont autre chose que les sommes des cumulées correspondantes aux extrémités des côtés successifs. Reste enfin à voir quelle est la signification de l'alternance des signes.

A cet effet, il faut nous reporter aux figures concernant les différents cas qui peuvent se présenter dans les positions relatives de deux côtés successifs, et au calcul

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

de la formule qui nous a servi de point de départ, formule calculée pour deux côtés successifs.

On voit, dans la formule, que le signe moins a pris naissance par l'introduction de la valeur de K en fonction des pentes et projections dans la formule principe

$$\pi = \frac{b\mathrm{P} + a\mathrm{K}}{a+b}.$$

Or la valeur de $\mathrm{K} = \frac{b\mathrm{P} - ap}{a+b}$, planche III, fig. 1,

deviendrait $\mathrm{K} = \frac{b\mathrm{P} + ap}{a+b}$, planche V, fig. 1.

Et la différence provient de ce que les côtés AB et BC ont dans un cas des pentes de sens contraires, et dans l'autre des pentes de même sens.

D'autre part, si nous appliquons la formule de la valeur de K, en donnant aux pentes leurs signes respectifs, on a, dans le premier cas

$$\mathrm{K} = \frac{-b\mathrm{P} + ap}{a+b}.$$

et dans le second

$$\mathrm{K} = \frac{+b\mathrm{P} + ap}{a+b}.$$

On voit donc qu'en appliquant les signes, les deux cas n'en font plus qu'un, puisque les quantités telles que $b\mathrm{P}$ et ap ont le signe + quand le côté s'éléve dans le sens positif vertical, et le signe — quand le côté descend dans le sens négatif vertical, le sens de la marche étant le sens positif horizontal.

Or, ces quantités ne sont autre chose que les quantités c_2p_3, c_1p_2, cp_1, ap, de la formule générale : on peut donc dire que

La valeur de π est égale à la réciproque du carré de la cumulée extrême multipliée par la somme des produits des montées ou descentes par la somme des cumulées correspondantes.

Dans cette somme de produits, les termes sont affectés du signe + ou du signe —, suivant qu'ils correspondent à des côtés montant ou descendant, le sens de la marche étant de gauche à droite.

Remarque. Si, dans l'examen des montées et descentes, on suivait le sens de droite à gauche, la somme ne changerait pas, en prenant le signe — dans les montées et le signe + dans les descentes.

CONSTRUCTION D'UNE TABLE GÉNÉRALE POUR LE CALCUL DES AIRES DE DÉBLAI ET REMBLAI.

La propriété qui vient d'être démontrée peut servir à la création d'une table donnant les surfaces de déblai et remblai par une méthode nouvelle et rapide, n'exigeant pas le rapport des profils en travers et dont un des caractères, le plus remarquable, est de s'appliquer à tous les types de profils en travers, choisis pour l'exécution des terrassements.

Soient (planche VIII, fig. I) deux axes rectangulaires OX et OY et un point M quelconque, dont l'abscisse est

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

a; menons par le point M une droite allant rencontrer l'axe OY au point P et une droite MP_1, telle que sa pente par rapport à OX diffère de 1 millimètre de la pente précédente : à la distance de 1,00 du point M du côté de OY, et perpendiculairement à cet axe, une droite LL parallèle à OY, est interceptée par les deux droites MP et MP_1 sur une longueur de 1 millimètre. En effet, soient C et C_1 les points de rencontre de LL avec MP et MP_1, et N son point de rencontre avec la droite MM_1 parallèle à OX. Soit enfin, p la pente de MP,

On a : $NC = p$ $NC_1 = p + 0{,}001$ $NC_1 - NC = 0{,}001$.

Par conséquent PP_1, ou longueur comprise entre les deux droites MP et MP_1, à une distance a du point M perpendiculaire à LL, est égale à

$$a \times 0{,}001.$$

Et la surface du triangle MPP_1 est égale à

$$\frac{0{,}001 \times a \times a}{2},$$

c'est-à-dire, $0{,}001$ de $\frac{a^2}{2}$.

Considérons maintenant un profil quelconque du terrain, et un profil quelconque d'exécution défini par sa plate-forme 2C et la pente de ses talus P (planche VIII, fig. 2). La surface à déterminer est celle d'un déblai. Nous supposerons connu le point d'intersection M de la ligne de talus avec celle du terrain, ce qui nous est permis, attendu que les droites DE et RV sont données de position. Dans la troisième partie consacrée à l'usage

de la table, nous nous préoccuperons de la recherche de ce point de rencontre au point de vue pratique.

Supposons connue également l'abscisse a du point M. — La propriété fondamentale nous permet de trouver la pente π de la droite MG, compensatrice, c'est-à-dire donnant une surface GMRP équivalente à la surface ABCDMRP, enfin nous obtenons le triangle SGM en ajoutant à la surface GMRP le triangle SPR, constant pour un même profil type.

Soit, maintenant, le triangle élémentaire dont il a été question ci-dessus, on voit que le triangle SGM est égal à autant de fois ce triangle MPP_1, qu'il y a de millimètres dans les pentes de P à zéro et de zéro à π.

Or le triangle élémentaire MPP_1 est égal à 0,001 de $\frac{a^2}{2}$

et a n'est autre chose que l'emprise. Il en résulte que la suite des moitiés des carrés des nombres variant de centimètre en centimètre, donnera, en les divisant par mille, la suite des surfaces élémentaires correspondantes à une emprise donnée exprimée en centimètres, et permettant le calcul facile des triangles tels que GMS. Retranchant du résultat obtenu le triangle SPR, constant dans la plupart des cas, on a la surface cherchée de déblai.

Dans ce que nous venons de dire, il n'y a rien qui s'applique plus à un déblai qu'à un remblai. Les talus et la plate-forme ayant d'autres valeurs en remblai, il n'y aura de changé que le triangle SPR et la pente P qui sert de limite au nombre des surfaces élémentaires. La table donnant les surfaces élémentaires avec cinq décimales, sera suffisamment calculée une plus grande

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

approximation serait en discordance avec les négligences introduites par l'application de la moyenne des aires. Remarquons cependant qu'en exprimant la pente π avec un nombre suffisant de décimales, et prenant la valeur exacte de la surface élémentaire, on peut obtenir une surface donnée avec telle approximation que l'on veut.

III

Usage de la Table.

Supposons construite une table ayant deux colonnes donnant en regard, l'une, l'emprise évaluée jusqu'aux centimètres, l'autre la moitié du carré de cette emprise, divisée par 1000 ou surface élémentaire que nous appellerons R. — Pour calculer les surfaces des profils en travers sans dessiner ces profils, on procède en deux fois, calculant les surfaces à droite et à gauche de l'axe, et les ajoutant pour avoir la surface cherchée. Comme le mode d'opération est absolument le même pour chacune des parties, nous l'exposerons pour une seulement, mais avant, nous rappellerons le mode que la pratique a sanctionné, comme étant le plus rationnel, pour le levé et l'inscription sur carnets des profils en travers. Pour lever un profil en travers, on fait l'opération en deux parties, partant du piquet d'axe et chaînant les distances à ce piquet des points à relever; si l'on procédait autrement, c'est-à-dire si l'on chaînait les distances d'un point à l'autre du profil, une erreur commise sur un point se trouverait reportée sur tous les suivants; d'ailleurs, le procédé de chaîner en cumulant est passé à l'état de

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

principe dans les opérations. Un carnet de levé des profils donne donc ces profils en deux parties, la gauche et la droite, et chacune d'elles se compose d'une colonne contenant les distances cumulées des points relevés au piquet d'axe, une colonne pour les coups arrière, une colonne pour les coups avant, une pour les cotes du plan horizontal du niveau; enfin, une colonne pour les cotes définitives..., par rapport au niveau de la mer. Un profil quelconque sera donc rapporté comme il suit :

GAUCHE. DROITE.

Ordonnées.	Cote du niveau.	COUPS Avant.	COUPS Arrière.	Distances cumulées.	NUMÉROS des PROFILS.	Distances cumulées.	COUPS Arrière.	COUPS Avant.	Cote du niveau.	Ordonnées.
93,40	94,65		1,25	O.		O.	1,25		94,65	93,40
93,35		1,30		10,00		10,00		0,96		93,69
92,90		1,75		15,00		20,00		1,10		93,55
92,35		2,30		20,00		30,00		1,00		93,65
93,15		1,50		30,00						

Les profils d'exécution se prennent généralement sur 30 mètres à gauche et à droite de l'axe; nous ne prendrons pour exemples que ceux-là. Cependant la table permet de calculer des profils ayant une emprise quelconque à gauche et à droite et ce que nous dirons n'aura rien de particulier à la longueur du profil. La largeur des demi-profils prise à 30,00 indique seulement que l'on dépasse rarement cette limite dans les terrassements

et que les déblais ou remblais dépassant 60 mètres d'emprise totale sont déjà exceptionnels : aussi en prévoyant des emprises totales de 100 mètres par exemple, la table pourrait être considérée comme suffisamment étendue, bien que certaines emprises aient dépassé cette limite.

En ce qui concerne l'usage de la table, les colonnes destinées aux coups arrière et avant et aux cotes du plan horizontal du niveau nous importent peu et nous ne considérerons dans le profil que les colonnes donnant la définition du terrain, c'est-à-dire que nous le donnerons par les distances cumulées et les ordonnées.

Soit donc le demi-profil suivant :

0	96,10
10	98,00
20	98,00
30	103,19

Supposons en outre qu'il s'agisse d'un chemin de fer à une voie pour le profil d'exécution, nous étendrons ensuite la méthode à tous les profils possibles d'exécution. Dès lors, la plate-forme aura 6,00 en déblai, les talus étant à 45°, et en remblai la plate-forme sera de 5,00, les talus étant de 3 de base pour 2 de hauteur. Ces données sont généralement adoptées.

DÉBLAI.

Soit 89,25 la cote de la plate-forme donnée par le profil en long d'exécution ; la cote du terrain étant de 96,10 sur l'axe, on voit que le profil est en déblai ; nous l'avons choisi complétement en déblai, ayant à examiner ultérieurement le cas où le profil est partie en déblai et

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

partie en remblai. Le talus étant à 45°, la verticale passant par l'axe (pl. IX) est rencontrée par ce talus en un point S dont la cote est

$$89{,}25 - 3{,}00 = 86{,}25.$$

En prenant pour axe des x l'horizontale OX située sur le plan du niveau de la mer et dans le plan du profil, et pour axe des y, la verticale passant par le piquet d'axe, l'équation de la ligne de talus est

$$y = x + 86{,}25,$$

c'est-à dire que, *étant donné un point du terrain situé à une distance quelconque de l'axe, pour avoir la cote correspondante sur la ligne de talus il suffit d'ajouter à* 86,25, *cette distance quelconque.*

Soit 10, cette distance, la cote correspondante du talus est 96,25 ; donc, sur la verticale passant à 10 mètres, le talus passe au-dessous du terrain.

Soit 20 cette distance, la cote correspondante du talus est 106,25 ; donc, sur la verticale passant à 20 mètres, le talus passe au-dessus du terrain. Donc, le talus rencontre le terrain à une distance de l'axe comprise entre 10 mètres et 20 mètres.

On voit ainsi qu'en cherchant les cotes du talus correspondantes aux distances cumulées, on trouve facilement entre quelles distances a lieu la rencontre du talus avec le terrain.

La cote 98,50 étant supérieure à la suivante 98,00, le côté rencontré BC gagne l'axe en montant, et sa pente est

$$\frac{0{,}50}{10} = 0{,}050.$$

D'autre part, pour gagner l'axe il y a 10 mètres à parcourir horizontalement, donc l'axe sera rencontré au point V à la cote

$$98{,}50 + 0{,}050 \times 10 = 99{,}00.$$

Or la cote du point S, précédemment trouvée, est égale à 86,25 ; on en conclut la différence de cotes des points S et V,

$$99{,}00 - 86{,}25 = 12{,}75.$$

Dès lors, nous obtenons facilement l'emprise au moyen de la formule des pentes, et l'on a :

$$\text{Emprise} = \frac{12{,}75}{1 + 0{,}050} = 12{,}14.$$

Si, au lieu de monter vers l'axe, le côté BC prolongé l'avait gagné en descendant, dans les mêmes conditions de pente et de distances, on aurait obtenu le même calcul avec un changement de signe, c'est-à-dire

$$98{,}50 - 0{,}050 \times 10.$$

D'où 98,00 au lieu de 99,00

et $$\text{Emprise} = \frac{11{,}75}{1 - 0{,}050},$$

les pentes étant de même sens.

REMBLAI.

Nous considérerons le même profil et nous choisirons la cote de la plate-forme de façon que tout le profil soit en remblai. Soit 101,32 cette cote. Le talus étant de 3 de base pour 2 de hauteur, son inclinaison a pour pente

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

0,66666.... Nous fixons cette pente à 0,666. Dès lors la ligne du talus rencontre l'axe du profil (Pl. 10) en un point S dont la cote est

$$101{,}32 + 2{,}50 \times 0{,}666 = 102{,}98.$$

Remarque. — Dans un projet on fera à l'avance le produit $2{,}50 \times 0{,}666$ qui rentre dans chaque profil en remblai.

En prenant les axes des x et des y comme précédemment, on a pour l'équation de la ligne de talus

$$y = -0{,}666\,x + 102{,}98,$$

c'est-à-dire que, *étant donné un point du terrain situé à une distance quelconque de l'axe, pour avoir la cote correspondante sur la ligne de talus il suffit de retrancher de* 102,98 *le produit de* 0,666 *par cette distance quelconque.*

Remarque. — Dans un projet on fera à l'avance les produits de 0,666 par tous les nombres de 0 à 30 mètres par exemple, ces nombres variant de mètre en mètre, de 0,50 en 0,50 ou même de 0,01 en 0,01, suivant le levé des profils.

Essayons comme précédemment les distances cumulées successives. On obtient pour 10^m la cote 96,32, donc sur la verticale correspondante le talus passe au-dessous du terrain. Donc, la rencontre a lieu entre 0 et 10, c'est-à-dire sur le coté AB. L'axe est rencontré à la cote 96,10 par AB. D'autre part, le talus rencontre l'axe à la cote 102,98; la différence entre les deux cotes est donc 6,88, et en vertu de la formule des pentes on a :

$$\text{Emprise} = \frac{6{,}88}{0{,}666 + 0{,}240}.$$

Si le côté AB avait eu une pente en sens contraire, toutes choses égales d'ailleurs, on aurait obtenu

$$\text{Emprise} = \frac{2,08}{0,666 - 0,240}.$$

Les deux pentes étant de même sens et la différence des cotes devenant 2,08 au lieu de 6,88.

On voit, par ce qui précède, que l'on détermine facilement l'emprise, que le profil soit en déblai ou en remblai: il ne faut pas oublier toutefois que dans l'acquisition des terrains on ajoute à cette emprise une quantité constante quand la ligne est clôturée.

COTE DU POINT D'EMPRISE.

Pour les calculs ultérieurs il est nécessaire d'avoir la cote de la rencontre du talus avec le terrain. Cette cote s'obtient par le procédé que nous avons employé dans les essais relatifs à la recherche de la situation de ce point de rencontre. Dans le cas du déblai on ajoute à l'emprise la cote 86,25, dans le cas du remblai on retranche de 102,98 le produit de l'emprise par 0,666.

Il reste donc acquis que l'on trouvera facilement les cotes des points de rencontre des talus avec le terrain et les emprises correspondantes, que le profil soit en déblai ou en remblai.

SURFACE DU DEMI-PROFIL.

La table donne en fonction de l'emprise une valeur de R que nous avons trouvée faire partie de la suite des moitiés des carrés des nombres et qui est la surface élémentaire correspondante à chaque emprise. Pour se

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

servir de la table, il faut trouver préalablement une valeur que nous désignerons par α et qui n'est pas portée dans la table.

La valeur de α est égale à la réciproque du carré de l'emprise multipliée par la somme des produits des montées ou descentes par la somme des cumulées correspondantes entre l'axe et l'extrémité de l'emprise.

Si l'on part de l'axe dans la considération des montées ou descentes, les montées prennent le signe + et les descentes le signe — ; si l'on part de l'extrémité de l'emprise, les montées prennent le signe — et les descentes le signe +. On entend ici par montées et descentes, les quantités dont on s'élève ou l'on descend verticalement en parcourant les cotés du profil dans un même sens.

Pour avoir la valeur de α, on écrira donc l'emprise et la cote du point de rencontre, à leur rang dans l'ordre des cumulées, puis on formera une colonne des différences successives prises avec leurs signes jusqu'au sommet qui suit l'emprise exclusivement et une colonne pour la somme des cumulées. La somme des produits des nombres en regard dans les deux colonnes, divisée par le carré de l'emprise, donne la valeur de α avec son signe.

On a par exemple, pour le cas du déblai ci-dessus, le tableau suivant :

	0	96,10	»	0
	10	98,50	2,40	10
Emprise 12,14	——	Cote du point de rencontre 98,39	—0,11	22,14
	20	98,00	»	»
	30	103,19	»	»

D'où

$$\text{Emprise} = \frac{1}{12{,}14^2}(10 \times 2{,}40 - 0{,}11 \times 22{,}14) = 0{,}146.$$

Remarque. — On fera à l'avance la réciproque du carré des nombres de centimètre en centimètre jusqu'à l'emprise maximum considérée dans le projet, valeur maximum se déduisant de la limite de tranchée pour l'entrée en souterrain ou de la longueur maximum à donner aux talus, en considération de la nature du terrain et d'un entretien économique.

CAS OU L'UN DES COTÉS DU PROFIL EST VERTICAL.

Dans la recherche de la valeur de α, il peut se présener que l'un des côtés du profil soit vertical; nous avons vu que ce cas rentre dans la formule générale. Il arrive également que la formation du tableau résulte de la manière d'écrire le levé des profils en travers dans ce même cas. Il suffit pour s'en convaincre de jeter les yeux sur le tableau du profil ci-dessous représentant le cas en question, l'emprise étant de $12^m,20$ et la cote correspondante 95,45.

0	96,25	»	0
4,00	97,10	0,85	4,00
5,00	98,00	0,90	9,00
5,00	102,00	4,00	10,00
10,00	95,15	−6,85	15,00
Emprise 12,20 ——	Cote du point de rencontre 95,45	+0,30	22,20
20,00	95,70	»	»
30,00	95,00	»	»

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

On a pour la valeur de α

$$\alpha = \frac{1}{12,20^2}(4 \times 0,85 + 9 \times 0,90 + 10 \times 4,00 - 15 \times 6,85 + 22,20 \times 0,30) = 0,299.$$

Si, au lieu de s'élever verticalement, le côté avait une direction contraire, il n'y aurait rien de changé dans ce qui précède si ce n'est que la différence 4,00 eût été affectée du signe —.

CAS OU L'UN DES COTÉS DU PROFIL EST HORIZONTAL.

Ce cas, comme le précédent, rentre dans la formule générale trouvée pour le calcul de α; nous avons vu qu'il suffit dans cette formule de supprimer le terme correspondant au côté horizontal. Il arrive également que l'écriture du profil en travers et la formation des colonnes des différences et des sommes cumulées faites comme nous l'avons établi donnent les éléments du calcul immédiat de α. Le tableau ci-dessous en est un exemple, l'emprise est de 25,00 et la cote du point de rencontre de 98,00.

0	96,25	»	0
4,00	97,10	0,85	4,00
6,00	97,10	0,00	10,00
10,00	96,00	—1,10	16,00
20,00	96,00	0,00	30,00
Emprise 25,00 ——	Cote du point de rencontre 98,00	+2,00	45,00
30,00	99,20	»	»

On a pour α

$$\alpha = \frac{1}{25^2}(4 \times 0,85 - 1,10 \times 16,00 + 2 \times 45,00) = 0,121.$$

Remarque. — On voit par l'exemple que ce cas entraîne une simplication dans le calcul, et cette remarque a sa valeur, parce que nous serons conduits à nous servir de lignes polygonales ayant des côtés horizontaux dans les profils partie en déblai et partie en remblai qui présentent d'autre part une petite complication.

Nous avons donc la valeur de α quels que soient les cas qui peuvent se présenter, et α représente la pente d'une ligne droite partant de l'extrémité de l'emprise et telle qu'elle laisse en déblai ou en remblai la même surface que la ligne du profil. Exprimons la valeur de α en millimètres pour en déduire la surface de déblai ou de remblai, nous aurons :

DÉBLAI.

La valeur de α est négative ou positive ; si la valeur de α est négative on l'ajoute à 1000 et l'on multiplie le résultat obtenu par la valeur de R correspondante à l'emprise ; si la valeur de α est positive on la retranche de 1000 et l'on multiplie le résultat obtenu par la valeur de R correspondante à l'emprise. En retranchant du produit obtenu la valeur du triangle SPR (Pl. IX) on obtient la surface du demi-profil. Le triangle SPR a une surface égale à 4,50.

REMBLAI.

Si la valeur de α est négative on la retranche de 666 et on multiplie par R le résultat obtenu ; si la valeur de α est positive on l'ajoute à 666 et on multiplie par R le résultat obtenu. En retranchant du produit la surface

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

du triangle SPR (Pl. X), on obtient la surface du demi-profil. La surface du triangle SPR a pour valeur 2,07.

CAS OU LE PROFIL EST PARTIE EN DÉBLAI ET PARTIE EN REMBLAI.

Il arrive assez souvent que la plate-forme rencontre le terrain avant que sa largeur ait atteint sa limite 3,00 ou 2,50, déterminant si le profil aura son extrémité en déblai ou en remblai par sa situation au-dessous ou au-dessus du terrain. La méthode suivie dans les exemples précédents s'applique encore ici avec simplicité, et nous serons conduits à deux cas seulement dans l'application, bien que les cas qui peuvent se présenter soient au nombre de quatre. Ces quatre cas sont représentés dans les planches XI et XII, à savoir :

1° L'axe est en remblai et l'extrémité en déblai.
2° — déblai — —

3° — déblai — remblai.
4° — remblai — —

Les deux premiers et les deux derniers cas sont groupés avec intention, attendu que nous ne considérerons que les deux cas présentés par ces deux groupes, c'est-à-dire :

Premier cas. — L'extrémité du profil est en déblai.

Deuxième cas. — L'extrémité du profil est en remblai.

DÉBLAI.

La planche XI donne la solution à simple vue. Il suffit, en effet, de chercher la valeur de α pour le contour

PHBCIKFG et au moyen de la table on trouve la surface du déblai, puis on cherche la valeur de α pour le contour AHIDEKR. Cette valeur est la pente d'une droite RL laissant entre elle et la plate-forme PR une surface égale à la surface de remblai. On aura donc pour cette surface

$$\frac{3 \times 3\alpha}{2} = 4{,}50 \,.\, \alpha.$$

La deuxième figure conduirait à chercher la valeur de α pour le contour ABHIEF, puis pour le contour PHCDIR ; c'est absolument le même cas.

REMBLAI.

La planche XII conduit à un résultat analogue pour le cas du remblai. On cherche la valeur de α (1re figure) pour le contour ABHIEF et au moyen de la table on trouve la surface du remblai ; puis, on cherche la valeur de α pour le contour PHCDIR. Cette valeur est la pente d'une droite RN laissant entre elle et la plate-forme PR une surface égale à la surface du déblai. On aura donc pour cette surface

$$\frac{2{,}50 \times 2{,}50\alpha}{2} = 3{,}125\,\alpha.$$

La deuxième figure conduirait à la recherche de α pour le contour PHBCIKFG, puis pour le contour AHIDEKR ; c'est encore le même cas.

La recherche de l'emprise n'entraîne rien de nouveau dans les cas qui nous occupent, mais il y a à déterminer les droites PH et PI, par exemple : la détermination des points H et I qui entraîne la connaissance de ces droites

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

se fait comme pour le point de rencontre, l'équation du talus étant remplacée d'ailleurs par l'équation plus simple

$$y = \text{constante} = \text{cote de la plateforme.}$$

On a vu en outre que les côtés PH et IK ne rentrent pas dans les calculs de α.

APPLICATION GÉNÉRALE DE LA MÉTHODE.

Nous avons vu, dans la théorie de la construction de la table, qu'elle s'applique à tous les profils que l'on peut adopter pour l'exécution des terrassements. Aussi, le but de ce paragraphe est uniquement de faire ressortir quels sont les changements qui interviennent dans l'application par suite des variations des plates-formes et des talus.

Premièrement. — Emprise et cote du point de rencontre.

Tout ce qui est relatif à la recherche de ces deux éléments ne dépend de la largeur de la plate-forme que pour la détermination de la constante dans l'équation de la ligne de talus, de même pour la pente du talus, appelons c la cote de la plate-forme, a et b les demi-plates-formes, p et p_1 les pentes des talus en déblai et en remblai, on a :

$$\text{constante} = c - pa \quad \text{en déblai.}$$

et

$$\text{constante} = c + p_1 b \quad \text{en remblai.}$$

Deuxièmement. — Valeur de α

La recherche de α est identique, quels que soient les profils.

Troisièmement. — Surface du profil.

En déblai. — Si la valeur de α est négative, on a pour le multiplicateur de R la somme $p + \alpha$;

Si la valeur de α est positive, on a la différence $p - \alpha$.

En remblai. — Si la valeur de α estnégative, on a pour le multiplicateur de R la différence $p_1 - \alpha$;

Si la valeur de α est positive la somme $p_1 + \alpha$,

p et p_1 étant exprimés en millimètres, ainsi que α.

Quant aux surfaces à retrancher, on a:

En déblai $\frac{a^2 p}{2}$,

En remblai $\frac{b^2 p_1}{2}$.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Note sur l'extension de la Table.

La suite des moitiés des carrés des nombres, divisées par 1000, forme une table que nous pouvons appeler *Table générale pour le calcul des aires de déblai et de remblai*, parce que son usage s'étend à tous les cas qui pourront se présenter, quels que soient les profils adoptés et quelque considérable que soit l'emprise.

Nous nous proposons de publier cette table générale. Dans un ouvrage de cette nature, ce serait manquer le but que d'embrasser une étendue assez vaste pour prévoir toutes les largeurs possibles d'emprises, d'autant plus que si la table s'applique à tous les cas, elle est susceptible d'être amplifiée dans chaque cas particulier, de façon à entraîner une réduction très-grande dans les calculs. Nous voulons parler des cas où l'on fixe à l'avance des profils d'exécution, et qu'on leur donne une valeur constante en déblai, et une valeur constante en remblai; c'est ce qui a toujours lieu dans les travaux de voies de communication, où l'on projette en premier lieu deux ou trois types, un pour les déblais en tranchées perméables, un pour les déblais en tranchées im-

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

perméables, un pour les remblais, et, dans tous les cas, un nombre déterminé de types.

Il vaut mieux maçonner dans les tranchées et faire des emprunts de bonne terre pour les remblais, qu'augmenter les largeurs d'emprises en diminuant les talus, et, en général, en leur donnant l'inclinaison qui convient à leur consistance. On a ainsi moins de terrains à acquérir, on ne prend à l'agriculture que le nécessaire, et on conserve l'avantage de profils constants et réduits dans l'entretien.

Or, du moment que les profils d'exécution sont constants, les calculs indiqués à partir de α peuvent être faits à l'avance. Aussi, dès que des profils applicables sur une étendue notable auront pris un caractère suffisant de généralité, il sera possible et utile d'en dresser immédiatement les tables, avec la sanction des ingénieurs.

Nous publierons donc les tables suivantes :

I. *Table générale pour le calcul des surfaces de déblai et de remblai sans le rapport des profils en travers.*

Dans cette table, les feuilles ont en tête et isolément les valeurs des emprises variant de mètre en mètre d'une page à l'autre, et en regard les valeurs de R correspondantes. Ensuite, en deux colonnes et en regard, d'une part, les emprises variant de centimètre en centimètre jusqu'au mètre suivant; et de l'autre, les valeurs de R correspondantes ou surfaces élémentaires, qui ne sont autre chose que les valeurs des emprises élevées au carré, divisées par 2 et enfin par 1000. La table sera

poussée jusqu'à 50 mètres d'emprise, et accompagnée de deux autres, l'une donnant la suite des réciproques des carrés des nombres jusqu'à 50 mètres, et l'autre, la suite des produits des nombres par 0,666 jusqu'à 50 mètres également.

II. *Table pour le calcul des surfaces de déblai et remblai, pour un chemin de fer à une voie, sans le rapport des profils en travers.*

Dans cette table, les profils seront fixés à 6,00 de plate-forme en déblai, et à 5,00 en remblai, les talus étant de 1 pour 1 et de 3 de base pour 2 de hauteur. Les calculs, à partir de α, seront faits à l'avance; il suffira pour cela d'écrire la suite des multiples des surfaces élémentaires R, dans les limites voulues, et prenant ces valeurs dans la table générale, enfin retranchant les constantes. Cette table sera plus rapide. En effet, les feuilles porteront en tête les valeurs des emprises variant de centimètre en centimètre, puis deux colonnes contenant en regard, l'une la valeur de α en millimètres, l'autre les valeurs des surfaces correspondantes. On s'arrêtera, pour les valeurs de α, aux limites données par l'entrée en souterrain et par la pratique des talus.

III. *Table pour le calcul des surfaces de déblai et de remblai, pour un chemin de fer à deux voies, sans le rapport des profils en travers.*

Cette table sera construite dans le même esprit et dans le même ordre que la précédente.

On peut faire autant de tables qu'il y a de types pour

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

les chemins de fer, routes, canaux, etc. Toutes ces tables seront accompagnées des réciproques des carrés des nombres, et de leurs produits par 0,666, jusqu'aux emprises limites, ou, au lieu de 0,666, la pente choisie.

Rapport des tables entre elles et usage de l'une adaptée à tous les types de déblai et de remblai.

Les tables II et III auront en outre une troisième colonne montrant que ces tables et toutes celles qui pourront paraître basées sur la table générale auront les valeurs des surfaces différant par une constante, si les talus choisis sont les mêmes. Cette considération ne conduit pas à construire une seule table, puisqu'il s'agit de rapidité; chacune d'elles portera cependant cette troisième colonne, la reliant aux autres et étendant son usage à un cas quelconque. Cette colonne donnera pour chaque valeur de α la distance à la plate-forme de l'horizontale compensatrice, c'est-à-dire détachant du profil d'exécution une surface équivalente de déblai ou de remblai. Elle permet de calculer les surfaces de déblai et remblai, quel que soit le nombre de voies, et en général quel que soit le profil d'exécution variable ou constant. On cherchera, pour un profil quelconque, la valeur de α, puis la distance à la plate-forme de l'horizontale compensatrice. Cherchant ensuite dans l'une des tables la surface correspondante au même argument, on n'aura plus qu'à ajouter ou retrancher la surface d'un rectangle pour avoir l'aire du profil en travers.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

PRÉFACE..... 5

PREMIÈRE PARTIE.

État de la question de la cubature des terrassements..... 9
Propriété fondamentale..... 12

DEUXIÈME PARTIE.

Démonstration de la propriété fondamentale..... 15
Construction d'une table pour le calcul des aires de déblai et remblai..... 27
Caractère de généralité..... 29

TROISIÈME PARTIE.

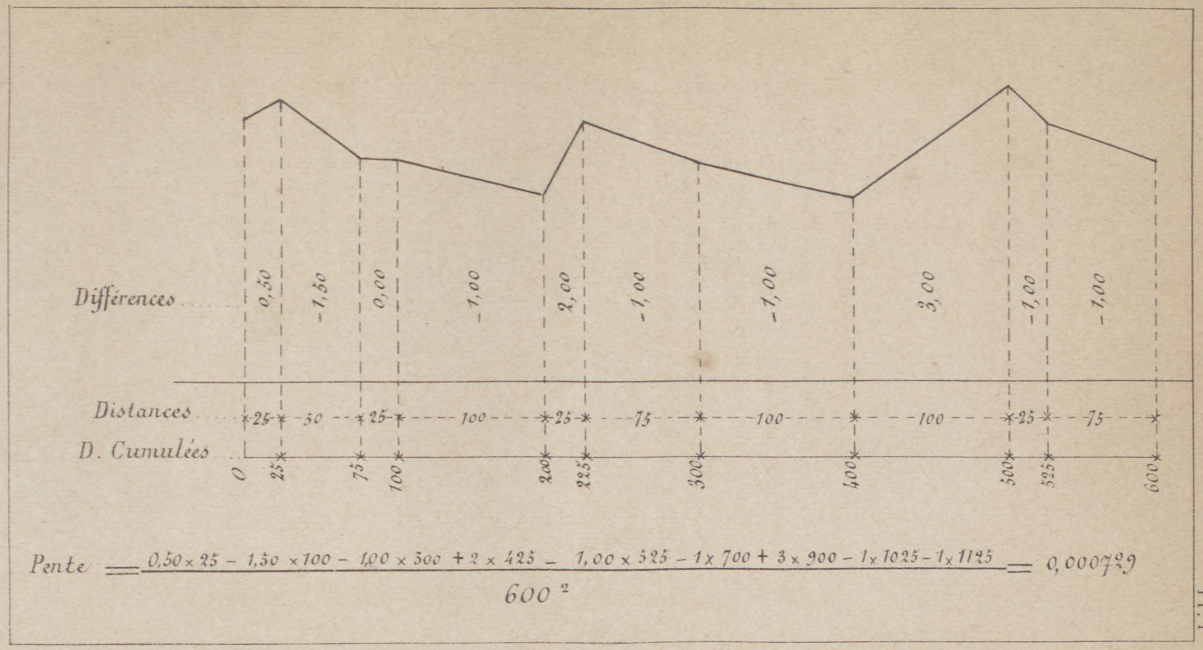
Usage de la table..... 31
Déblai..... 33
Remblai..... 35
Cote du point d'emprise..... 37
Surface du demi-profil..... 37
Cas où le terrain est vertical..... 39
— horizontal..... 40
Profils partie en remblai et en déblai..... 42
Application générale de la méthode..... 44

Note sur l'extension de la table..... 47

Paris. — Typ. Ad. Lainé, rue des Saints-Pères, 19.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.



$$\text{Pente} = \frac{0{,}50\times 25 - 1{,}50\times 100 - 1{,}00\times 300 + 2\times 425 - 1{,}00\times 525 - 1\times 700 + 3\times 900 - 1\times 1025 - 1\times 1125}{600^{2}} = 0{,}000729$$

Pl. 1

1880.

L. KÄRNTNERSTRASSE 34.

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

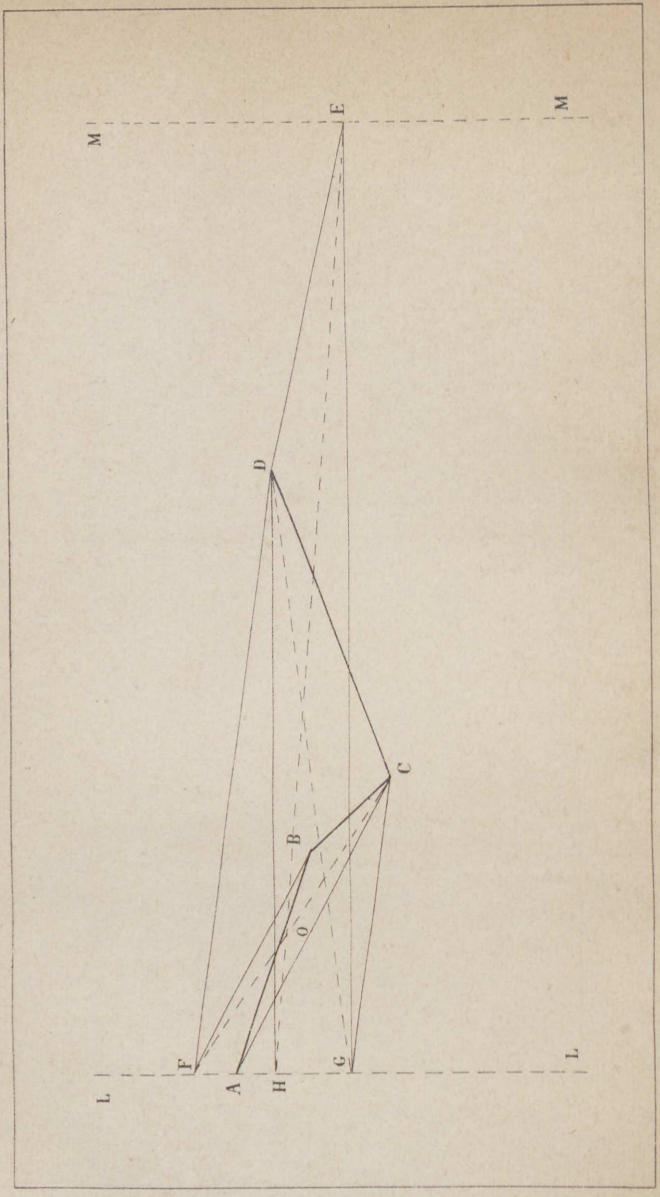

M
E
M
D
C
B
O
F
A
H
G
L
L

Fig. 1.

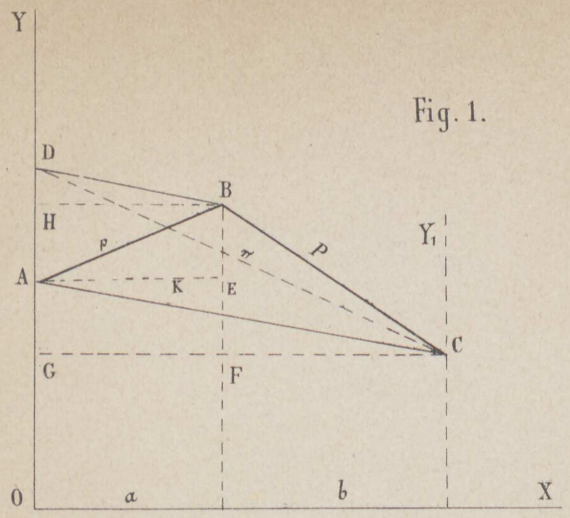
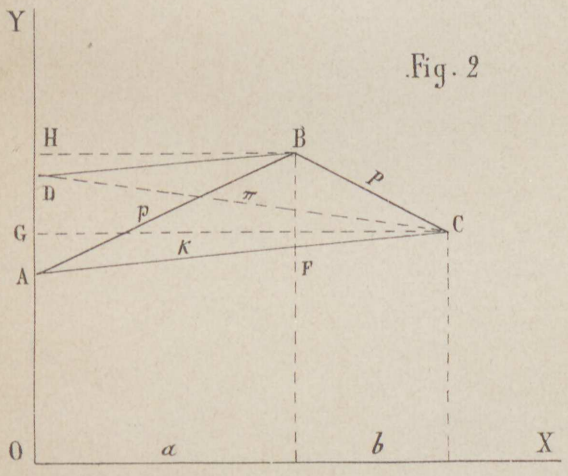


Fig. 2



1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

Fig. 1

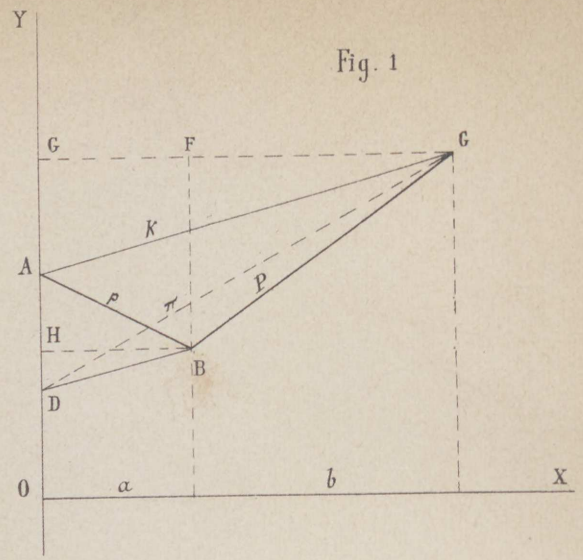
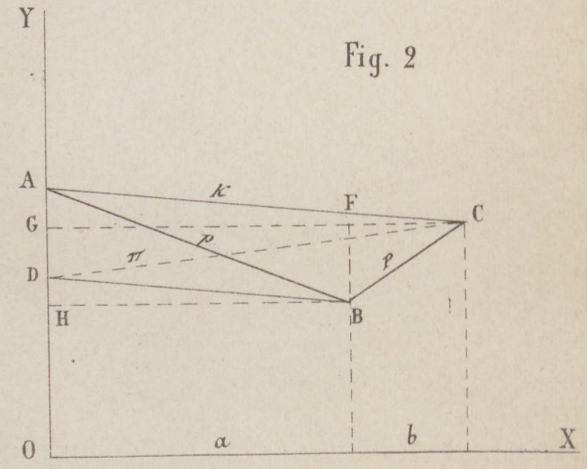


Fig. 2



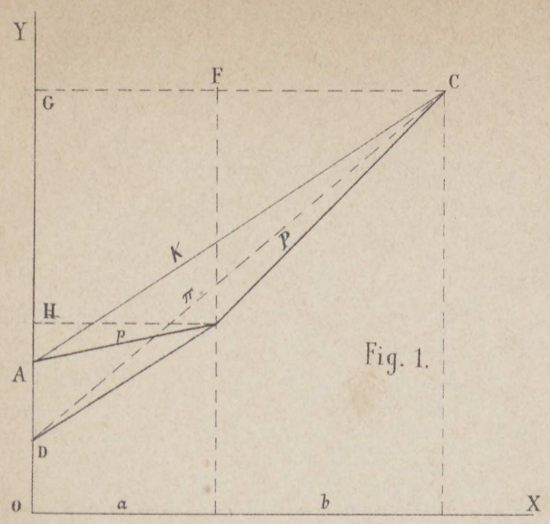


Fig. 1.

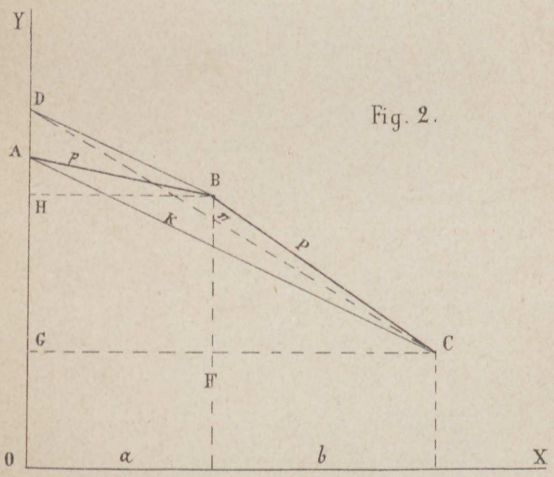


Fig. 2.

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

Fig. 1.

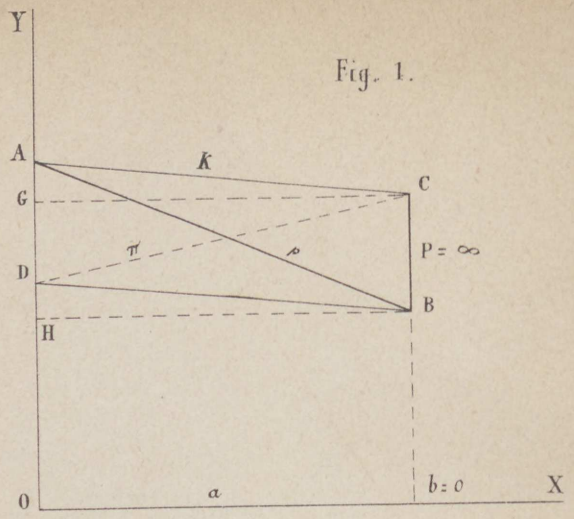
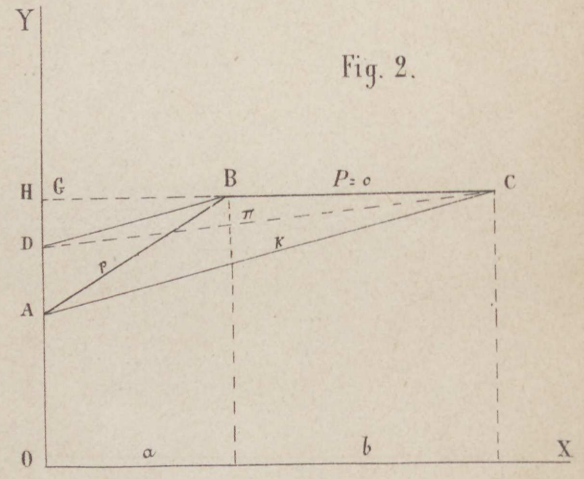
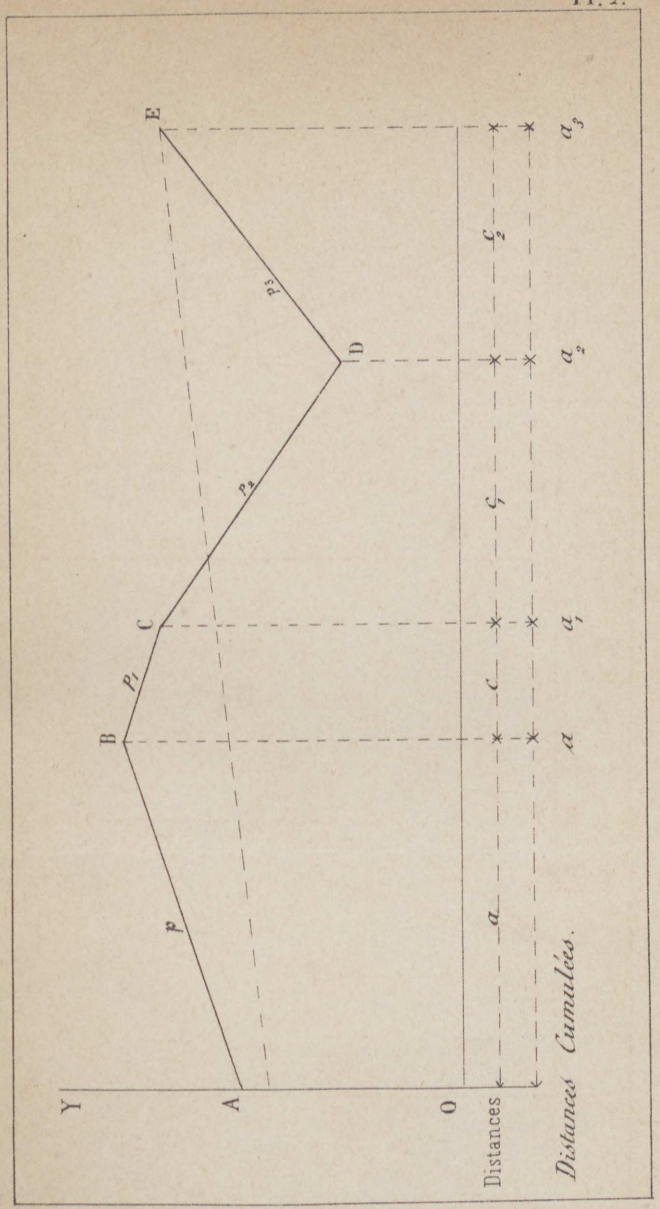


Fig. 2.



Pl. 7.



1880.

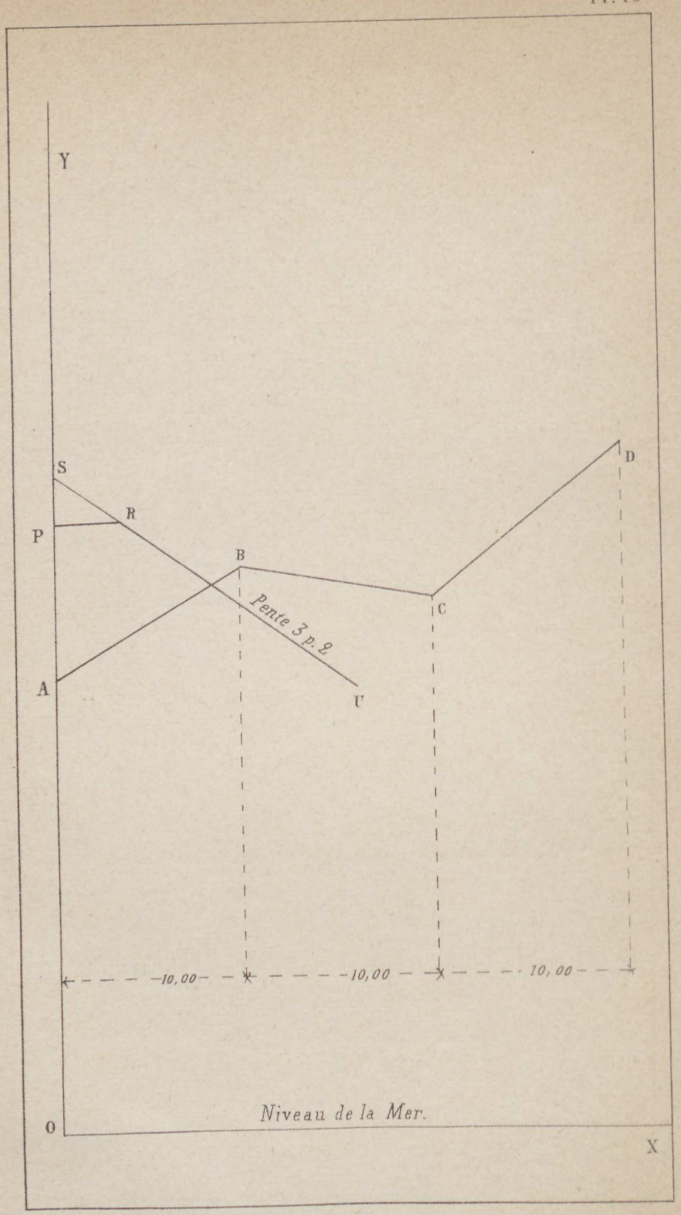
I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.


Y
S
R
P
B
C
D
A
U
Pente 3 p. 9
10,00
10,00
10,00
Niveau de la Mer.
O
X

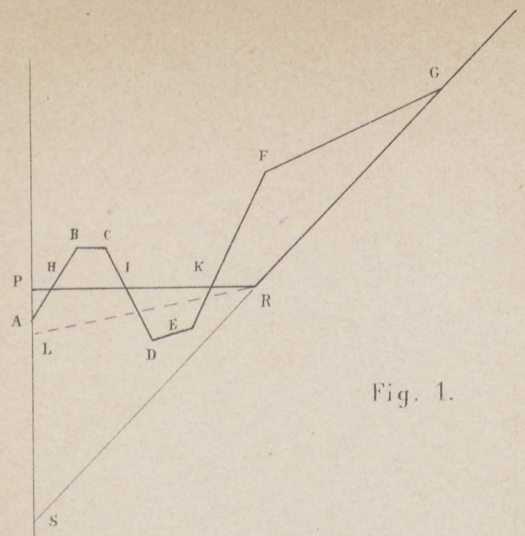


Fig. 1.

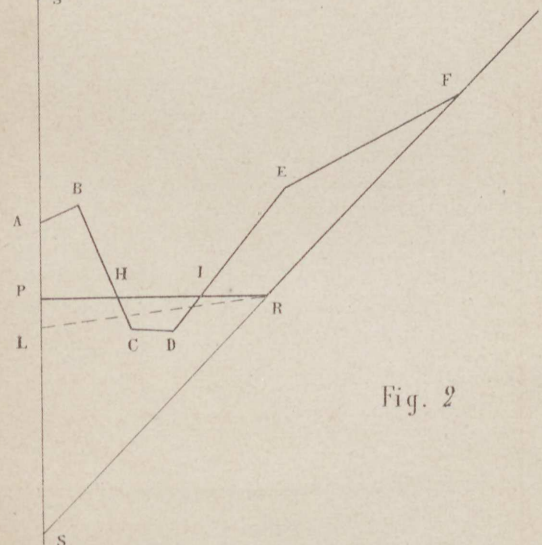


Fig. 2

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

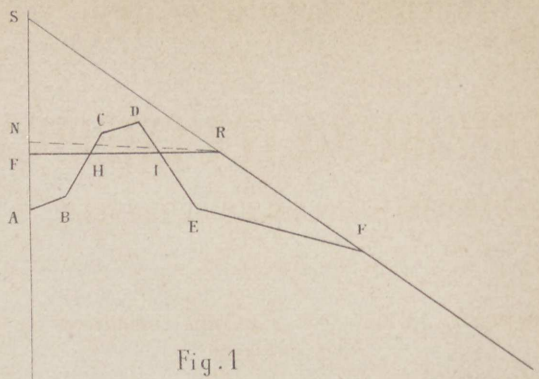


Fig. 1

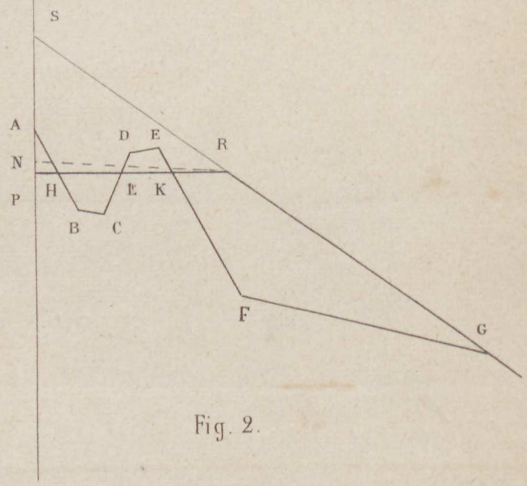


Fig. 2.

INSTRUCTIONS PRATIQUES

SUR

LA RÉPARATION ET L'ENTRETIEN

DES CHAUSSÉES EN EMPIERREMENT

à l'usage des

Ingénieurs, Conducteurs, Agents secondaires et Agents-Voyers,

PAR

J. DUBOSQUE,

Conducteur des Ponts et Chaussées.

PRIX : 0f 75

Par la poste : 0f 85

PARIS

J. BAUDRY, Libraire-Éditeur

15, RUE DES SAINTS-PÈRES

Même Maison à Liége

1876

1880.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

RÉPARATION ET ENTRETIEN

DES CHAUSSÉES EN EMPIERREMENT.

INSTRUCTIONS PRATIQUES

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Toute traduction ou reproduction est formellement interdite.

WASSY. — Imp. et Lith. de J. GUILLEMIN.

INSTRUCTIONS PRATIQUES

SUR

LA RÉPARATION ET L'ENTRETIEN

DES CHAUSSÉES EN EMPIERREMENT

à l'usage des

Ingénieurs, Conducteurs, Agents secondaires et Agents-Voyers,

PAR

J. DUBOSQUE,

Conducteur des Ponts et Chaussées.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

PARIS

LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE, INDUSTRIELLE ET AGRICOLE

Eugène LACROIX, Imprimeur-Éditeur

Libraire de la Société des ingénieurs civils de France, de celle des anciens élèves des Écoles d'arts et métiers, de celle des Conducteurs des ponts et chaussées de MM. les Mécaniciens de la Marine, Fournisseur des Écoles professionnelles

54, RUE DES SAINTS-PÈRES, 54

1876

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

EXTRAIT d'une lettre adressée par M. CARLIER, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, au sujet de nos **Instructions pratiques**, à M. MONGIN, Conducteur faisant fonctions d'Ingénieur ordinaire à Wassy.

Chaumont, le 12 février 1876.

J'ai lu avec soin et avec le plus vif intérêt, le manuscrit de la brochure que se propose de faire imprimer M. le conducteur DUBOSQUE, sous le titre : « d'*Instructions pratiques sur la réparation et l'entretien des chaussées en empierrement.* »

Cet opuscule est parfaitement rédigé et ne contient que des prescriptions tout-à-fait pratiques, complètement en conformité avec les vrais principes et l'expérience de l'entretien des routes ; il est d'ailleurs parfaitement clair et à la portée de ceux auxquels il s'adresse le plus particulièrement.

. . . . . .

Vous voudrez bien prier M. Dubosque de m'envoyer, le plus tôt possible, 4 ou 5 exemplaires de sa brochure, afin que je l'envoie à M. le Préfet en lui demandant l'autorisation d'en acheter un nombre suffisant pour tous les Conducteurs, Agents-Secondaires et Chefs-Cantonniers du Département, à M. l'Inspecteur général de la Division et à M. le Ministre. . .

AVERTISSEMENT.

Ces instructions sont spécialement destinées aux Conducteurs, Agents-secondaires et Agents-Voyers chargés des travaux de réparation et d'entretien des chaussées en empierrement.

Elles contiennent quelques prescriptions empruntées à la circulaire ministérielle du 25 Avril 1839 ; mais elles sont extraites, en grande partie, de la brochure publiée par M. DUGUÉ, sur le *Système d'entretien des chaussées en empierrement mis en pratique, depuis* 1837, *dans le département de la Sarthe.*

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

INTRODUCTION.

A une époque où, plus que jamais « *le temps c'est de l'argent* », l'amélioration des voies de communication par l'application des bonnes méthodes d'entretien résout un problème de la plus haute importance, en répondant aux besoins toujours croissants d'une circulation prompte et facile.

C'est pour aider principalement mes collègues à obtenir ce résultat fécond en conséquences avantageuses que j'ai songé à rédiger ces instructions pratiques.

Je désire que ces instructions, complétées par de nombreuses observations personnelles, puissent être utiles aux personnes qui s'occupent d'entretien et contribuer à l'amélioration des voies de communication.

Wassy (Haute-Marne), le 10 Février 1876.

J. DUBOSQUE.

EXPOSÉ DES PROCÉDÉS

QUI CONSTITUENT UN BON SYSTÈME D'ENTRETIEN.

Un bon système d'entretien consiste :

1° *A enlever les détritus en boue et en poussière, au fur et à mesure qu'ils se forment et viennent se présenter à la surface des chaussées ;*

2° *A balayer la neige dès qu'elle recouvre les routes ;*

3° *Enfin à employer convenablement, et en temps et lieu, les matériaux nécessaires pour conserver à la chaussée son épaisseur primitive,* si la route est à l'état normal d'entretien, *ou pour reconstituer cette chaussée,* si la route est encore à l'état de réparation ou d'entretien incomplet.

Je diviserai donc cette notice en deux chapitres où j'exposerai :

1° *Les avantages que l'on retire d'un nettoyage général et continu des chaussées ;*

2° *Les procédés les plus convenables pour le bon emploi des matériaux.*

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

CHAPITRE I.

ENLÈVEMENT DES DÉTRITUS ET DE LA NEIGE.

§ 1er. — Détritus.

Les détritus se présentent, à la surface des routes, sous forme de *boue* par les temps humides, et sous forme de *poussière* par la sécheresse. Leur enlèvement peut donc se faire au moyen de deux opérations : *1° l'ébouement; 2° l'époudrement.*

1° Ébouement.

La nécessité d'enlever la boue et de ne jamais la laisser séjourner sur la chaussée, est démontrée de la façon la plus évidente par les considérations suivantes :

A l'état liquide, la boue détrempe la chaussée, diminue la résistance de la couche supérieure de l'empierrement et donne une entrée facile aux roues dans le corps de la route;

A l'état gras, la boue arrache et désagrège la surface de la chaussée; celle-ci, s'attachant aux roues, part en lambeaux au passage de chaque voiture, et bientôt il en résulte un frayé qui se transforme rapidement en une ornière profonde. Ce cas se présente surtout dans les moments de dégel.

Pour ébouer, on peut se servir de deux outils, savoir :

1° Le racloir ;
2° Le balai.

1° **Racloir.** — Le racloir ou la petite houe serviront à enlever le peu de boue grasse qui se trouvera exceptionnellement à la surface d'une route, car *l'enlèvement continu des détritus doit rendre très-peu fréquent l'emploi du racloir lui-même ou de la petite houe,* comme on va l'expliquer ci-dessous. D'ailleurs, ces outils attaquent et désagrègent l'épiderme des routes.

2° **Balai.** — Lorsque la boue est liquide, le balai en piazava, à résistance facultative, imaginé par M. Legendre, conducteur des Ponts-et-Chaussées, et dont le personnel des cantonniers est pourvu dans la Haute-Marne, doit suffire généralement pour nettoyer et épurer les chaussées.

Le balayage de la boue maintient la surface de la route saine et compacte, il suffit pour prévenir les flaches et frayés et les dégradations de la couche supérieure de la chaussée sur les routes à l'état normal d'entretien.

Du reste, l'ébouement perdlui-même beaucoud de son importance dans un bon système d'entretien, parce qu'*il ne peut guère se former de boue*

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

sur une chaussée dont on a balayé avec soin la poussière.

2° Époudrement.

L'enlèvement de la poussière peut s'opérer avec le racloir ou le balai ; mais le racloir suppose une certaine épaisseur de détritus qui ne doit jamais se rencontrer sur une route soigneusement entretenue.

Le balayage de la poussière a sur les chaussées une action importante et sur laquelle il est essentiel d'insister : c'est que, même pendant les plus grandes sécheresses, *il est le moyen le plus puissant de restaurer avec économie une route mauvaise et de conserver régulière, sans flaches ni frayés, la surface d'un empierrement qui est arrivé à l'état parfait d'entretien.*

Mes observations particulières sur les routes de la subdivision de Doulevant, que j'ai entretenues pendant sept années, de 1867 à 1874, ne laissent plus aucun doute à cet égard :

Lors des sondages exécutés en 1872, les anciens cantonniers, qui avaient pratiqué ceux de 1865, trouvaient déjà les chaussées beaucoup plus dures et plus résistantes qu'à cette dernière époque ; de plus, la couche supérieure avait gagné en épaisseur, ce qui prouve qu'au fur et à

mesure de l'épuration de la chaussée, les détritus en excès se trouvaient remplacés par des matériaux augmentant la masse de l'empierrement.

Examinons maintenant ce qui se passe sur une route où il y a de la poussière : *1° lorsque la chaussée est encore à l'état de réparation; 2° lorsqu'elle est à l'état parfait d'entretien.*

1° Chaussée à l'état de réparation. — Sur une route à l'état de réparation, c'est-à-dire qui n'est pas encore arrivée à l'état parfait d'entretien, les détritus en boue et en poussière se trouvent en trop forte proportion dans la masse de l'empierrement; qu'une pluie survienne, il se forme aussitôt un gâchis terreux qui désagrège profondément la croûte solide, *la chaussée trousse,* disent les cantonniers, et plus tard, on retrouve dans les tas de boue des matériaux, variant de 0^m01 à 0^m06 de diamètre, en assez forte proportion pour qu'il y ait intérêt à les aller rechercher sur les accotements.

Ces matériaux sont le résultat d'une désagrégation considérable de la croûte solide et, par conséquent, d'une destruction partielle de l'empierrement.

Qu'on balaie ces chaussées, que le balayage, intelligemment conduit, ait pour but de les purger

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

et non de les désagréger et l'on obtiendra rapidement une route susceptible de ne présenter ni flaches, ni frayés, quelle que soit sa fréquentation, quelle que soit la durée de la pluie et de la sécheresse.

2° **Chaussée à l'état parfait d'entretien.** — Sur une chaussée à l'état parfait d'entretien, où les détritus ne sont qu'en proportion convenable pour donner à la croûte solide la plus grande résistance, la plus grande compacité possibles, le balayage a pour but de maintenir cette proportion et, par suite, la beauté constante et le parfait uni de la surface.

On objectera, peut-être, que par une sécheresse prolongée un balayage continu de la poussière peut désagréger les chaussées ; c'est là une erreur facile à réfuter : si le balayage avec *le balai à résistance facultative* est fait de manière à enlever seulement les détritus flottants qui n'ont plus aucune liaison avec l'empierrement, il est évident qu'il ne cause aucun préjudice à la chaussée ; et je n'ai jamais compris que le balayage fût fait autrement.

Dans cet ordre d'idées, je ne saurais donc trop répéter que le *balayage est le moyen le plus économique, le plus facile et le plus prompt,*

pour ne pas dire le seul moyen d'amener et de maintenir les routes à l'état parfait d'entretien. — Les cantonniers doivent donc s'attacher à enlever avec soin et immédiatement tous les détritus flottants qui se présentent à la surface des chaussées.

Balayage par la gelée. — Lorsque la gelée dure quelque temps, bien que la chaussée ait été purgée de détritus, il se forme promptement une assez grande quantité de poussière qu'il est très-essentiel de balayer ; car, au dégel, cette poussière, qui contient beaucoup d'eau congelée, donnerait une boue grasse qui détruirait la surface de la croûte solide et amènerait, par conséquent, des dégradations profondes et irréparables dans le corps de la route.

Les expériences que j'ai faites sur le balayage de la poussière, en temps de gelée, dans la subdivision de Doulevant, sont concluantes à ce sujet :

Les cantonniers se montraient rebelles au balayage de la poussière par la gelée ; pour les convaincre, j'ai divisé leurs stations en deux cantons d'essai : une moitié a été balayée l'autre ne l'a pas été. — Sur les parties balayées, le dégel n'a pas laissé de traces apparentes ; sur

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

les parties non balayées, au contraire, les dégradations ont été tellement sensibles que les cantonniers, aux abois, ne savaient plus comment faire pour les réparer. — A partir de ce moment, je n'ai plus eu de récidive à constater : l'expérience les avait confondus et convaincus.

Balayage de la poussière pour faire disparaître les traces des roues. — Il peut arriver que la poussière, en trop petite quantité pour être enlevée, donne lieu néanmoins à des traces que les voitures affectent de préférence. Ces traces, qui ne se distinguent d'abord que par leur couleur blanchâtre et luisante, amèneraient bientôt de véritables frayés ; il importe donc de les effacer. A cet effet, le cantonnier régale, à grande volée, la poussière qui recouvre la chaussée et fait disparaître toutes les traces de voitures.

En une journée, il peut facilement tenir et époudrer toute l'étendue de sa station.

REMARQUE IMPORTANTE. — Il arrive fréquemment que les cantonniers se contentent de balayer la poussière ou la boue sur 2 à 3 mètres de largeur pour effacer les frayés et faire varier le roulage ; mais cette manière d'agir est vicieuse et peu raisonnée car la surface nouvellement balayée tranche, par sa propreté relative, sur le

reste de la chaussée et maintient ainsi les voitures sur l'axe de la route; le cantonnier n'a donc pas obtenu le résultat en vue duquel il a travaillé; par suite, il se décourage et accuse ses chefs de lui imposer une besogne inutile.

Ce qui précède démontre suffisamment la nécessité de *balayer la chaussée sur toute sa largeur* pour lui donner une teinte uniforme, laquelle peut *seule* dépister et faire varier le roulage.

§ 2. — Neige.

La neige présente, à la surface des routes, des inconvénients graves qu'il importe de signaler :

1° Elle gêne la circulation ; puis, en séjournant sur la chaussée, elle durcit sous l'action du roulage et rend la route glissante ;

2° Par un faux dégel, elle fond incomplètement et produit un verglas des plus dangereux qui peut occasionner des accidents ;

3° Enfin, par un dégel complet, elle fournit une quantité considérable d'eau stagnante qui détrempe et ramollit l'empierrement, au point que le roulage en entame facilement la croûte solide et y creuse des ornières profondes.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Ces inconvénients prouvent péremptoirement l'importance et la nécessité du balayage de la neige ; mais ce balayage a besoin encore d'être réglementé dans l'intérêt du roulage, des piétons et de la route.

Ainsi, les cantonniers commenceront par ouvrir une voie de 3 mètres à $3^{m}50$ de largeur pour rétablir la libre circulation ; puis, ils élargiront successivement cette voie en ménageant, tous les dix mètres, des rigoles latérales pour l'écoulement des eaux ; ces rigoles, disposées en quinconce, procureront en même temps aux piétons un moyen sûr et facile de se garer des voitures ; enfin, si le temps le permet, les cantonniers pousseront la neige jusque dans les fossés, afin que la chaussée et les accotements soient à l'abri d'infiltrations pernicieuses qui en amèneraient le défoncement au dégel.

Quand, exceptionnellement, la neige atteindra plus de $0^{m}06$ à $0^{m}08$ d'épaisseur, la main de l'homme ne suffira plus pour déblayer les routes ; il faudra, dans ce cas, faire manœuvrer le chasse-neige qui, attelé de 4 chevaux, peut facilement ouvrir une voie libre de 4 mètres de largeur sur 30 à 40 kilomètres de longueur pour chaque journée de travail de 10 à 12 heures.

Conséquences immédiates du balayage de la neige. — Plus de verglas. — Quand une route a été débarrassée de la neige, aussi complétement que possible, le verglas n'est plus à craindre, car il suffit d'une journée de dégel pour faire fondre et disparaître le peu de neige restée adhérente à la surface de la chaussée ; et, si le cantonnier a soin de chasser l'eau, au fur et à mesure qu'elle se forme, il prépare une circulation facile et commode aux voitures.

Que la gelée reprenne, en effet, après le nettoyage de la chaussée, et le cantonnier balaiera la poussière là où l'on aurait eu du verglas, si la neige n'eût pas été enlevée en temps opportun.

L'expérience de l'hiver 1869-1870 a donné des preuves concluantes à ce sujet sur les routes de la subdivision de Doulevant.

§ 3. — Manière de Balayer.

Le balayage est une opération si simple et si facile avec le balai à résistance facultative qu'elle n'a pas besoin d'être décrite, je me contenterai donc d'indiquer les précautions à prendre pour tirer de l'emploi de ce balai tous les avantages qu'il comporte :

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

1° **Lorsque la poussière est peu épaisse et très-sèche** et, par conséquent, légère, le cantonnier démonte complètement ou remonte jusque contre la traverse supérieure le régulateur du balai qui, dans ce cas, fait l'office d'un pinceau léchant la surface supérieure de la chaussée ;

2° **Lorsque la poussière est légèrement mouillée** et, par suite plus compacte, plus résistante et moins facile à déplacer, le cantonnier met le régulateur à la hauteur convenable pour époudrer complétement et sans effort la chaussée ;

3° **Enfin, lorsque la poussière est très-épaisse** (cas rare et exceptionnel avec un bon système d'entretien), *ou bien quand la chaussée est recouverte de boue*, le cantonnier règle la résistance du balai selon les besoins de son travail, sans que jamais le régulateur soit à moins de 0^m 05 au-dessus du sol de la route. De plus, il doit avoir grand soin de modérer l'effort de la main quand il passe sur des emplois récents ; mais généralement il fera mieux de les contourner tant qu'ils ne seront pas intimement soudés à la vieille chaussée, de peur d'en retarder la liaison ou d'en provoquer la désagrégation. — Dans ce cas, le balai à résistance facultative est trans-

formé en véritable rabot sans avoir les désavantages et les inconvénients du rabot en fer qui attaque et désagrège l'épiderme des routes.

§ 4. — Rangement, emploi ou enlèvement des boues et poussières.

Pour terminer ce qui concerne le balayage, je dirai que les cantonniers ne doivent jamais quitter leurs stations sans avoir rangé sur l'accotement la poussière ou la boue qu'ils ont balayée pendant la journée ; ils sont généralement portés à la laisser en sillons ou en tas plus ou moins volumineux le long de la bordure de la chaussée ; elle ne tarde pas à y former des bourrelets ou des surélévations qui déforment le profil transversal de la route, s'opposent à l'écoulement des eaux et peuvent même causer des accidents pendant la nuit, surtout par la gelée.

Dans les traverses des villes, bourgs et villages, l'enlèvement des détritus doit avoir lieu, rigoureusement, à la fin de chaque journée ou dès qu'ils sont maniables, pour satisfaire en même temps aux exigences de la voirie urbaine.

Lorsque les accotements sont trop bas, le cantonnier doit, chaque soir, y déposer et régaler la

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

poussière ou la boue balayée pendant la journée, en ayant soin de l'étendre régulièrement depuis les fossés jusqu'à la chaussée. Cependant si la boue était par trop liquide, le régalage en serait ajourné jusqu'à ce qu'elle fût devenue maniable.

Lorsque les accotements seront trop élevés, la poussière et la boue seront, chaque soir, rangées avec soin et déposées par tas sur le bord extérieur des accotements pour être enlevées, le plus promptement possible, hors des dépendances de la route.

RÉSUMÉ.

1° **En temps de pluie**, les cantonniers doivent se hâter de balayer la boue liquide qui se manie facilement au balai, pour maintenir constamment propre, saine et compacte la surface de la chaussée ;

2° **Par la sécheresse et par la gelée**, ils balaieront la poussière pour éviter la formation de la boue et purger l'empierrement des détritus flottants ; pour l'amener ou le maintenir à l'état parfait d'entretien ; et aussi pour effacer les traces de frayés et faire user uniformément la chaussée sur toute sa largeur ;

3° **En temps de neige**, il ouvriront, de suite, un passage de 3 mètres à 3 mètres 50 de largeur pour assurer la libre circulation des voitures et éviter le verglas ; puis, ils assureront l'écoulement des eaux au moyen de rigoles ménagées en quinconce, tous les dix mètres, et pousseront successivement la neige jusque dans les fossés ;

4° **Par le dégel**, ils redoubleront d'activité pour balayer l'eau et la boue qui se forment à la surface de la route, principalement les deux ou trois premiers jours, afin de préserver la chaussée d'infiltrations pernicieuses et de garantir la croûte solide de l'empierrement contre les arrachements désastreux que produirait une boue grasse recouvrant la chaussée.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

CHAPITRE II.

EMPLOI DES MATÉRIAUX.

Lorsqu'une route est arrivée à l'état parfait d'entretien, le balayage suffit toujours, comme nous l'avons vu et démontré, pour faire user la chaussée parallèlement à elle-même et pour empêcher les flaches ou frayés.

Sur une route à l'état de réparation, c'est-à-dire qui n'est pas encore arrivée à l'état parfait d'entretien, l'opération du balayage ne suffit pas pour maintenir la surface saine et compacte, ni pour prévenir les flaches ou frayés.

On conçoit donc aisément, d'après cela, que l'emploi des matériaux ne puisse se faire absolument de la même manière sur une route à l'état parfait d'entretien et sur une route à l'état de réparation.

Je vais, en conséquence, indiquer séparément les opérations spéciales à pratiquer, selon le cas dans lequel on se trouve, pour obtenir des résultats rapides de conservation ou d'amélioration des chaussées en empierrement.

§ 1er. — Routes à l'état parfait d'entretien.

Sur une chaussée à l'état normal d'entretien où les emplois sont uniquement destinés à restituer l'usure annuelle qui varie de $0^m 01$ à $0^m 03$ au plus, souvent rien n'indique où et comment l'emploi doit être fait ; il n'y a guère que la pluie qui puisse dessiner l'emplacement et la forme des flaches.

Celles-ci sont réparties d'une façon irrégulière, à droite, à gauche, à l'axe de la chaussée ; le cantonnier devra donc faire un choix judicieux des flaches à réparer pour distribuer convenablement ses emplois et faire varier le roulage ; c'est assez dire qu'il ne devra jamais accumuler les emplois sur un même point de sa station et négliger les autres, car autrement, la gêne imposée au roulage par la multiplicité des pièces serait tellement grande que les chevaux prendraient le parti de couper tous les emplois. Il en résulterait alors un frayé continu que le cantonnier ne pourrait plus faire disparaître ; et ce frayé se transformerait bientôt en une ornière profonde qui amènerait des désordres fâcheux dans le corps de l'empierrement.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Il est donc indispensable que le cantonnier commence les réparations de sa station par les flaches les plus importantes, attende la prise de celles-ci avant de remplir les suivantes et continue successivement ainsi pour terminer par les flaches les moins profondes.

En observant ces prescriptions, il peut tenir et réparer un canton de 2,500 mètres de longueur, tous les deux jours, avec deux auxiliaires.

Il soignera, en même temps, les emplois précédemment exécutés en y rangeant les matériaux déplacés par les pieds des chevaux, ou bien en y remplaçant les pierres broyées par le roulage. — Si les voitures avaient formé des bourrelets latéraux dans quelques emplois, le cantonnier les dégrossirait à la main, puis les rabattrait avec le pilon et non avec le râteau, suivant une funeste et déplorable habitude qu'il s'obstine à conserver. Faute de prendre toutes ces petites précautions, les emplois se déforment et rendent la chaussée cahoteuse.

Il n'y a point, en effet, de partie de route qui réclame plus de soins, de vigilance et d'attention que celle où il a été fait récemment un emploi de matériaux.

Par un dégel gras, comme ceux qui se produi-

sent annuellement vers la fin de l'hiver et compromettent la viabilité des routes, le cantonnier ébouera *très-légèrement* la chaussée en prenant garde d'en enlever la croûte solide, puis, il se hâtera de faire quelques petits emplois d'axe et de côtés intelligemment combinés pour dépister le roulage et empêcher la route de fatiguer démesurément sur le même point.

S'il ne rencontrait pas, *en temps et lieu*, de flaches convenablement réparties pour faire des emplois *définitifs*, il forcerait, *quand même*, les chevaux à changer de piste en échelonnant, à la surface, des emplois *auxiliaires*, c'est-à-dire des emplois provisoires destinés uniquement à faire varier le roulage ; puis, il tourmenterait ces emplois avec le râteau pour en empêcher la prise et les enlèverait une fois que la chaussée raffermie serait complètement à l'abri des frayés et des ornières.

Ce système d'emplois *auxiliaires* auquel j'ai recours, **seulement dans les cas de force majeure**, m'a parfaitement réussi ; je le recommande tout spécialement aux praticiens qui se trouvent parfois aux prises avec les difficultés de l'entretien des chaussées en empierrement.

En dirigeant les réparations comme il vient

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

d'être dit, le cantonnier mettra, chaque jour, les chevaux en présence d'emplois nouvellement faits, de teinte plus foncée que les précédents et qui *seuls* peuvent les forcer à changer de piste en achevant la liaison des premiers emplois. — Ce mode d'entretien, par emplois successifs et bien répartis à la surface des chaussées, est donc essentiellement logique, naturel et pratique.

Les flaches que l'on rencontre, le plus généralement, sur une route à l'état de parfait entretien, ont des dimensions restreintes ; elles ne dépassent guère de 2 mètres à 3 mètres de longueur sur 1 mètre à 2 mètres de largeur ; leur profondeur varie de $0^m 01$ à $0^m 03$ au milieu et se réduit à rien sur les bords.

Cependant si, par hasard, il se présentait une flache ayant des dimensions telles qu'un seul emploi fût trop long et trop large pour la réparer d'un seul coup, il conviendrait d'en morceler la réparation par portions variant entre 2 mètres et 3 mètres de longueur sur 1 mètre à 1 mètre 50 de largeur, au plus, car les emplois gagnent toujours à être plus longs que larges.

Dans les pentes et rampes, néanmoins, on peut procéder par pièces plus importantes, car le roulage y sillonne toute la largeur de la route et l'on

n'a pas à craindre d'y voir les emplois coupés suivant une direction préférée.

En employant, pour réparer les flaches, les matériaux approvisionnés, même en réservant les plus fins pour les bords, il y aura toujours solution de continuité entre la pièce et la route et, par conséquent, un choc produisant un cahot. Une voiture de roulage à larges jantes écrasera les premières pierres qu'elle rencontrera avant de monter sur l'emploi et en chassera quelques autres de leur position.

Une voiture rapide, au contraire, dispersera les premières pierres, les chassera sur les parties environnantes de la route et dérangera le reste de l'emploi. Le cantonnier aura donc à ramasser constamment les pierres roulantes et à soigner, sans cesse et sans fin, les emplois de la journée et de la veille ; et, quelle que soit son activité, il y aura eu beaucoup de matériaux écrasés inutilement et beaucoup de main-d'œuvre employée en pure perte.

Ce qui précède laisse suffisamment pressentir qu'il reste quelque chose à faire pour assurer le bon usage des matériaux et la fixité des emplois ; que certaines opérations de détails doivent former le complément indispensable et naturel d'un système perfectionné d'entretien.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Ces opérations sont les suivantes :

1° *Le piquage de l'emplacement ;*
2° *Le cassage des matériaux à une petite dimension ;*
3° *Le saupoudrage de l'emploi ;*
4° *Le pilonnage ;*
5° *Et, au besoin, l'arrosage.*

1° Piquage de l'emplacement.

Sur une route bien entretenue, les frayés sont extrêmement rares et l'on ne doit avoir que des flaches à contours arrondis, de formes très-variables et variées ; les emplois doivent donc avoir ces mêmes formes et toujours des dimensions un peu plus grandes pour tenir compte du rétrécissement qui s'opère au moment où se fait la liaison des matériaux cassés qui les composent. On évite ainsi les flaches annulaires que les cantonniers sont, presque tous, enclins à laisser autour de leurs emplois ; la forme même de ces flaches en rend la réparation difficile, pour ne pas dire impossible.

La détermination exacte de la flache à réparer est donc une opération peu facile et délicate sur

une route bien entretenue ; si le cantonnier, en effet, délimite la flache, au hasard, il laisse sans réparation une portion de cette flache qui se remplit d'eau et devient, par suite, une cause de dégradations ; il met aussi des matériaux là où ils sont inutiles, *la pièce se trouve à côté du trou,* comme l'on dit vulgairement, et il en résulte des dépressions et des épaulements plus nombreux qu'auparavant ; la route devient de plus en plus mauvaise ; sa surface, de moins en moins unie, belle et roulante, donne plus de tirage aux chevaux et le roulage souffre d'un pareil état de choses.

L'on perd ainsi les matériaux, la main-d'œuvre et les routes elles-mêmes ; et le Trésor et les Départements s'épuisent en dépenses inutiles ou peu productives.

L'opération du piquage, qui nécessite une configuration préalable de la flache à réparer, attire donc l'attention du cantonnier, le fixe sur la meilleure forme à donner aux emplois, l'empêche de travailler au hasard et l'amène insensiblement à obtenir un état parfait de route qu'il n'avait pas connu jusqu'à ce jour.

Une fois la forme des emplois bien déterminée, le cantonnier en pique l'emplacement.

Le piquage présente les avantages suivants :

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Il permet aux emplois de se lier intimement à la vieille chaussée ; il donne le moyen de loger les matériaux de l'emploi, fournit une quantité de détritus suffisante pour les maintenir en place, sans l'aide du cantonnier, et pour les recouvrir afin d'en faciliter la liaison ; en un mot, il permet d'encastrer les matériaux, d'éviter les pierres roulantes et de saupoudrer les emplois de détritus, opération dont je parlerai plus tard.

La profondeur du piquage dépend de la grosseur des matériaux à employer, elle doit être, en général, assez faible, mais un peu plus forte sur les bords qu'au milieu de la flache.

2° Cassage des matériaux à une petite dimension.

Lorsque la surface est piquée et mise à vif par un curage complet et immédiat, que tous les détritus sont enlevés, on doit déposer les matériaux sur le contour de la flache en cordon continu et suffisamment épais pour composer, autant que possible, tout l'emploi d'un seul coup ; le cantonnier passe alors au milieu de la flache et, armé de son râteau, il attire des bords vers le centre la pierre composant le cordon ; de cette manière, les plus gros matériaux viennent se

loger au milieu de la flache et les plus fins restent sur les bords pour former la rampe de raccordement de l'emploi avec l'ancienne chaussée.

Le raisonnement seul indique que toutes les pierres doivent être solidaires les unes des autres, se toucher, s'appuyer et, si c'est possible, s'enchevêtrer, sans cependant se superposer, car *il n'y a rien de si mauvais qu'un emploi composé de deux pierres d'épaisseur : il ne se lie jamais bien, gêne considérablement le roulage et détruit l'uni de la surface.*

Si l'on se rappelle que, sur une bonne route, les flaches n'ont guère que de 0m 01 à 0m 03 de profondeur, on reconnaîtra sans peine que les matériaux régulièrement cassés à une très-petite dimension conviennent mieux que les gros pour les emplois. Les petits matériaux, en effet, s'enchevêtrant bien prennent vite *sans s'écraser, ni se déranger ;* ils donnent donc une surface d'emploi très-unie, résultat principalement recherché dans un bon système d'entretien.

Les matériaux mal cassés, au contraire, s'éloignant par leur grosseur de la dimension convenable à une liaison facile et prompte, restent, plusieurs jours, exposés à l'action des roues

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

les uns se broyent en fragments infiniment petits, les autres conservent leur grosseur primitive et l'emploi, en faisant prise, présente des gauchissements qui nuisent à l'uni de la surface, produisent une série d'alvéoles et de bas-fonds qui, se remplissant d'eau, deviennent eux-mêmes la cause de nouvelles dégradations. Les cantonniers disent alors que la chaussée *use en gaufrier*; malgré sa trivialité, cette image est la plus exacte que je connaisse d'un pareil état de choses.

Cela est surtout vrai pour des chaussées entretenues avec du calcaire tendre et peu homogène comme dans l'arrondissement de Wassy.

Enfin, il n'est pas sans intérêt de faire observer que 10 mètres cubes de matériaux bien cassés, tout en profitant davantage à l'empierrement, donnent la même surface d'emplois que 12 mètres cubes de pierre mal cassée; rien qu'au point de vue économique, ce résultat est éminemment précieux; des expériences directes me mettent à même d'en affirmer l'exactitude.

Sans changer les prescriptions des baux d'entretien, si l'on tient la main à ce que toutes les pierres passent, en tous sens, dans un anneau de 0^m06 de diamètre, chaque mètre cube contiendra la

moitié ou les deux tiers de matériaux convenablement cassés ; le reste pourra être recassé par les cantonniers, en temps de gelée.

Ces ouvriers, personnellement intéressés dans la question, devront donc signaler à leurs chefs toutes les malfaçons de cassage qu'ils remarqueraient dans les fournitures de l'entreprise.

De 1867 à 1874, j'ai adopté cette méthode sur les routes de la subdivision de Doulevant et tout le monde a pu se convaincre qu'elle m'avait parfaitement réussi.

3° Saupoudrage des emplois.

Les matériaux, placés comme je viens de l'indiquer, sont logés dans une dépression qui les fixe bien un peu, mais pas assez pour que les voitures ne puissent déranger, en partie, l'emploi.

C'est donc le cas d'utiliser les produits du piquage, qui renferment une quantité notable de petits matériaux, pour compléter la rampe de raccordement de la pièce avec la vieille chaussée et pour garnir la surface de l'emploi de matières agrégatives qui en accélèrent la liaison.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Cependant, il ne faut pas, dans les premiers jours d'un dégel complet, utiliser les produits du piquage, car ils se trouvent à l'état pâteux et se mettent en plaquettes qui surélèvent la pièce, détruisent l'uni de la surface et donnent prise au roulage sur les matériaux de l'emploi. On retomberait ainsi dans les effets désastreux du dégel sur une route mal ébouée. Il convient donc de ne se servir, durant cette période, que des détritus pierreux fournis par les matériaux d'entretien et d'attendre que les produits du piquage, devenus plus friables, puissent être également répartis à la surface des emplois.

Au printemps, époque à laquelle les grandes gelées ne sont plus à craindre, s'il restait encore, par hasard, quelques emplois incomplètement liés, le cantonnier y coulerait, *avec précaution,* de la boue liquide, en quantité suffisante pour les amalgamer et en précipiter la liaison. Cela vaudrait mieux que de les relever et de laisser ainsi quelques flaches sans réparation.

Des emplois faits d'après les prescriptions précédentes n'exigent presque plus de soins de la part du cantonnier ; ils n'imposent aucune fatigue au roulage et les voitures rapides ne s'aperçoivent guère de leur existence qu'au bruit

sec des roues qui en effleurent la surface. Enfin, il n'y a plus de pierres roulantes et c'est chose essentielle en entretien : ces pierres dispersées çà et là résistent à l'écrasement, font butter et tomber les chevaux et produisent des secousses qui ébranlent la croûte solide de la route, la désagrègent et en compromettent la solidité ; enfin, ces secousses suffisent toujours pour déterminer des cahots, c'est-à-dire le genre de dégradations le plus ennuyeuses pour le roulage et le plus difficiles à réparer.

De plus, ces pierres errantes font perdre un temps précieux au cantonnier qui aimera toujours mieux continuer les réparations de la chaussée que de ramasser les pierres roulantes ; c'est, d'ailleurs, un travail ingrat et fatigant auquel il ne se prête pas facilement.

4° Pilonnage.

Lorsqu'on a encastré et saupoudré les matériaux, ils ne sont pas encore fixés d'une manière certaine, et la surface réparée présente des aspérités qui s'opposent à leur liaison en donnant prise au pied des chevaux ; d'un autre côté, la rampe de raccordement avec l'ancienne chaussée

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

est encore mobile et facile à déranger ; et, pendant quelques jours, la route n'est plus aussi roulante qu'avant les réparations.

Il est donc facile de comprendre que le pilonnage fasse disparaître cette gêne momentanée, toute faible qu'elle soit, en lissant la surface des emplois dont elle hâte, en même temps, la liaison.

Malgré toutes ces précautions, le passage des voitures peut occasionner un frayé et, par suite, un bourrelet à la surface de l'emploi ; le cantonnier fera rentrer ce bourrelet au moyen du pilon et damera toute la pièce, préalablement dégrossie à la main, pour lui rendre son uni primitif.

Le pilon en usage dans le service de la Haute-Marne et pesant 10 kilogrammes, au moins, suffit pour toutes les opérations de ce genre.

3° Arrosage.

L'expérience a démontré que, sur une route à l'état parfait d'entretien, *les meilleures réparations* sont, sans contredit, celles qui sont faites *en novembre et décembre*, parce qu'à cette époque de l'année les pluies préparent convenablement la chaussée à recevoir des emplois, et

que la période favorable à leur liaison est encore de longue durée. Les détritus dont on recouvre les pièces ne suffisent pas, en effet, pour en opérer l'agrégation, car si, pour être bien compacte et résistante, une chaussée exige une certaine proportion d'eau, à plus forte raison l'eau est-elle nécessaire pour faire lier un emploi.

Il faut donc, dans le cas exceptionnel et rare où l'on a des emplois à faire pendant la sécheresse, arroser la surface à relever, puis l'emploi aussitôt après le saupoudrage et jusqu'à parfaite liaison, si l'on a de l'eau à proximité.

Quand à la suite d'une sécheresse anormale, non tempérée par quelques pluies bienfaisantes, une certaine portion de route menace de se désagréger, il ne faut pas hésiter à l'arroser au moyen des tonneaux inventés *ad hoc* par M. Nicoud, ni à y faire passer le cylindre-compresseur pour rendre à cette portion de route la résistance et la compacité qui lui manquent.

On préviendra, de cette façon, des dégradations importantes et ruineuses pour le budget.

Tel est l'ensemble des opérations ayant pour but l'emploi raisonné des matériaux sur les routes à l'état normal d'entretien. Elles peuvent paraître compliquées, au premier abord, exiger trop de

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

main-d'œuvre et devenir une charge pour le Trésor et les Départements; mais, en réalité, elles sont à peine plus longues que les pratiques vicieuses et il n'en est pas une seule qui ne tende à éviter une perte considérable de matériaux écrasés inutilement et de main-d'œuvre improductive.

Je dirai plus, les bonnes méthodes d'entretien piquent la curiosité et l'émulation des cantonniers; elles les obligent à faire sur leur canton l'opération la plus pressante, à prévoir et prévenir les dégradations; enfin elles développent leur intelligence au point de faire d'excellents et laborieux cantonniers d'ouvriers qui, auparavant, perdaient leur travail et leur temps à suivre l'ornière de la routine.

RÉSUMÉ.

Le cantonnier, après avoir **fait un choix judicieux des flaches à réparer** pour bien distribuer ses emplois et faire varier le roulage, doit :

1° **Piquer l'emplacement** pour encastrer les matériaux, éviter toute solution de continuité entre l'emploi et la chaussée et pour avoir aussi des détritus destinés à saupoudrer la surface réparée ;

2° **Recasser les pierres trop grosses** qui donneraient des emplois difficiles à lier et qui, en faisant prise, détruiraient l'uni de la route ;

3° **Saupoudrer les emplois** de détritus provenant du piquage pour les raccorder avec la chaussée et en faciliter la liaison ;

4° **Pilonner les emplois** pour en lisser la surface, en accélérer l'agrégation et, par conséquent, diminuer la gêne momentanée qu'ils imposent au roulage ;

5° **Enfin, arroser les emplois** faits par la sécheresse et les parties de routes qui tendraient à se désagréger ; et au besoin **comprimer, au moyen du cylindre**, la surface en voie de désagrégation, pour lui rendre sa consistance primitive.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

§ II. — Routes à l'état de réparation.

Sur toutes les routes à l'état de réparation, c'est-à-dire non encore arrivées à l'état de parfait entretien, les frayés et les ornières se forment d'une manière rapide : cela tient à ce que les détritus, contenus en trop forte proportion dans la masse de l'empierrement, forment avec les matériaux un mélange terreux facilement attaquable par les roues.

Dans ce cas, il faut d'abord sonder la chaussée pour en connaître la composition exacte et être à même d'en mesurer l'épuration ; il ne faut pas craindre, non plus, de multiplier la main-d'œuvre sur les points essentiellement nécessiteux et mauvais. De cette façon, l'on arrive rapidement à une couche supérieure un peu plus fixe ; puis, la pression des voitures continuant à en faire sortir soit de la poussière, soit de la boue, on enlève ces détritus au fur et à mesure qu'ils paraissent à la surface et la chaussée s'assainit en descendant parallèlement à elle-même.

On remplit, en même temps, avec des matériaux bien cassés, et d'après les prescriptions exposées plus haut, les flaches nombreuses que déterminent à la surface les travaux d'épuration.

Ces emplois contribuent puissamment à améliorer la chaussée et, au bout de quelque temps de ces soins assidus, la route devient dure, saine, propre et roulante, bien que ne présentant pas encore un profil transversal régulier.

Puis, on recommence les sondages pour apprécier les résultats obtenus et l'on force, plus ou moins, les fournitures d'entretien, selon que la chaussée manque ou non de bombement et présente des épaisseurs faibles ou suffisantes.

A partir de ce moment, tous les emplois profitent à la croûte solide, sans perte aucune de matériaux, car ils se lient intimement à la chaussée dont ils augmentent l'épaisseur primitivement réduite par l'épuration.

Les routes passent ainsi de l'état de réparation à celui de parfait entretien ; cette transition remarquable et importante s'est manifestée, de la façon la plus évidente, dans la subdivision de Doulevant, comme en témoignent les sondages de 1872.

D'après ce qui précède, *les cantonniers doivent donc s'astreindre à balayer constamment la poussière et la boue sur une route à l'état de réparation* et faire disparaître les traces des voitures, dès qu'elles commencent à suivre une

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

même direction ; autrement la chaussée fatigue démesurément sur le même point, *elle foule* et les désordres commencent :

Le frayé qui n'existait, tout d'abord, qu'à la surface de la chaussée, dessiné uniquement par la poussière ou la boue, se creuse et se convertit en ornière.

Je ferai remarquer, en passant, que les frayés mesurent de $0^m 15$ à $0^m 20$ de largeur habituelle et se trouvent, en général, au milieu de dépressions plus larges de la surface environnante.

Si le frayé n'a que 2 à 3 mètres de longueur, sa réparation est fort simple : *il suffit de faire un emploi en considérant la dépression environnante comme un commencement de flache* et d'agir comme il a été dit plus haut.

Mais si le cantonnier a manqué de vigilance au point que *le frayé ait atteint une grande longueur* sa réparation est plus difficile. En effet, en filant simplement ce frayé, les voitures trouvent deux longues traînées de pierres qu'elles ont intérêt à éviter ; elles adoptent alors une direction parallèle au premier frayé, en forment un second dont la réparation en occasionne un troisième, et ainsi de suite ; de sorte que le roulage est forcé de broyer une longueur considérable de rechargement neuf.

Il en résulte une grande fatigue pour la circulation et une grande perte de matériaux et de main-d'œuvre que l'on doit éviter.

La première opération à faire est *de piquer le frayé sur toute sa longueur et de le remplir en menus matériaux,* de manière que leur surface arase, à peine, le niveau de la chaussée environnante.

Puis, au moyen *de petits emplois d'axe et de côtés,* on rattachera ce frayé à toutes les dépressions et flaches qui le bordent à droite et à gauche. Ces petits emplois, convenablement disposés, par périodes successives, feront varier le roulage qui, retombant de temps en temps sur la trace du frayé, en amènera la prise.

Enfin, pour compléter ce mode de réparation, *on pilonnera* fortement la surface empierrée.

Mais cette opération est difficile et délicate; elle demande beaucoup de soins, d'habitude et d'intelligence; il est donc prudent de s'en garer le plus possible; les conducteurs, cantonniers et voituriers s'en trouveront tous également bien.

Si l'on avait *une ornière* à réparer au lieu d'un frayé *(ce qui serait déplorable à notre époque),* on procéderait comme il vient d'être dit; mais, dans ce cas, les réparations demanderaient

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

encore plus de soins, car, au passage de l'ornière, il y aurait plusieurs pierres superposées qui tendraient à se déplacer pour produire des bourrelets latéraux.

Ici, *le pilon, vigoureusement manié,* rendra de grands services en faisant rentrer ces bourrelets et en maintenant l'uni de la surface.

La pratique journalière des routes démontre que *l'existence des ornières entrave la libre circulation des voitures,* notamment en temps de gelée ; le roulage ne peut plus couper l'ornière pour se détourner des voitures venant à sa rencontre ; il en résulte entre charretiers des conflits regrettables qui, parfois, engendrent des actes de violence envers les personnes et toujours envers les attelages.

Il importe donc de ne pas donner lieu à de pareils actes de brutalité en évitant les ornières ; ce sera le moyen le plus simple de réduire le nombre des condamnations encourues, chaque année, par les voituriers, en vertu de la loi Grammont.

Très-souvent aussi *le mauvais emploi des matériaux et l'inexpérience du cantonnier occasionnent des frayés et des ornières,* notamment

en plaine ; en voici un exemple tiré de la circulaire ministérielle du 25 avril 1839 :

« Ainsi, un côté de la route lui paraît plus déprimé sur « 50 ou 60 mètres de longueur, il s'empresse de le recouvrir « d'une couche de matériaux : toutes les voitures viennent « alors passer sur l'autre côté sans changer de frayé; de là « des ornières, non-seulement vis-à-vis de l'emploi, mais « avant et après dans la même direction. Il n'y a pas d'autre « moyen de réparation que de relever la pierre mal employée, « de combler les ornières comme il vient d'être dit; quant « au côté bas, c'est par le remplissage successif des flaches, « en commençant par les plus profondes, qu'il doit être re- « levé. Le rechargement général sur toute la largeur de la « chaussée a le même inconvénient, car s'il n'existe pas « d'abord de motifs de préférence pour la direction des pre- « mières voitures, elles en créent bientôt un très-déterminant « en ouvrant une ornière moins tirante, dans laquelle toutes « les voitures cherchent à se placer.

« Ce n'est pas éviter cet inconvénient que de diviser le « rechargement général en bandes de 7 à 8 mètres, inter- « rompues par des parties non rechargées. L'ornière des « parties rechargées se prolonge vite sur celles qui ne le sont « pas, les voitures dirigées par l'ornière dont elles sortent et « par celle dans laquelle elles vont entrer, se maintiennent « dans le même frayé. Pour faire disparaître le mal, il n'y a « pas de meilleur moyen que d'en faire disparaître la cause : « il faut donc enlever au racloir tous ces rechargements, au « moins tout ce qui serait encore mobile. »

Ces prescriptions ministérielles sont un chef-d'œuvre de style et de pratique, on ne peut donc rien faire de mieux que de s'y conformer à la lettre.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

REMARQUE IMPORTANTE. — Si, à la suite de pluies diluviennes et prolongées, des chaussées, reposant sur un sous-sol argileux et facilement défonçable, venaient à être profondément bouleversées, le pilon ne suffirait plus pour rabattre les bourrelets. Dans ce cas, il faudrait aviser aux réparations les plus urgentes, en attendant que quelques journées de beau temps viennent raffermir le sous-sol et les chaussées; puis on enverrait le cylindre-compresseur rétablir l'uni de la surface et la compacité de l'empierrement.

A partir de ce moment, les procédés indiqués plus haut pour entretenir les routes à l'état de réparation et qui se trouvaient momentanément en défaut, redeviennent praticables. Ce qui précède donne le degré de confiance que l'on doit avoir dans les routes à l'état de réparation.

§ 3. — Du bombement des Chaussées.

Un bombement convenable des chaussées en assainit la surface et en facilite l'entretien, tandis qu'*un bombement exagéré,* maintenant les voitures sur l'axe ou très près de l'axe de la route, y *détermine une fatigue exceptionnelle,* un frayé d'abord, une ornière ensuite. — D'un

autre côté, un pareil bombement est très-dangereux pour la circulation en temps de verglas.

Sur la partie de la route nationale n° 60 de Nancy à Orléans, comprise entre Doulevant-le-Château et la limite du département de l'Aube, j'ai été témoin, en 1867, d'accidents occasionnés par l'excès de bombement que présentait le profil en travers de la chaussée : des voitures chargées, en déviant très-peu de l'axe, dans un endroit où l'on n'avait pas eu le temps de balayer la neige et d'éviter le verglas, ont glissé jusque dans les fossés où les attelages se sont abattus, sans se faire, heureusement, aucun mal.

Je dois ajouter qu'il m'a suffi de signaler le fait à MM. les Ingénieurs, pour me voir accorder les matériaux et crédits nécessaires à la prompte régularisation du profil transversal de la route.

Il convient donc, en dirigeant les réparations d'une chaussée, de l'amener ou de la réduire, selon le cas, à un *bombement normal de 0^{m} 04 par mètre*.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

RÉSUMÉ.

Le cantonnier doit :

1° **Balayer avec soin et souvent** une route à l'état de réparation, pour l'épurer et la maintenir sans ornières, ni frayés;

2° **Remplir les flaches** nombreuses que l'épuration y détermine et répartir convenablement les emplois, pour faire varier le roulage ;

3° **Filer légèrement les frayés ou ornières** en les rattachant, par périodes successives, à toutes les dépressions et flaches latérales et d'axe qui les environnent ;

4° **Pilonner vigoureusement** la surface empierrée pour en maintenir l'uni et faire rentrer les bourrelets ; dans les cas exceptionnels, **rétablir, au moyen du cylindre compresseur**, l'uni de la surface et la compacité de l'empierrement ;

5° **Enfin, éviter les rechargements généraux ou partiels** de la chaussée et, par suite, les ornières.

Avantages d'un bon système d'entretien.

Le premier avantage qui résulte de l'application des procédés d'entretien exposés dans cet opuscule : c'est de donner, en toute saison, en été comme en hiver, par la pluie comme par la sécheresse, des routes parfaitement unies, où les voitures n'éprouvent aucun choc et où la poussière et la boue n'augmentent jamais le tirage.

Enfin, résultat considérable et précieux, *les bonnes méthodes d'entretien, en augmentant ou conservant intact le capital des chaussées, mettront les finances publiques à l'abri des mécomptes qu'engendrent fatalement les pratiques vicieuses et non raisonnées en matière d'entretien.*

FIN.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Avertissement	5
Introduction	6
Exposé des procédés d'entretien	7
Chapitre I. — § 1er. Enlèvement des détritus. . .	8
§ 2. — Enlèvement de la neige	15
§ 3. — Manière de balayer	17
§ 4. — Rangement, emploi ou enlèvement des boues et poussières	19
Résumé	21
Chapitre II. — Emploi des matériaux	22
§ 1er. — Routes à l'état parfait d'entretien . . .	23
Résumé	39
§ 2. — Routes à l'état de réparation	40
§ 3. — Du bombement des chaussées	46
Résumé	48
Avantages d'un bon système d'entretien	49

Wassy. — Imp. et Lith. de J. Guillemin.

1880.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Deutsche
Bautechnische Taschenbibliothek.
45. Heft.

Die Unterhaltung
der
Kunst-Strassen

Eine praktische Anleitung

von

K. E. Ammon,

Königlicher Bauinspektor.

Leipzig,
Karl Scholtze.
1880.

I., Kärntnerstrasse 34.

Die

Unterhaltung

der

Kunst-Strassen.

Eine praktische Anleitung

von

K. E. Ammon,
Königlicher Bauinspektor.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

LEIPZIG, 1880.
Karl Scholtze.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort 3
Von der Unterhaltung der Steinbahn und des Sommerweges . 5
Bemerkungen betreffs des Neubaues 13
Die Unterhaltung der Bankette und Seitengräben 16
Zusätzliches über die Materialien 19
Die Baumpflanzungen 21
a. Bezüglich der Wahl der Bäume zu acceptirende Regeln . 21
b. Behandlung der Bäume vor dem Pflanzen 23
c. Behandlung der Pflanzgruben 24
d. Beschneiden der jungen Bäume 25
e. Das Pflanzen der Bäume 26
Von den Prell-, Nummer- und Grenzsteinen, sowie von den Schutzbarrièren 27
Die Unterhaltung der Brücken 29
Anhang 30

Vorwort.

Die Unterhaltung der grossen Menge von Kunststrassen kostet den grösseren und kleineren Korporationen jährlich enorme Summen. Die Aufmerksamkeit auf die Behandlung der Kunststrassen ist durch die wichtigeren Eisenbahnen auf diese wesentlich abgelenkt, denn es kann alten erfahrenen Technikern die Bemerkung nicht entgehen, dass zur Zeit sowohl beim Bau als bei der Unterhaltung der Kunststrassen fast allenthalben Rückschritte gemacht sind. Dies bringt im Allgemeinen der Wechsel der Disposition mit sich, wobei es heisst: für wenig Geld recht viel! — Da nun auch die Staatschausseen auf die Selbstverwaltung übergehen und auch von engeren Korporationen übernommen werden, so wird es den betreffenden Provinzial- und Kreisbehörden, wie ich glaube, angenehm sein, in dieser kleinen Schrift einen Leitfaden zu finden, an den sie bei Organisation ihres Aufsichtspersonals anknüpfen können. Es hat mir der Zweck vorgelegen, durch ein richtiges

I., KARNTNERSTRASSE 34.

Verfahren der gewünschten Oekonomie entgegen zu kommen, weil gerade durch falsche Behandlung, z. B. der Breitschüttungen, fast allenthalben noch grosse Summen verloren gehen. Hierüber sowohl als über die Behandlung der Baumpflanzungen, die so oft nachlässig gemacht werden, habe ich mich speziell ausgesprochen.

Schlochau, im August 1880.

Ammon,
Bauinspektor.

1. Von der Unterhaltung der Steinbahn und des Sommerweges.

Mit diesem wichtigen Kapitel beginne ich sogleich, da es hauptsächlich von dem hier Vorgetragenen abhängt, ob die Unterhaltung der Kunststrasse theuer oder billig wird. Es soll nichts Ueberflüssiges gethan und nichts Nöthiges unterlassen werden.

Vor Allem sollen die Steinbahnen gleichmässig abgenutzt werden. Dies geschieht aber nur, wenn sie richtig angelegt sind, insbesondere wenn eine Neuschüttung sachgemäss angefertigt ist, was beiläufig leider nur recht selten geschieht. Wenn nämlich die Schüttung der Steinbahn nicht richtig gemacht ist, so wird sie beim Befahren sehr bald eingedrückte Mulden, Narben und Löcher bekommen, infolge dessen aber frühzeitig viel Reparaturen bedürfen, trotzdem nicht lange halten und daher sehr kostspielig werden. Bei einer grossen Menge von Kunststrassen macht das jährlich eine Menge Geld aus. Darum werde ich bei diesem Gegenstande eine spezielle Anleitung geben und zugleich auf den Neubau zurückgreifen.

Wenn das Planum aus strengem oder auch nur aus mildem Lehmboden besteht, so findet beim Schneegang der Nachtheil statt, dass beim Aufthauen der obersten, etwa 30 Centim. starken Erdschicht diese wie Brei aufgeweicht ist, weil das Wasser nicht in die noch gefrorene untere Schicht eindringen kann. Die ganze Steinbahn schwimmt gewissermaassen in diesem nassen Brei, infolge dessen die Räder der belasteten Wagen dieselbe durchschneiden und völlig durchwühlen. Daher muss schon beim Bau dafür gesorgt werden, dass die Steinbahn im Lehmboden mit einer mindestens 25 Centim. starken Unterlage von reinem Grand und mit Seitenrigolen versehen werde, die das Wasser seitwärts in die Gräben ableiten. Man füllt diese Rigolen mit Steinschotter und Kies aus und leitet sie sowohl unter dem Sommer-

weg als auch unter die Bankette hindurch mit ausreichendem Gefälle in die Seitengräben.

Diese Vorsicht ist aber oft unterblieben oder nicht gründlich durchgeführt, es ist der Fall eingetreten, dass die Räder die Steinbahn durchschnitten haben. Dann hat die haltbare Herstellung ihre Schwierigkeiten. Man hilft sich damit, dass man diese Stellen so tief als nöthig ausgräbt, sie mit Steingerölle, kleinen Feldsteinen oder grobem Kies ausfüllt und dann die Steinschüttung wieder oben darüber bringt. Ausserdem aber müssen nachträglich doch noch die genannten Rigolen angebracht werden, die nach dem Bedürfniss etwa 2 bis 4 Meter von einander entfernt liegen können. Bei grösseren Schäden muss man die ganze Steinbahn aufnehmen und mit einer gehörig dicken Grandunterlage wieder herstellen, um den beim Neubau gemachten Fehler wieder gut zu machen. Je gröber der Grand ist, desto besser ist er. Mitunter finden sich im Frühjahr einzelne quellige Stellen, die durchbrüchig sind. Solche lasse man ausgraben und mit Kies ausfüllen, wobei der Schaden gehoben sein wird.

Damit nun die Steinbahn gleichmässig abgenutzt werde, muss sie bei nasser Witterung mit Verlegesteinen dergestalt auf beiden Seiten wechselweise angemessen verlegt werden, dass die Fuhrwerke gezwungen sind, schlangenförmig zu fahren, wobei sie aber nicht über Gebühr belästigt werden dürfen. Man wird die Steinreihen alle 25 bis 50 Meter weit wechselständig erst rechts, dann links, je nach dem Bedürfniss, auseinander entfernt auslegen, zwar so, dass ihre Spitzen 30 Centim. weit gegen die Mitte der Steinbahn zurück bleiben, wo alsdann in der Mitte entlang ein 60 Centim. breiter Streifen frei bleibt. Diese Steinreihen aber müssen öfter weiter geschoben und auch von rechts nach links gewechselt werden, damit die Fuhrwerke die Steinbahn überall treffen. Zur Nachtzeit müssen diese Steine stets fort genommen werden.

Wird dieses Verlegen vernachlässigt, so fahren die Fuhrwerke immer auf einer Stelle dergestalt hinter einander her, dass sich da, wo die Deichsel läuft, also wo die Steinbahn vom Fuhrwerk unberührt bleibt, ein Rücken bildet. Ist nun dieser Rücken einmal entstanden, dann ist er auch durch das Verlegen nur sehr schwer wieder fort zu bringen. Selbst das Abwalzen hilft nicht mehr. Am besten ist es noch, die Stein-

bahn nur auf einer Seite und den Sommerweg ganz zu verlegen, so dass die Fuhrwerke gezwungen werden, mit einem Rade den Rücken entlang zu fahren, um diesen abzunutzen. Schliesslich, wenn der Schaden zu sehr eingerissen ist, ist es schon am besten, zur Herstellung des Profils zu beiden Seiten des Rückens Streifen von Steinschotter ganz neu aufzuschütten, fest zu walzen und zu bekiesen. — Aus diesen Umständen wird man sich überzeugen, wie wichtig es ist, durch fleissiges Verlegen der Steinbahn die Rückenbildung zu vermeiden und die grossen Kosten, die solch Uebel mit sich bringt, zu verhindern. Den Chausseeaufseher trifft hier viel Verantwortlichkeit, denn solche Rückenbildungen in der Steinbahn bezeugen Nachlässigkeit, was hier beiläufig bemerkt wird. —

Wo es nöthig ist, zur Reparatur und Ergänzung der Steinbahn Steinschotter aufzubringen, müssen solche Stellen vorher stets mit Spitzhacken ganz wund gehauen werden. Der Schotter wird dann etwas höher als die Steinbahn daneben aufgebracht und mit einer eisernen Handramme unter Anfeuchtung möglichst fest gerammt, endlich mit Kies oder Steinmehl überschüttet, mit der Giesskanne angenässt und nochmals übergerammt. Durch das Befahren werden so ausreparirte Stellen sehr bald wieder glatt, fest und eben. Ebenso wird verfahren bei Ausschüttung von Geleisbildungen und grösseren Reparaturen, die bei gehöriger Aufmerksamkeit sich übrigens fast immer vermeiden lassen. Diese Reparaturen werden am besten im Herbst vorgenommen.

Nöthig ist es auch, alle grösseren und kleineren herum liegenden Steine von der Oberfläche der Steinbahn und des Sommerweges stets absammeln und auf das Material-Bankett bringen zu lassen, da sie das Fuhrwerk inkommodiren, namentlich aber die Hufe der Pferde ruiniren. Fahren Wagen an solche herum liegende Steine, so treiben und stossen sie andere Steine mit heraus und sind darum der Steinbahn selbst schädlich. —

Von der grössten Wichtigkeit bei der Unterhaltung der Kunststrasse ist nun die Anfertigung einer neuen Schüttung, wenn die vorhandene bis zu einem gewissen Grade abgenutzt ist. Hierbei geschehen gemeinhin und immer von Neuem die gröbsten Fehler, die den Geldkassen der betreffenden Kreise eminente pekuniäre Nachtheile verursachen. Denn es ist doch

I., KARNTNERSTRASSE 34.

ein sehr grosser Unterschied, ob eine neue Schüttung, die etwa 40,000 Mark gekostet hat, 5 Jahre oder 10 Jahre vorhält. So gross aber kann der Unterschied werden.

Wir haben in Preussen wesentlich zweierlei Steinbahnen: Entweder es ist die Steinschüttung auf eine Packlage geschlagener, dicht aneinander gesetzter Steine gemacht oder auf eine Unterlage von grobem Kies, welche letztere Methode nach ihrem Erfinder Macadam eine Macadamisirung heisst. Die ältesten Kunststrassen in Ost- und Westpreussen haben diese Bauart. Die Steinpackung ist in der Regel 10 bis 12 Centim. stark, die Kiesbettung aber 15 Centim. wenigstens, je nachdem der Untergrund Lehm oder Sand ist.

Vor Allem ist mit grösster Strenge darauf zu halten, dass die rohen Steine angemessen klein, in 3 bis 4 Centim. starke Stücke zerschlagen werden. Ist nämlich der Steinschotter zu grob, so walzt er sich schwer fest und giebt keine recht glatte Oberfläche; sie wird rauh und höckerig, weshalb sie von den Fuhrwerken stark angegriffen wird. Auch wird solche Steinbahn von den Schafen, Schweinen und anderem Vieh leicht lose getreten und aufgelockert. Die lose herum liegenden Steine verursachen durch den Anprall der Fuhrwerke immer mehr Auflockerung: es entstehen Narben und Mulden und in kurzer Zeit ist die kostbare neue Schüttung ruinirt.

Laien und Neulinge glauben, grober Steinschlag hält besser als feiner. Das ist aber ein grosser Irrthum, wie vorhin erklärt ist. Die Aufseher müssen die Haufen des Steinschotters auch im Innern untersuchen, um zu sehen, ob letzterer durchweg gleichmässig geschlagen ist. Auch kann ich nicht unterlassen, hier zu bemerken, dass die Steinschläger oft bei ihrer Arbeit Unterschleife treiben: sie pflegen die sehr harten Steine fort zu tragen und zu vergraben, grosse Steine, Erde etc. unter den Steinschotter zu bringen und dergleichen mehr. Es ist auch aus diesem Grunde am besten, den wirklich geschlagenen Schotter in Rechnung zu stellen, nicht die rohen Steine. Die Ausbeute aus den rohen Steinen wird in der Regel $^1/_5$ bis $^1/_4$ mehr an Schotter ergeben.

Die gelieferten rohen, wie auch die geschlagenen Steine müssen bei der Abnahme stets sogleich mit Weisskalk bespritzt werden. Man wird stets am besten thun die Verstärkung so auszuführen, dass man in einem Jahr das rohe Material liefern

lässt, im andern aber die Arbeiten ausführt. Denn man bekommt die Steine für's halbe Geld, wenn man den Lieferanten Zeit lässt.

Die beste Zeit zur Anfertigung der Breitschüttungen ist der Spätsommer und Herbst, weil man zu dieser Arbeit viel Feuchtigkeit braucht. Aber in unserem nordischen Klima pflegt der meiste Regen von Anfang August bis Ende September einzutreffen, während im Oktober meistens heitere Witterung herrscht und Mitte November anhaltender Frost eintritt. Bis dahin spätestens aber muss man mit den Neuschüttungen fertig sein. Wenn nun ausnahmsweise während der Arbeit anhaltende Dürre herrscht, dann muss der Steinschotter bei dem Abwalzen mit Wasser besprengt werden. Hierzu bedient man sich eines grossen Fasses, ähnlich den Jauchefässern auf den Gütern, mit einem Blechrohr nach hinten, das wiederum ein Querrohr trägt, etwas breiter als die Chausseewalze, mit angemessener Durchlöcherung. Ein Wasserhahn dient zum Schliessen und Oeffnen des Rohres. Das Bespritzen geschieht stets einige Schritte vor der Walze entlang, ist aber sehr kostspielig und erreicht nie die Wirkung eines mässigen Regens.

Man hat oft die Meinung ausgesprochen, dass das Walzen bei trockener Witterung auf dem verbreiteten Steinschotter nichts hilft. Das ist aber irrig: es hilft wohl, jedoch weit weniger als bei nasser Witterung. Wenn man nämlich die Abwalzung so leitet, dass man die Schüttung bei trockener Witterung erst vorwalzt, so gewinnt sie doch so viel Konsistenz, dass man bei Regentagen, die mittlerweile fast stets einzutreten pflegen, die Schüttung sehr schnell ganz fest bekommt. Der Verfasser dieses ist seit 30 Jahren mit dem Neubau und der Unterhaltung von Kunststrassen beschäftigt gewesen, hat zu genannten Zwecken niemals Wasser fahren lassen, gleichwohl aber alle Versteinerungsarbeiten durch richtige Behandlung der Abwalzung erfolgreich fertig gestellt, nur unter Benutzung der Regentage. —

Die neuen Verstärkungen der Steinbahnen dürfen nicht zu spät vorgenommen werden; denn ist die Steinbahn bis auf die Packlage abgenutzt, so lässt sich die Oberfläche nicht mehr wund hauen, wenigstens nicht genügend. Die Oberfläche bleibt glatt und fest und der Steinschotter schiebt sich beim Walzen darauf hin und her, ohne fest zu werden. Eine neue Schüttung

I., KARNTNERSTRASSE 34.

wird gemacht, wenn die alte Schüttung bis auf 3 oder 4 Centim. Stärke abgenutzt ist, wenn auch die Packsteine ab und zu schon vortreten. Die Oberfläche lässt sich aber hierbei leicht genügend wund hauen. Bei einer Macadamisirung ist dieses natürlich immer der Fall; aber die Verstärkung muss hier eintreten, wenn die alte Schüttung bis auf 5 oder 6 Centim. abgenutzt ist. Die neuen Decklagen oder Verstärkungen werden so stark gemacht, dass sie im konsolidirten Zustande mindestens 10 Centim. messen.

Das Wundhauen der Steinbahn vor Aufbringung des Schotters ist von grosser Wichtigkeit. Es wird auf verschiedene Weise ausgeführt: am häufigsten werden mittelst der Spitzhacke nur über's Kreuz tiefe Rillen eingehauen, etwa 20 Centim. auseinander entfernt; am besten aber ist es, die ganze Steinbahn wund zu hauen unter Vermeidung der Verletzung der Packlage. Die heraus gehauenen Schüttsteine werden mit Strauchbesen zu dem übrigen Steinschotter auf das Materialienbankett gekehrt.

Aller Steinschotter muss vor dem Aufbringen mittelst der hierzu angefertigten Steinsiebe durchgesiebt werden. Es geschieht dies in der Art, dass das Sieb in die Karre, die Siebstütze aber ausserhalb vor das Rad oder daneben gestellt wird. Beim Sieben rollen die Steine dann von selbst in die Karre, während der Steingrus und Abfälle vor der Karre durchfallen. Diese Arbeit ist deshalb nöthig, weil erfahrungsmässig der reine Steinschotter sich fester walzt, als wenn der Schmutz etc. darin bleibt, der indessen später als Decklage mit dem sogenannten Steinmehl oder Steingrus aufgebracht wird, um an Deckkies zu sparen.

Damit der Steinschotter in gleicher Breite der vorhandenen Bahn aufgebracht werde, muss man 6 Meter lange, etwa 7 bis 10 Centim. im Geviert starke Kanthölzer haben, welche im Sprachgebrauch Lehnlatten deshalb genannt werden, weil sich der aufgebrachte Steinschotter an sie anlehnt. Auch muss man vorher schon pro Station von 100 Meter wenigstens 5 Kubikm. Sommerwegkies anliefern lassen. Diese genannten Streckhölzer (Lehnlatten) legt man zu beiden Seiten an den Kanten der Steinbahn und in deren Richtung linear entlang hin, etwa 4 Stück auf jeder Seite. Dann wird zur Verhinderung des Verschiebens dieser Hölzer von aussen eine genügende Kieslage

(Kiesstreifen) heran geschüttet. Hierauf werden die ausgesiebten Steine zwischen diese Lehnlatten auf die wund gehauene Steinbahn aufgekarrt und nach der vorhandenen Schablone profilirt. So wie nun die Arbeit fortschreitet, werden die Lehnlatten weiter gerückt, aber an ihrer Stelle jedesmal der Kies an den Steinschotter heran gezogen. Die Schüttung wird hierbei auf beiden Seiten linear begrenzt und erhält ein korrektes Aussehen.

Wird die Passage während der Arbeit nicht unterbrochen, wie dies meistens stattzufinden pflegt, so ist es am besten, beim Fortschritt der Steinschüttung sogleich auch den Sommerweg mit zu bekiesen, damit das Fuhrwerk darauf fahren kann. Hierbei kommt man insbesondere zur Einsicht, wie nothwendig ein geräumiger Sommerweg ist.

Die Haltbarkeit des Sommerweges hängt nur allein ab von der guten Beschaffenheit des dazu verwendeten Materials. Der Kies zum Sommerweg darf nicht zu fein und nicht zu grob, jedenfalls aber nicht sandig oder stark staubig sein. Je gleichmässiger die Kieskörner sind, desto besser ist es. Die zu groben Kiesstücke auf den Sommerwegen sind dem Fuhrwerke äusserst nachtheilig, sie ruiniren die Hufe der Pferde. Man kann wohl sagen, dass die Kiesstücke zwischen der Grösse einer Erbse und der eines Hühnereies sein dürfen. In Gebirgsgegenden findet man den vortrefflichsten Kies und anderes Steingerölle schon im Lager fertig vor. In flachen Gegenden, besonders im Diluvium, ist dies nur selten der Fall. Durch Räuffeln oder besser durch Aussieben muss er erst gewonnen werden. Ist er mit Lehmtheilen durchsetzt (sogenannter Lehmkies), so ist er auf Sandboden vortrefflich. Auf Sandboden aber erhält der Sommerweg auch schon beim Bau eine Bettung von Lehm, worauf der Kies geschüttet wird. Der beim Sieben durchgefallene Grand wird nach Festwalzung der Steinbahn zu deren Abglättung verwendet, obschon auch hierzu besonderes Material geliefert werden kann, das man unter dem Namen grober reiner Grand zu verstehen gewohnt ist. —

Während die Neuschüttung auf etwa 3 bis 4 Stationen fertig ist, beginnt man mit dem Abwalzen und fährt dann so fort, wie die Schüttung vorschreitet. Das Walzen ist so zu leiten, dass die festgesetzte Wölbung dabei erreicht wird. Man wird stets auf den beiden Seiten zuerst walzen und so nach der

I., KARNTNERSTRASSE 34.

Mitte fortschreiten und dieses immer wiederholen, gleichwie stets die Wölbungsform im Auge haben und mit der Walze nachhelfen, wo dies noch nöthig ist. Zum Leiten der Walze muss ein mit der Sache schon bekannter, verständiger Mensch bestellt werden.

Die erste Bedingung zur Erreichung einer guten, nachhaltig dauerhaften, glatten Steinbahn ist es nun, dass der rohe Steinschotter ganz fest gewalzt wird, bevor das Deckmaterial darauf verbreitet wird. Es soll ein mässig beladener Wagen keine sichtbare Spur mehr auf der Steinschüttung hinter sich lassen, wenn sie als fest genug angesehen werden kann. Die üblen Folgen, die bei Nichtachtung dieser Vorschrift hervortreten, habe ich schon im Eingange dieses Abschnittes zum Theil erwähnt, füge aber hier noch hinzu, dass das Verwalzen der Steine mit dem Deckkies zugleich eine so verfehlte Verstärkung liefert, dass sie nach wenigen Jahren wieder vollständig ruinirt ist, denn der Kies legt sich nesterweise zwischen die Steine, wodurch sogleich beim Befahren Mulden und Löcher entstehen. Ist nun noch Lehm dazwischen gebracht oder Schmutz von den Banketten abgestochen und dazwischen geworfen, was von leichtsinnigen Aufsehern nicht selten geschieht, so ist solche Decklage in ein paar Jahren schon vernichtet.

Ist nun der Steinschotter festgewalzt, dann wird zuerst das bei dessen Aussieben durchgefallene Material, das man mit den Worten Steingrus oder Steinmehl bezeichnet, aufgebracht, regelmässig vertheilt und mit Strauchbesen eingekehrt, worauf dann wieder ein- bis zweimal übergewalzt wird. Nach diesem muss eigentlich die Steinbahn schon die gehörige Festigkeit und glatte Oberfläche haben. Doch endlich wird noch der sogenannte Deckkies egal über gebracht und ebenfalls mit Strauchbesen eingekehrt. Bei feuchter Witterung wird nun dieser Deckkies glatt gewalzt.

Ist die Witterung bei den vorgenannten Arbeiten nicht recht günstig gewesen, so trifft es sich, dass stellenweise beim Befahren das Deckmaterial nach unten durchfällt und die rohen Steine blos liegen. Man muss sich für solche Fälle immer etwas Deckmaterial reserviren, um dieses über jene Stellen streuen zu können.

Bei Anwendung der hier mitgetheilten Methoden wird man

eine Steinbahn erzielen, die sich sehr angenehm fährt und vorzüglich hält. Der Steinschotter ist durch das wirksame Festwalzen vor der Deckung so aneinander gerückt, dass die Oberfläche, wenn sie durch Winde oder Regen blos gelegt wird, wie Mosaik aussieht.

Der neu bekieste Sommerweg muss auch mit der leichten Walze so übergewalzt werden, dass er mit der Steinbahn ein kontinuirliches Profil erhält und mindestens 12 Centim. stark ist.

Hier will ich die wichtige Bemerkung anschliessen, dass leider noch oft genug die irrige Ansicht vertreten wird, als ob der Deckkies den Zweck habe, den Steinschotter aneinander zu binden, man ihn daher frühzeitig aufzubringen und mit dem Schotter abzuwalzen habe. Gerade das Gegentheil davon ist wahr, denn der zu früh aufgebrachte Deckkies treibt den Schotter auseinander.

Nachdem nun die Steinbahn und der Sommerweg fertig sind, wird man gewahr, dass die Bankette zu beiden Seiten sehr unordentlich aussehen und dass sie auch ganz neu profilirt werden müssen, sowie auch, dass die Baumsteine, Nummersteine, Prellsteine, Barrièresteine etc. in Ordnung gebracht werden müssen, so dass nun die ganze Chausseekrone sauber und ordentlich aussieht.

Die fertige Neuschüttung bedarf nun der sorgfältigsten Bewartung. Vor Allem muss sie mit Verlegesteinen täglich so behandelt werden, wie ich dies Eingangs dieses Abschnittes beschrieben habe, denn völlig fest wird sie doch erst allmälig durch das Befahren. Die schmalen Wagenränder würden schädlich wirken, wenn nicht durch das Verlegen der Wechsel der Spuren herbei geführt würde. Die Aufseher müssen hierauf stets die grösste Aufmerksamkeit verwenden. —

Bemerkungen betreffs des Neubaues.

a) Beim Neubau der Kunststrassen wird leider sehr oft zum grossen Schaden der Steinbahn mit der Packlage zu oberflächlich vorgegangen. Man denkt sich, dass ein blosses Verschmeissen, Zusammenschieben, Verharken etc. der Packsteine schon ausreiche und scheut sich nicht, sogar runde Steine hierbei zu verwenden. Das ist aber sehr falsch, vielmehr ist eine gute Grundlage auch hier Hauptsache. Zu dem Zweck müssen alle Packsteine aus den grösseren Lesesteinen geschlagen sein

I., KARNTNERSTRASSE 34.

und lauter scharfe Kanten haben. Die runden Steine kriechen beim Walzen wegen ihrer glatten, runden Form nach oben durch die Schüttung hindurch, was leicht begreiflich ist. Die Packsteine müssen auch jedenfalls mit der Hand ganz dicht aneinander gesetzt werden, so dass die Spitzen nach oben und die breiten Seiten nach unten gewendet sind. Das giebt dann mit dem aufgeschütteten Schotter eine feste Verbindung und ist ohne diese Nachachtung eine solide Chaussirung nicht zu erreichen. —

b) Viele glauben, Kies könne nicht fest gewalzt werden. Das ist nicht ganz richtig; er lässt sich auf folgende Weise sehr konsolidiren: Man habe z. B. auf eine Station von 100 Meter Sommerweg (oder Macadamisirung) 30 Kubikm. guten Kies liefern lassen. Ist dieser nun wie gewöhnlich nicht schon mit Lehmtheilen vermischt, so lasse man von dem reinen Kies etwa 6 Kubikm. zurück, den übrigen vermenge man auf folgende Weise mit Lehm: zu den 24 Kubikm. Kies lasse man etwa 4 Kubikm. Lehm liefern und stampfe diesen Lehm bei trockener Witterung zu Pulver. Nun vermische man ebenfalls bei trockener Zeit dieses Lehmpulver recht gleichmässig mit den 24 Kubikm. Kies. Hiernach bringe man diesen Lehmkies auf und walze ihn bei trockener Witterung tüchtig ab, denn bei nasser Witterung würde das Material an die Walze kleben. Nun endlich streue man die 6 Kubikm. zurück gehaltenen reinen Kies gleichmässig darüber, warte feuchte Witterung ab, überwalze die ganze Lage noch ein paar mal und man wird einen so festen Kiesweg erhalten, dass man gleich mit Vergnügen darauf im Trabe fahren kann.

c) man möge sich hüten, den Sommerweg neben den Steinbahnen zu schmal zu machen. Nicht allein, dass die Fuhrwerke dann nicht darauf Platz haben, sie fahren auch die Baumprellsteine um, drängen nach den Bäumen und beschädigen diese. Gute Sommerwege werden aber mehr befahren als die Steinbahn, zumal von leichtem Fuhrwerk. Man mache sie nicht unter 2,3 Meter breit.

d) die Steinbahn mache man nicht unter 3,7 Meter breit. Für den kleinen Verkehr würden folgende Dimensionen als Minimum angemessen sein: 3,7 Meter Steinbahn, 2,5 Meter Sommerweg, 1,3 Meter Materialienbankett und 0,5 Meter Sommerwegbankett, giebt zusammen 8 Meter Kronenbreite. Schmälere Kunststrassen müssten nicht gebaut werden.

Die Unterhaltung des Sommerweges erfordert auch viele Aufmerksamkeit. Es muss stets so viel Material an gesiebtem Kies vorhanden sein, als zu den Ausbesserungen nöthig ist. Häufig geschieht es, dass das Material sogleich auf dem Sommerweg abgeladen wird, um es zu verbreiten. Das ist aber nicht in der Ordnung, weil die Aufseher alsdann sogleich bemüht sind, sämmtliches Material bis zum Ueberfluss verbreiten zu lassen, anstatt dass mit Oekonomie verfahren und nur so viel aufgebracht werden soll als gerade nothwendig ist. Auch bleiben solche Kieshaufen oft genug auf dem Sommerwege liegen, sogar bei dunkeln Nächten, wodurch alsdann das Fuhrwerk in gefahrdrohender Weise belästigt wird. Auf jeden Fall also ist der Reparaturkies nur auf dem Materialienbankett abzuladen, wo er Niemandem im Wege liegt und von wo aus er nur dem augenblicklichen Bedürfniss nach verwendet werden soll.

Die Geleise, die sich bilden, namentlich bei nasser Witterung und bei frischer Schüttung, müssen stets eingeebnet werden. Hat sich aber durch die Frequenz schon Schlamm gebildet, so muss er mit der Schlammkratze vom Sommerweg sowohl wie von der Steinbahn abgekratzt und abgefahren werden. Wo das Eingleisen nicht zweckmässig ist, füllt man die Geleise mit frischem Material aus. Kommen darunter zu grobe Kiesstücke vor, so harkt man sie nach der Steinbahnkante, vergräbt sie hier einige Centimeter tief und überschüttet sie dann mit Kies. Dies ist zwar mühsam, aber sehr nützlich, was sich aus der Erfahrung von selbst ergiebt.

Ist der Sommerweg schon stark abgenutzt, so pflegen sich bei dürrer Jahreszeit darin einzelne Staublöcher zu bilden, wo die Räder durch die harte Kieskruste durchschlagen — man nennt sie daher auch Schlaglöcher. — Diese nehmen rasch an Umfang zu und man muss sie deshalb nicht aufkommen lassen. Sobald sie sich bilden, schaufelt man den Staub heraus und füllt groben Kies und allenfalls Steinschotter hinein, den man wieder mit Kies überschüttet. Im Uebrigen aber sollte man zur Ausbesserung des Sommerweges niemals Steinschotter verwenden.

Bemerkung. Man wendet neuerdings Maschinen zur Anfertigung des Steinschlages an, die sich allmälig immer mehr einbürgern werden. Auch wendet man zum Abwalzen der Schüttungen Dampfwalzen an. Dies besonders bei grossen Städten, wo die Frequenz sehr gross ist und es darauf ankommt, die Neuschüttungen möglichst rasch zu vollenden.

I., KARNTNERSTRASSE 34.

2. Die Unterhaltung der Bankette und Seitengräben.

In diesem Abschnitt will ich zuvörderst einige Worte über das Querprofil der Kunststrasse einschalten.

Es ist nämlich vor Allem Hauptsache, dass die Strassenkrone wasserfrei gehalten wird. Darum erhält sie eine gewölbte Gestalt. Ist die Strasse abhängig, so hat das Wasser die Neigung, sich nach dem Abhange herunter zu ergiessen. Bei der Querwölbung hat es aber auch die Neigung seitwärts herab zu fliessen. Infolge dieser beiden Richtungen schlägt es die mittlere Richtung ein, wodurch es sich allemal länger auf der Strasse aufhält als in ebener Lage. Hierdurch erklärt es sich, warum bei starken Regengüssen das Wasser auf abhängiger Strassenkrone mehr Abwaschungen und Auswaschungen verursacht als in der Ebene. Hierbei leiden der Sommerweg und die Bankette am meisten. Es wird das Wasser also auch im Abhange schneller seitwärts nach den Gräben ablaufen, wenn man dem Querprofil mehr Wölbung giebt als in der Ebene. Dies wird meistens nicht berücksichtigt, man hat sogar die irrige Ansicht, dass im Abhange das Seitengefälle geringer sein könne als in der Ebene.

Von der Mitte der Steinbahn aus gerechnet gebe man dieser pro 1 Meter 4 Centim. Quergefälle in der Ebene, dem Sommerweg 5 Centim. und den Banketten 6 Centim. Im Abhange dagegen gebe man der Steinbahn pro 1 Meter 6 Centim., dem Sommerweg 7 Centim. und den Banketten 10 bis 12 Centim. Seitenabhang resp. Quergefälle. Durch die Abnutzung der Steinbahn vermindert sich ihr Quergefälle, dagegen kann es beim Sommerweg und den Banketten erhalten bleiben.

Wenn nun auch das Wasser von der Steinbahn und dem Sommerweg seitwärts frei abfliessen kann, so kann es nicht über die Bankette hinaus, sobald diese durch Pflanzenwuchs und Schmutzanspülungen den Abfluss hemmen. Es bleibt dann in der Ebene hier stehen, weicht das Terrain unter der Steinbahn auf, wodurch sich Löcher darin einfahren oder durch die Lasten eindrücken, noch mehr aber wird der Sommerweg ruinirt, wo sich ganze Wasserlachen bilden und Alles durcheinander gefahren wird wie auf einem schmutzigen Feldweg.

Von welcher Wichtigkeit die ordnungsmässige Behandlung der Bankette ist, geht hieraus hervor.

Wie man es auch anfange, auf den Banketten entwickelt sich stets Pflanzenwuchs, besonders Graswuchs. Von den Landfuhrwerken fallen Strohhalme, Heuhalme, Dünger u. s. w. auf die Strassen, viel Dünger von den Thieren kommt hinzu und Alles dies wird durch Wind und Wasser nach den Banketten getrieben, wo es in dem Graswuchs hängen bleibt, als Dünger wirkt und den Graswuchs umsomehr befördert. Besonders aber wird an den Kanten der Steinbahn und des Sommerweges sehr bald sich eine starke Erhöhung bilden, wo noch der von der Strasse abgespülte Schlamm hängen bleibt. Diese rückenartige Erhöhung nennt man gemeinhin die Schlammkante. Hier also kann das Wasser nicht gehörig abfliessen, es bleibt in der Ebene stehen und im Abhang läuft es an diesen Schlammkanten herunter, oft in starken Ergüssen, wodurch nun eben, wie schon erwähnt, die Kunststrasse ruinirt wird. Die Herstellung der Schäden ist aber sehr kostspielig und es wird nun klar sein, wenn als Regel verlangt wird: Es müssen zu beiden Seiten des Kunstweges die Bankette an der Steinbahn und dem Sommerweg stets so gehalten werden, dass das Regen- und Schneewasser möglichst schnell seitwärts abfliessen kann.

Zu diesem Zweck muss das Quergefälle der Bankette, wie oben genannt, fortwährend erhalten bleiben.

Je fruchtbarer die Planumerde ist, desto mehr und im Gegentheil, desto weniger erzeugt sich der Pflanzenwuchs. Auch kommt es auf die feuchte oder trockene Lage des Planum an. Dieser Aufwuchs an sich ist unschädlich, so lange noch das Wasser hindurch fliessen kann; aber leider bildet sich die genannte Schlammkante sehr schnell und das Uebel ist da. In gewöhnlichen Fällen genügt es nun, mit der Schaufel oder nöthigenfalls mit der Palthacke diesen Schlammrücken abzulösen und zu beseitigen. Wenn aber dann auch nicht das Wasser abfliessen kann, so müssen schon die ganzen Bankette neu regulirt und abgepaltet werden. Damit diese Arbeit gut ausgeführt werde und ein ordentliches Ansehen bekomme, muss sie nach der Schablone gemacht werden, die nach dem Quergefälle eingerichtet ist. Geschickte Arbeiter indessen bedürfen dieses Hilfsmittels nicht. Bei dem neuen Reguliren der

I., KARNTNERSTRASSE 34.

Bankette müssen diese zugleich mit der Harke geebnet werden.

Gewöhnlich wird diese abgestossene Banketterde in Haufen auf die Bankette selbst aufgesetzt, um dann abgefahren zu werden. Ich bemerke hierbei aus eigener Erfahrung, dass diese Banketterde auf Wiesen verbreitet, namentlich auf nassen Wiesen, einen ausserordentlich guten Erfolg an Heuertrag hat, dass sie den Wuchs der Halmfrüchte sehr fördert, insbesondere auf schwerem Boden, dass aber die Kartoffeln davon schorfig werden. Diese Erde wirkt hitzig, erwärmend und ist hiernach zu verwenden. Es ist mir in der Praxis vorgekommen, dass die Landleute diese Erde mit Vergnügen unentgeltlich zum Zweck der Düngung abfuhren, wo sie die Wirkung kannten, ja sogar ist noch Geld dafür bezahlt worden. Wo die Kunststrasse durch Wälder geht, oder wo keine Feldfrüchte stehen, werden die Adjacenten sich sehr gern gefallen lassen, dass dieser Abraum sogleich über die Seitengräben geworfen werde und wo hohe Aufträge sind, ist auch kein Bedenken, dass er unmittelbar auf diese geworfen werde. Dieses habe ich deshalb erwähnt, um auf eine Kostenersparniss aufmerksam zu machen, denn die Abfuhr des Abraumes der Bankette auf Kosten der Chausseeverwaltung kann grösstentheils erspart werden.

Eine noch andere Verwendung des Abraumes ist üblich, nämlich zur Steinbahn; allein mit Einschränkungen. Wo der Verkehr nicht gross ist, fährt sich die Steinbahn nicht stark ab, es bildet sich kein Schlamm und der Regen wäscht sie so aus, dass sie blos liegt und scharf ist. Man vertheilt den Abraum, wenn er trocken ist und bei trockener Witterung gleichmässig über die Steinbahn und schlägt die Palten mit der Schaufel entzwei. Nun wartet man ein paar Tage, während dessen die Fuhrwerke den Abraum noch mehr zerfahren. Dann harkt man das Pflanzen- und Wurzelwerk heraus. Dadurch erhält die Steinbahn eine weiche Decke und fährt sich einige Zeit angenehmer. Wo aber das Planum fetten Lehmboden hat, geht dies nicht, weil der Lehm zu viel Schmutz liefert und sich die Palten auch nur sehr schwer zertheilen lassen. Das aber merke man sich wohl: auf den Sommerweg darf der Abraum niemals vertheilt werden, da jener schon an sich weich genug ist und dadurch nur schmutzig werden würde.

Es kommt vor, dass man der Kostenersparniss halber, mehr aber aus Bequemlichkeit und Trägheit, zur Ableitung des Wassers nur ab und zu kleine Gräbchen durch die hoch aufgewachsenen Bankette macht. Das ist aber eine Halbheit, die niemals gestattet werden sollte, da der gute Zweck dadurch nicht erreicht wird.

Der Aufsichtsbeamte wird nach dem hier Vorgetragenen beurtheilen können, was den Umständen entsprechend geschehen muss, um die Strassenkrone wasserfrei zu halten. Unter gewöhnlichen Verhältnissen kann ein guter Arbeiter das Jahr über 5 Kilometer Kunststrasse in Ordnung halten, d. h. bezüglich der gewöhnlichen Unterhaltung auf der Oberfläche, nämlich der Bankette, Gräben, Böschungen und kleinen Ausbesserungen.

Die Unterhaltung der Gräben und Böschungen ist so einfach, dass es kaum der Worte bedarf. Die Maulwürfe und Mäuse treiben im Herbst und Winter in den Böschungen und auf den Banketten ihr Wesen und man wird im Frühjahr die Maulwurfshaufen und Gänge verstreuen und ebenen lassen, gleichwie es nöthig ist, die darin herum liegenden Steine aufsammeln und auf die Materialienhaufen bringen zu lassen. Ferner sammelt sich in den Gräben und auf Böschungen und Banketten viel Laub und Unrath während des Wintersemesters, weshalb es nöthig ist, durch Abharken im Frühling ein gutes Ansehen und Ordnung auf der Kunststrasse zu schaffen.

Die Seitengräben verlieren allmälig an Tiefe. Das nimmt so zu, dass nach etwa 30 bis 40 Jahren stellenweise die Gräben verschwinden und neu ausgehoben werden müssen, was übrigens alsdann nach der Schnur ordnungsmässig geschehen muss.

3. Zusätzliches über die Materialien.

Wie der Kies beschaffen sein soll, ist schon in den vorigen Kapiteln gesagt. Die rohen Steine zur Steinbahn, welche zu Schotter geschlagen werden sollen, sind in den nordischen flachen Gegenden fast ausschliesslich Lesesteine. In der Nähe von Gebirgen finden sich auch Kalksteinablagerungen und Geschiebe. Einzelne Adern von festem Kalkstein finden sich auch im nördlichen Westfalen, wo man dieses Material zu Kunststrassen verwendet. Der Kalkstein aber ist hierzu ein schlechtes

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Material, weil er zu weich und sein Staub zu schmierig ist. Das beste Gestein ist Basalt, Porphyr, Grünstein, Granit, Syenit, Kiesel, Kieselschiefer u. dergl., auch ist harter Sandstein brauchbar und Grauwacke, welche Steine als Lesesteine in Nordeuropa vorkommen. Zwar Basalt, Grauwacken und Kieselschiefer sind als Lesesteine selten. Der beste Chausseestein aber ist der Basalt.

Je weniger runde Flächen die angelieferten Steine haben, desto besser sind sie. Sie müssen leicht zu heben sein, damit sie von den Steinschlägern leicht regiert werden können. Bei zu gross gelieferten Steinen muss man immer noch das Vorschroten an die Steinschläger besonders bezahlen, während dies schon von den Lieferanten geschehen sein muss. Vorschroten nennt man das Zertheilen der zu gross gelieferten Steine, was in der Regel durch Possekel geschehen muss und mühsam ist. Im Gegentheil aber sind auch die zu kleinen runden Feldsteine nicht zweckmässig, denn sie behalten zerkleinert zu viel runde Flächen und lassen sich schwer fest walzen. Gleichwohl aber sind durch die vielen Kunststrassen in den östlichen Provinzen Preussens grösstentheils die Lesesteine schon so rar und theuer, dass man schon Alles nimmt, was man bekommen kann. Wo sie aber noch häufig sind, sollte man so kleine Steine doch nicht annehmen.

Alles Material an Kies und Steinen muss ausschliesslich auf dem Materialienbankett im Metermaass aufgesetzt werden; doch so, dass davon kein Theil der Steinbahn bedeckt werde, damit diese überall befahren werden kann. Die Materialienhaufen werden durch das Treiben des Viehs und andere Ursachen oft umgestossen und zerstreut, müssen aber stets wieder in Ordnung gebracht und darauf gehalten werden, dass Salubrität auf der Strasse herrscht. Jedesmal, wenn Material angeliefert, aufgesetzt ist und abgenommen wird, muss es auf der Stelle zum Zeichen der geschehenen Abnahme mit Weisskalk angespritzt werden. Dasselbe muss auch geschehen bei Abnahme der geschlagenen Steine, damit keine Irrthümer entstehen.

Die Strassenaufseher müssen Bücher führen, worin das abgenommene Material genau notirt wird.

Die angelieferten rohen Steine müssen dicht und fest aufgesetzt werden, nicht voller Höhlungen und grosser Löcher. Es ist am besten, dass diese Arbeit nicht durch die Lieferanten,

sondern durch die Strassenverwaltung auf ihre Kosten und durch sichere Leute geschieht.

Es gehört auch zur Ordnung, dass die Steinschläger nicht eher zur Arbeit zugelassen werden, bis mindestens ganze Stationen voll geliefert und abgenommen sind.

4. Die Baumpflanzungen.

Es wäre wünschenswerth, dass der Strassenaufseher mindestens ein Semester in einer Landesbaumschule oder einem ähnlichem Institut sich ausbilde, um mit der Baumpflanzung bekannt zu werden, denn gerade bei der Bepflanzung der Strassen werden immer fort die gröbsten Fehler gemacht und viel Geld vergeudet. Massenhaft gehen die gepflanzten Bäume wieder ein und der Reisende hat den widerlichen Eindruck, eine ungleiche, lückenhafte und krüppelhafte Strassenpflanzung zu sehen.

Gerade hierbei aber muss mit der grössten Sorgfalt verfahren werden. Darum will ich hier mit kurzen Worten die Methode der Baumpflanzung so angeben, wie sie mit der Praxis der allgemeinen Baumzucht und der Erfahrung übereinstimmt, allein diese Methode muss auch genau befolgt werden, wenn sie Erfolg haben soll.

a. Bezüglich der Wahl der Bäume kann man folgende Regeln acceptiren:

In nassem Strassenplanum wähle man vorzüglich die Ellern- und Weidenarten und die Eiche. Unter Weiden verstehe ich hier die baumartigen Weiden, worunter die mit gelber und rother Rinde selbst im entlaubten Zustand hübsch aussehen; aber man kröpfe sie nicht. Die Weisseller ist sehr zu empfehlen.

In feuchtem guten Boden wächst auch nebst der Weisseller die Eiche, dann der Ahorn, die Buche, Linde, Esche, Eberesche, Ulme, Kastanie etc.

In trockenem Boden ist von unseren einheimischen Bäumen noch die Birke und Pappel der beste Baum, auch die Akazie wächst darin und die Espe.

Die Eberesche kümmert in schlechtem Boden und stirbt frühzeitig ab, in gutem Boden allein gedeiht sie gut, aber wird

auch nicht alt. Zu empfehlen ist sie nicht. Die Kastanie und Esche wachsen nur in gutem Boden und werden darin alt, in schlechterem Mittelboden kümmern sie bis zu ihrem frühzeitigen Tode. Die Kastanie ist ein südlicher, bei uns allmälig eingebürgerter, schöner Baum, wächst am besten im Schutz gegen rauhe Winde, daher auch an Kunststrassen im Walde. Im Freien wächst sie nur sehr langsam.

Die Weissbuche wächst in gutem und Mittelboden überall sehr leicht und erreicht bei hohem Alter eine dichte, schöne pyramidale Laubkrone. Die Rothbuche aber gedeiht hauptsächlich nur im Schutz der Wälder, es ist ein Waldbaum.

Die Linde, welche guten Boden haben will, wächst leicht an, erhält eine schöne Laubkrone und ihre Blüten duften prachtvoll, sie ist sehr zu empfehlen. Die Esche wächst nur langsam und bekommt spät Laub. Am besten gedeiht sie im Schutz der Wälder. Die Eiche will nassen, fetten Boden haben, ist aber an Strassen schwer zu kultiviren.

Die Espe wächst überall leicht, ist aber nicht zu empfehlen. Sie treibt ihre Wurzeln weit in das Land und wo nur ein Stückchen Wurzel abgepflügt ist, wächst daraus ein Schössling empor. Sie wuchert völlig und ist bei Strassen zu vermeiden.

Der Obstbäume habe ich deshalb nicht gedacht, weil ihre Anpflanzung an Strassen nur bedingungsweise vortheilhaft ist. In kultivirten Gegenden, wo viel Obst gezüchtet wird, es solches in Hülle und Fülle giebt oder wo es unter sicherer Aufsicht steht, mag es kultivirt werden. Wo aber wenig Obst gebaut wird, wo die gute Aufsicht unthunlich ist, ist der Diebstahl sehr gross. Die Diebe reissen und treten die Aeste herab und nicht lange dauert es, so sind alle Bäume Krüppel. Dazu kommt noch, dass die Obstbäume, den rauhen kalten Winden exponirt, in besonders kalten Wintern erfrieren.

Nun endlich komme ich auf die Pappel zu sprechen. Unsere praktischen Vorfahren wussten wohl, dass dies der beste Strassenbaum ist, denn er wächst überall leicht, stets schnurgerade in die Höhe mit schöner Laubkrone und erträgt jede Behandlung, man kann ihn nach Belieben ausästen oder abkröpfen. Nur macht man ihm den Vorwurf, dass ihn die Raupen so oft kahl fressen und dass er dem anliegenden Acker schaden soll. Das Erstere ist insofern richtig, als die Pappel von den Raupen des Glanzweisslings und der Nonne abgefressen

wird; aber nach 4 Wochen ist sie wieder grün. Dagegen werden der beliebte Ahorn und die Kastanie von der schönen rothhaarigen Raupe der Mondeule kahlgefressen, dann aber das ganze Jahr über nicht wieder grün. So frisst auch die Raupe des Trauermantels die Birke kahl. Das spricht also auch nicht für diese Bäume. Ein grosser Irrthum ist es, dass die Pappel dem Lande daneben durch die Wurzeln mehr schaden soll, als andere Bäume. Man hat die Wurzeln nach der Landseite abgekappt, es hat nicht geholfen. Man hat dem Schatten die Schuld gegeben — weit gefehlt — der Schatten dreht sich. Woran liegt es nun? Wer kein Vorurtheil und eine scharfe Beobachtungsgabe hat, wird sich überzeugen, dass an allen Strassen, woran grosse Bäume mit grosser Laubkrone, gegenüber der Wetterseite, stehen also auf der östlichen und südlichen Seite, diese grossen Laubkronen den Regen, der meist von Wind begleitet ist, abfangen und zwar so, dass das dahinter liegende Land grossentheils des Regens beraubt wird, so dass nur wenig Sonnenstrahlen genügen, um diese wenige Feuchtigkeit zu verdunsten, dass also die Feldfrüchte durch Mangel an Regen kümmern. Trotzdem also auf der andern Seite der Strasse dieselben Bäume stehen, ist hier vom Verkümmern des Getreides gar nichts zu bemerken, weil hier der Regen ungehindert auffällt. Wer auf dem Lande umher fährt, wird bemerken, dass dasselbe Uebel, das man den Pappeln zuschreibt, bei allen Baumarten gleich ist. Den Schaden, den die Wurzeln thun sollen, thun aber alle Bäume.

Am meisten ist es zu bedauern, dass mit dem Verruf der Pappeln auch der schönste Baum Europa's, die Pyramidenpappel perhorrescirt werden soll, ein Baum, der allen Landschaften eine besondere Schönheit, einen besondern Reiz und Schmuck verleiht. Dieser Baum will zu seinem Gedeihen guten Boden haben und allen Männern, die mit dem Bau der Kunststrassen zu thun haben, muss ich zurufen, überall dahin zu wirken, dass angemessen viel Pyramidenpappeln angepflanzt werden.

b. Behandlung der Bäume vor dem Pflanzen.

Hierbei ist zu beachten, dass alle Bäume, die an Pfählen gezogen werden, nicht genug in den Stamm treiben, sondern nach der Spitze d. h. in die Laubkrone und nach oben. Der Stamm kann dann die starke Krone nicht tragen, die Pfähle

faulen ab, es kommt ein starker Wind und alle Bäume liegen umgebogen, theils abgebrochen auf der Erde. Gerade dadurch, dass der Baum vom Winde hin und her bewegt wird, treibt er einen kräftigen Stamm, der den Stürmen widersteht. Diesen Character tragen alle freistehenden Bäume, während diejenigen im Schutz des Waldes schlank in die Höhe wachsen. Allein durch den Wind hin und her geschleudert, kann der frisch gepflanzte Baum leicht an der Wurzel leiden. Darum aber wird er stark beschnitten und es muss zur Regel anempfohlen werden, an Strassen nur solche junge Bäume anzupflanzen, die eine Stärke von mindestens 5 bis 6 Centim. in der Höhe der Mannesbrust haben. Diese starken Pflänzlinge müssen mit Sorgfalt ausgehoben sein und möglichst viel Wurzeln haben. Ferner müssen sie gesund, glatt und ohne Flechten sein. Die Faserwurzeln sind beim Ausheben besonders zu schonen und darauf zu halten, dass die stärkeren Wurzeln nicht aufspalten.

Man muss nach dem Ausroden die Bäume so rasch wie möglich wieder einpflanzen; geht es nicht, so muss man sie in nasse Erde einschlagen, bei der Herbstpflanzung aber jedenfalls die Wurzeln vor Frost schützen. Dass man die Bäume Tage und Nächte lang vor dem Einpflanzen draussen liegen lässt, ist ganz fehlerhaft und dennoch findet es oft statt. Wenn also nun der Baum schon halb todt in die Erde kommt, dann kann er sich nicht mehr erholen.

c. Behandlung der Pflanzgruben.

Diese müssen möglichst lange vor dem Pflanzen der Bäume ausgehoben werden und 1 Meter im Kubus gross sein. Es ist hier natürlich nur die Rede von den üblichen Pflanzungen an Strassen. Diese Grösse der Pflanzgruben begründet sich darauf, dass alle Pflanzlinge im lockeren Boden allenthalben am besten anwachsen und gedeihen und dass im Gegentheil die Baumwurzel auf das gewachsene feste Erdreich gestellt, das Verkümmern und Absterben des Baumes zur Folge hat.

Bei der Herbstpflanzung hebt man die Baumlöcher am besten schon 2 Monate vor der Pflanzung aus, bei der Frühjahrspflanzung im Herbst vorher. Besteht die obere Erdschicht aus gutem Boden, so muss dieser besonders ausgesetzt und später zur Verfüllung der Baumwurzeln verwendet werden.

Erfolgt aber aus dem Loch nur rohe Erde, so muss zur Pflanzung eine recht ausreichende Portion fruchtbarer Erde heran geschafft werden.

d. Das Beschneiden der jungen Bäume.

Wird ein Baum aus der Erde ausgehoben, so wird er in seinem Wachsthum gestört. Wird er neu eingepflanzt, so verursacht die Störung und Abschwächung ein Leiden und eine Unfähigkeit, alle Knospen, die er hat, zu ernähren. Darum müssen ihm durch Beschneiden der Zweige so viel Knospen abgenommen werden, dass er die daran verbleibenden zu ernähren vermag. Es ist nun auch klar, dass er die Ernährungsfähigkeit umsoweniger besitzt, als seine Wurzel beim Ausheben beschädigt ist, welches letztere nicht leicht zu umgehen ist. Je mehr also die Wurzel beschädigt ist, um so stärker muss er beschnitten werden. Für alle Fälle genügt es, dass der neu gepflanzte junge Baum nur 3 bis 7 Augen behält. Werden Zweige an der Krone abgestutzt, so muss dies dicht über einem Auge geschehen, werden ganze Zweige am Stamm abgeschnitten, so muss dies dicht am Stamm mit scharfen Messern geschehen. Bleiben nämlich Stumpen über dem Auge stehen, so trocknen diese ab und zwar oft über das Auge hinaus; bleiben Stumpen am Stamm stehen, so trocknen sie bis in den Kern hinein; in beiden Fällen aber ist es dem Baum sehr schädlich. Wird die Abstutzung aber nach der gegebenen Vorschrift gemacht, so überwachsen die Abschnittsflächen sehr bald. Der Verfasser hat 4 bis 6 Centim. starke Weissbuchen, Rothbuchen und Birken pflanzen lassen, die wie Pfähle beschnitten und oben in gleicher Höhe gerade abgestutzt wurden, also keine Zweige mehr hatten; allein es trieben überall junge Sprossen hervor und mit seltener Ausnahme wuchsen alle Bäume an.

Die beim Ausroden abgerissenen oder abgestossenen Wurzeln müssen an der rissigen Stelle glatt abgeschnitten werden, so dass die Schnittfläche nach unten kommt, wenn der Baum steht.

Wenn die Herbstpflanzung gewählt wird, so darf kein Baum beschnitten werden, weil er sonst über Winter erfriert. Vielmehr werden die im Herbst gepflanzten Bäume erst im nächsten Frühjahr beschnitten, zur Zeit, wenn keine starken Fröste mehr zu befürchten sind, also

etwa anfangs April oder überhaupt wenn der Kibitz oder die Staare sich einfinden.

Da im Herbst die Bäume in Ruhe sind und die Witterung feucht ist, so braucht die Herbstpflanzung nicht so wie die Frühjahrspflanzung übereilt zu werden. Allein da die Bäume hierbei nicht beschnitten werden dürfen, hängt sich der Reif im Winter an die Zweige und biegt den Baum um. Wäre dies nicht, so würde die Herbstpflanzung unbedingt der Frühjahrspflanzung vorzuziehen sein, so aber nur bedingt.

e. Das Pflanzen der Bäume.

Es wird wiederholt, dass die Pflänzlinge möglichst kurze Zeit ausser der Erde bleiben oder eingeschlagen werden müssen, damit die Wurzeln nicht zu stark abtrocknen oder sie müssen in Bündel gebunden und mit feuchtem Moos und Bast emballirt werden, wenn sie weit transportirt werden sollen. Dann können sie auch in die Baumlöcher gelegt und provisorisch in etwas Erde eingeschlagen werden; zumal aber muss man bei der Pflanzung rührig und sorgfältig vorgehen. Ist nun der Baum nach den gegebenen Vorschriften vollständig vorbereitet und es ist überall an den Löchern für ausreichende gute Erde gesorgt, so wird zunächst etwa 40 Centim. fruchtbare Erde unter die Wurzel geschafft, der Baum mit der Hand auf seinen Standpunkt gehalten, immer nach und nach Erde zugefüllt und dabei so geschüttelt, dass sich die Erde um und zwischen die Wurzeln begiebt. Endlich wird das Loch zugefüllt und die letzte Erde mit dem Fuss leicht beigetreten. Das Einschlämmen der Bäume ist nicht nöthig, geschieht es aber, so pflegt der Baum um so sicherer zu wachsen. Andere schlämmen die Bäume nicht ein und sie wachsen auch. Nur darauf ist zu achten, dass die Bäume nicht tiefer, wenigstens nicht viel tiefer als sie gestanden haben, eingepflanzt werden. Auch wird man gut thun, die Sonnenseite des Stammes, die sich erkennen lässt, wieder gegen Süden zu richten. In dichten Baumschulen lässt sich das nicht leicht heraus erkennen und da ist auch diese Vorsicht beim Verpflanzen unnöthig.

Hat man sich im Herbst mit der Baumpflanzung verspätet und die Erde ist schon etwas übergefroren, so muss man sich hüten, gefrorene Erdschollen gegen die Baumwurzeln zu werfen, weil sonst die Bäume sicher erfrieren.

Endlich wird der Baum behäufelt, d. h. wird von der noch disponiblen Erde ein Erdkegel von 40 Centim. Höhe und Breite um den Stamm herum aufgeworfen. Dieser Erdkegel schützt den Baum gegen Kälte und im Frühling gegen die Frühlingsdürre, hilft auch gewissermaassen den Saft aufsaugen und befördert das Keimen. Dieser Erdkegel wird fortgenommen, sobald die Blätter sich entwickeln und das Wachsthum des Baumes mithin gesichert ist. Von der Erde dieses Erdkegels wird schliesslich der sogenannte Baumkranz oder Wasserfang gemacht. Bei anhaltender Dürre müssen die neu gepflanzten Bäume öfters begossen werden.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass es gut ist, die Schnittflächen der abgestutzten Zweige mit Baumwachs oder Baummörtel zu verstreichen.

Das Kröpfen der Bäume, die schon über 20 Jahre alt sind, vertragen zwar Weiden und Pappeln; aber dass man die starken Aeste von Linden und Ahorn, Buchen u. s. w. abschneidet, ist fehlerhaft, weil diese grossen Schnittflächen, insbesondere am Stamm, nicht mehr überwachsen, sondern allmälig anfaulen, so dass diese Fäulniss sich bis in den Kern hinein zieht, infolge dessen der Baum rasch abstirbt.

5. Von den Prell-, Nummer- und Grenzsteinen, sowie von den Schutzbarrièren.

Das hierzu Gehörige ist eigentlich schon Sache des Neubaues, allein der Vollständigkeit wegen soll hier das Wesentliche mitgetheilt werden:

Am meisten sind die Bäume der Beschädigung auf der Sommerwegseite durch Anfahren ausgesetzt, da hier das Seitenbankett nur schmal ist, vorzugsweise leider am meisten bei den schmalen Sommerwegen. Hier springt es so recht in die Augen, wie unpraktisch ein zu schmaler Sommerweg ist. Die Baumprellsteine haben den Nutzen, das Anfahren und Beschädigen der Bäume zu verhindern. Um aber dem Stoss des Rades zu widerstehen, müssen sie fest stehen und angemessen vor den Bäumen heraustreten. Sie werden 25 Centim. in der Erde, 25 Centim. über der Erde, also 50 Centim. lang, 15 bis 25 Centim. stark aus grösseren Steinen gespalten und so eingesetzt, dass sie mit ihrer Vorderseite bei jungen Bäumen

30 Centim. vorstehen, bei älteren Bäumen aber noch weiter. Auf der Seite des Materialienbanketts, das vom Fuhrwerk selten berührt wird und wo auch die Materialien lagern, sind sie entbehrlich, mögen aber auch gesetzt werden, wo an Steinen kein Mangel ist, denn bei den Materiallieferungen sind doch die Bäume in Gefahr. Ebenso wie die Bäume mit den Strassenkanten linear gepflanzt werden, müssen auch die Vorderseiten der Baumprellsteine linear gerichtet sein.

Die am schönsten gespaltenen Steine nimmt man zu Nummer- und Grenzsteinen, lässt den Kopf etwas bearbeiten und einen Spiegel zur Schrift daran anarbeiten, sonst gelten die vorgenannten Dimensionen auch hier. Die Nummersteine werden bekanntlich auf der Seite des Materialienbankettes in Stationen von 100 Meter Entfernung eingesetzt, so dass ihre Hinterseite etwa 20 Centim. von der Strassenkante absteht. Die Grenzsteine sollen gesetzlich so eingesetzt sein, dass ihre Hinterseite 0,5 Meter von der Strassengrenze absteht. Dieser Streifen tritt zum Strassengebiet hinzu. Die Strassengrenze bilden die unteren Kanten des Auftrages, die Feldkanten der Gräben, wo nur solche sind und die Feldkanten der Abtragsböschungen. Man pflegt bei jedem Nummerstein entsprechend auf beiden Seiten der Strasse auch die Grenzsteine einzusetzen. Oft ist dies aber nicht genügend, die Grenzen genau genug zu bezeichnen, vielmehr wird man genöthigt, auch zwischen den Stationen, wo die Grenzen von der geraden Linie stark abweichen, noch Grenzsteine einzusetzen. Um zu controlliren, ob die Grenzsteine noch richtig stehen, wenigstens ob Einer oder der Andere nicht etwa versetzt ist, ist es nöthig ihre Stellung zu fixiren. Hierzu fehlt freilich ein fester Anhalt, denn die Planumkanten sind veränderlich, die Mitte der Steinbahn schwer bestimmbar, die Bäume aber wachsen. Dennoch ist es in Ermangelung eines Bessern so beliebt, dass die Mitte der Baumreihen diejenige Linie bilden, von welchen der Abstand der Grenzsteine zu ermitteln und an diese mit Oelfarbe deutlich anzuschreiben ist. Dies geschieht mit schwarzer Oelfarbe auf weissem Felde. Die Nummersteine werden ebenso beschrieben.

Im Elsass und in Lothringen sind die Nummersteine fein behauen und die Schrift sauber eingemeiselt, z. B. 3,5 Kil. bis Metz u. s. w. — Es wäre doch wirklich auch recht nützlich, wenn in Preussen mindestens an jedem Kilometerstein eine solche Bezeichnung eingeführt würde. —

Die Schutzsteine werden anstatt voller Brustbarrièren zur Sicherung des Fuhrwerkes bei minder gefährlichen Stellen der Strasse angewendet, bestehen gemeiniglich aus gespaltenen harten Steinen und müssen womöglich 40 Centim. tief in der Erde stehen und 70 Centim. hoch darüber, also 1,1 Meter lang und etwa 20 bis 25 Centim. stark sein. Je näher sie aneinander stehen, desto mehr sichern sie den Verkehr. Da man nun sehr richtig an solchen Stellen auch die Bäume näher als sonst voneinander einsetzt, so setzt man noch zwischen 2 Bäumen 1 Schutzstein. Man setze die Bäume 4 Meter auseinander und 2 Schutzsteine dazwischen oder 3 Meter auseinander und 1 Schutzstein dazwischen. Dies kann je nach Lage der Sache angeordnet werden. Wo hohe Aufträge mit starken Krümmungen verbunden sind, macht man volle Brustgeländer aus Eichenholz oder besser aus Steinen mit Eisenriegel. In der Schweiz ist man hierbei gar nicht ängstlich. Da laufen die Strassen in kurzen Kurven die felsigen Berge hinunter. Die Posten sind mit 6 Pferden bespannt, womit man im scharfen Trab steil bergab um die Ecken herum fährt, während die Strassenkanten nur mit niedrigen Prellsteinen besetzt sind und man vom Postwagen aus in eine schwindelnde Tiefe hinab schaut. Das sind aber andere Wagen, andere Menschen und andere Pferde als bei uns. — Die Barrièresteine werden etwas vor den Bäumen etwa 20 Centim. weit vorspringend fest eingesetzt.

Dass nun die genannten Steine stets in ihrer festen Stellung erhalten werden, ist Sache der Aufsichtsbeamten. Auch die Aufschriften sind zu erneuern, sobald sie unleserlich werden.

6. Die Unterhaltung der Brücken.

Der Brückenbau ist ein grosser wissenschaftlicher Abschnitt in der Technik und es ist nicht der Zweck dieser Schrift, hierauf tiefer einzugehen. Die bedeutenderen Reparaturen werden meist auf Grund gefertigter Kostenanschläge ausgeführt, die dem Aufsichtsbeamten den nöthigen Anhalt geben.

Praktisch ist es, die Holzbrücken, die von geringer Dauer sind und viel Unterhaltungskosten verursachen, zu vermeiden. Ferner erweisen sich die Ziegelsteine in vielen Gegenden als

unbrauchbar zu Brücken, besonders zu den Gewölben. Wenn auch die Ziegel in den Gebäuden sich haltbar zeigen, so genügt diese Eigenschaft noch nicht. Denn in den Brücken sind sie fortwährender Nässe und im Winter sogar Nässe mit Frost ausgestzt. Durch diese Einwirkungen aber zerbröckeln die Ziegel früher oder später und sofern dies innerhalb der Gewölbe stattfindet, ist es sehr umständlich, kostspielig und unsolid, die zerbröckelten Steine immer wieder zu erneuern. Im Gebirge baut man solche Brücken aus lagerhaften Bruchsteinen und überwölbt sie damit. Nur die Stirnflächen werden nach Bedürfniss bearbeitet. Im platten Lande, wo es viel Trümmergestein (Lesesteine oder erratische Blöcke) giebt, lässt man solche in lagerhafte Stücke in angemessener Grösse spalten und stellt auch die Gewölbe damit her, die dann eine ewige Dauer haben. Die meisten Maurer verstehen sich zwar nicht dazu und schützen Unkenntniss vor, allein man muss auf dieser Methode bestehen bleiben, die ausgezeichnet ist und nicht so viel kostet als unter Verwendung von Ziegeln.

Die ganz aus Portlandcement gegossenen Brücken sind auch gut aber kostspielig.

Die Aufseher der Strassen müssen die Brücken gehörig besichtigen und die Schäden rechtzeitig zur Anzeige bringen und wo Gefahr im Verzuge ist, diese selbstständig beseitigen lassen. Die massiven Brücken werden öfters der Nachfugung bedürfen. Beim Schneegang ist grosse Thätigkeit darauf zu verwenden, dass sich die Brückenöffnungen nicht verstopfen und dass der Eisgang frei hindurch gehen kann.

7. Anhang.

Bei Rücksichtnahme auf Oekonomie hat man auf abgenutzten Steinbahnen und bei geringem Verkehr den Versuch gemacht, schwache, etwa 6 Centim. starke (also halbe) Verstärkungen aufzubringen. Es liegt aber auf flacher Hand, dass sich hierbei kein Vortheil ergiebt: denn die Steinbahn muss dennoch aufgehauen werden, es muss derselbe Oberkies als bei ganzer Verstärkung aufgebracht und auch dieselbe Abwalzung vollzogen werden. Es ist demnach entschieden vorzuziehen, sogleich die volle Verstärkung ausführen zu lassen, denn ein sehr

kostbarer Nothbehelf ist eine schwache, sogenannte halbe Verstärkung. —

Von einem Strassen-Oberbau ohne Sommerweg, also nur mit Steinbahn, nehme man überall Abstand, wo sich guter Kies vorfindet. Wo die Strasse abhängig ist, fahren die Fuhrleute stets mit dem einen Rade neben der Steinbahn auf dem Bankett entlang und richten da viel Schaden an. Besonders thun es die Fuhrwerke mit beladenem Wagen, den sie auf solche Weise hemmen. Es bleibt dann nichts übrig als die Bankette ebenfalls mit Kies zu befestigen. Da mache man aber lieber gleich einen Sommerweg, der so sehr werthvoll für das Fuhrwerk ist. —

Man geht in den Kreisen jetzt stark damit vor, alle Verkehrsstrassen in möglichst billiger Weise und solid in guten fahrbaren Zustand zu versetzen. Zunächst wird man hierzu ein gewölbtes Planum möglichst mit Seitengräben herstellen. Im Sandboden wird man 12 Centim. stark eine etwa 3,5 Meter breite Lehmdecke aufbringen und darüber eine 10 Centim. starke Kiesdecke. Werden diese Lagen während des Befahrens anfänglich gut unterhalten durch Ebenen der Geleise, so erhält man einen ziemlich festen, angenehm fahrbaren Kunstweg.

Im Lehmboden muss man, je nachdem der Lehm leicht oder streng ist, ihn zunächst durch Sand konsolidiren und dann mit der Kiesdecke beschütten.

Wenn indess solche Kunstwege dauernd halten und bequem fahrbar sein sollen, erfordern sie eine aufmerksame Unterhaltung. Hierzu gehört auch eine blose Lehmschüttung auf losem fliegenden Sand, die im Nothfall recht gute Dienste thut, gleichwie eine tüchtige Sandschüttung auf Lehm, wo der Kies fehlt.

Bei neuen Decklagen ist es von grossem Vortheil für die Oekonomie, die Ausführung auf 2 Jahre zu vertheilen: Man lasse im ersten Jahre die rohen Steine liefern und im Jahre darauf dieselben klein schlagen und die Deckung anfertigen. Es gewinnen hierbei die Lieferanten viel Zeit und Bequemlichkeit, wodurch sie im Stande sind, viel billiger zu liefern, als wenn sie getrieben werden. —

Einschlagende Gesetzesstellen betreffs des Baues und der Unterhaltung der Kunststrassen sind:

a) vom 6. April 1834. Die Anweisung zum Bau und zur Unterhaltung der Kunststrassen — ein Meisterstück von Ausarbeitung, das auch heute noch fast in allen Stücken zutrifft.
b) Zirkularreskript vom 11. Aug. 1836, worin unter Anlage a die Bestimmungen über das Verlegen der Steinbahn enthalten sind.
c) Desgl. vom 31. Aug. 1839, dieselbe Sache behandelnd.
d) Desgl. vom 27. März 1850, desgl.
e) Desgl. vom 6. Juli 1850, betr. die Zeit, in welcher die neuen Decklagen vorzunehmen sind.
f) Desgl. vom 29. Jan. 1833 über die vorzunehmenden Reparaturen der Steinbahn.
g) Desgl. vom 18. Juli 1851 betr. die Umwandlung der Pappelalleen in solche mit anderen Baumarten.

Es würde zu weit führen hier auch noch die Gesetze gegen die Chausseepolizei-Uebertretungen etc. aufzuführen, womit sich das Aufsichtspersonal bekannt zu machen hat. Nach dem Angriff der Eisenbahnen ist in Hinsicht der Kunststrassen nichts von Bedeutung mehr erschienen.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass es an vielen Orten üblich ist, die Steine, die an der Kunststrasse sichtbar sind, also die Prellsteine, Schutzsteine, Vorlegesteine mit Weisskalk anzustreichen. Dies giebt der Strasse ein elegantes Aussehen, sonst ist es Spielerei. Nur bei dunklen Nächten sollte man überall die Schutz- und Prellsteine mit Weisskalk angestrichen halten, weil sie dann etwas leuchten und ein Abkommen vom Wege hindern.

Druck von Beck & Schirmer in Leipzig.

Deutsche bautechnische Taschen-Bibliothek.

Umfassend die Fächer auf den Gebieten der gesammten Baukunst u. des Ingenieurwesens.

Zwanglose Hefte, reich illustrirt.

Jedes Heft ist einzeln zu haben.

Bis jetzt erschienen:

No. 1. *Hittenkofer*, Die deutsche Villa. 2 Mark.
No. 2. *Hittenkofer*, Griechisch-dorische Architektur. 1 Mark 20 Pf.
No. 3. *Hittenkofer*, Das freist. Familienwohnhaus. 1. Heft. 2 Mark.
No. 4. *Hittenkofer*, Das freist. Familienwohnhaus. 2. Heft. 2 Mark.
No. 5. *Hittenkofer*, Der Schulhausbau. 1. Heft. 2 Mark.
No. 6. *Hittenkofer*, Der Schulhausbau. 2. Heft. 2 Mark.
No. 7. *Hoffmann*, Bauten von Stein. 2 Mark.
No. 8. *Jeep*, Die Baumechanik. 1. Heft: Regeln aus der Mechanik. 2 Mark.
No. 9. *Jeep*, Die Baumechanik. 2. Heft: Das graph. Rechnen u. Graphostatik. 1. Teil. 2 Mark.
No. 10. *Jeep*, Die Baumechanik. 5. Heft: Berechnung der Dachwerke. 2 Mark.
No. 11. *Jeep*, Die Bauschlosserei. 1. Heft: Verbindungen u. Blecharbeiten. 2 Mark.
No. 12. *Jähn*, Das evang. Kirchengebäude. 1. Heft. 2 Mark.
No. 13. *Jähn*, Der Schafstall. 2 Mark.
No. 14. *Jeep*, Die Baumechanik. 3. Heft: Grundzüge der Graphostatik. 2. Teil. (Fortsetzung zu: Das graph. Rechnen und Graphostatik. 1. Teil.) 2 Mark.
No. 15. *Jeep*, Die Baumechanik. 4. Heft. 2 Mark.
No. 16—17. *Jeep*, Die Bauschlosserei. 2.—3. Heft: Beschläge der Fenster und Thüren. à 2 Mark.
No. 18. *Visser*, Gewerbliches Vereinsleben. 1. Heft: Der Naturalismus im Gewerbe. Der Mensch und die Pflanzen. Ventilation und Desinfektion. 1 Mark 20 Pf.
No. 19. *Visser*, Gewerbliches Vereinsleben. 2. Heft: Handwerker-, Gewerbe- und Bildungs-Vereine. 1 Mark 20 Pf.
No. 20. *Visser*, Gesundheitspflege: Die Reinlichkeit der Städte oder Abortfrage und Abfurwesen. 2 Mark.
No. 21—22. *Gehrlicher*, Die feuerfeste u. schwammfreie Bauweise. 1. und 2. Heft. à 2 Mark.
No. 23. *Otto*, Die Sperr- u. Brems-Werke: Aufzugmaschinen (Zugorgane, Flaschenzüge). 2 Mark.
No. 24. *Fabian*, Ueber Gewölbetheorien mit besonderer Rücksicht auf den Brückenbau. 2 Mark.
No. 25. *Jeep*, Der Bau der Feuerungs-Anlagen. 1. Heft: Diverses. Wärme. Brennstoffe. Verbrennung. Anlage der Feuerung. Rosteinrichtungen. Schornsteine oder Rauchröhren. Vorgelege und Rauchmäntel. 2 Mark.
No. 26. *Jeep*, Der Bau der Feuerungs-Anlagen. 2. Heft: Ziegel- und Kalköfen. 2 Mark.

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

Deutsche bautechnische Taschenbibliothek ferner:

No. 27. *Jeep*, Der Bau der Feuerungs-Anlagen. 3. Heft: Backöfen. Feuerungen aus Brauereien, Brennereien und Seifenfabriken. Schmiedeessen. 2 Mark.

No. 28. *Jeep*, Der Bau der Feuerungs-Anlagen. 4. Heft: Dampfkessel. Waschkessel und Kochmaschinen. 2 Mark.

No. 29. *Jeep*, Der Bau der Feuerungs-Anlagen. 5. Heft: Verschiedene Heizungen. 2 Mark.

No. 30. *Jeep*, Die Wasserhebe-Maschinen. 1. Heft: Die Kolbenpumpen. 2 Mark.

No. 31. *Visser*, Gewerbliches Vereinsleben. 3. Heft: Das Wasserglas. Das Ziel der menschlichen Thätigkeit. Die Wärme. 1 Mark 20 Pf.

No. 32. *Otto*, Aufzugmaschinen. 2 Mark.

No. 33. *Jähn*, Das evangelische Kirchengebäude. 2. Heft. 2 Mark.

No. 34. *Jähn*, Der Pferdestall. 2 Mark.

No. 35. *Baedeker*, Das Holzzementdach. 2 Mark.

No. 36. *Jeep*, Bogenkonstruktionen. 2 Mark.

No. 37. *Wichmann*, Das Veranschlagen von Bauarbeiten. 3 Mark.

No. 38. *Jähn*, Das evangelische Kirchengebäude. 3. Heft. 2 Mark.

No. 39. *Jähn*, Das evangelische Kirchengebäude. 4. Heft. 2 Mark.

No. 40/41. *Baur*, Flusskorrektionen im Hügellande. 4 Mark.

No. 42. *Fliesen*, Grundzüge der freien Perspektive. 1 Mark 20 Pf.

No. 43. *Fliesen*, Die geometrische Perspektive. 1 Mark 20 Pf.

No. 44. *Fliesen*, Die orthogonale und perspektivische Schattenkonstruktion. 2 Mark 40 Pf.

No. 45. *Ammon*, Die Unterhaltung der Kunst-Strassen. 1 Mark 20 Pf.

No. 46. *Klasen*, Die Arbeiter-Wohnhäuser und Arbeiter-Kolonien. 2 M.

No. 47/48. *Knäbel*, Ländl. und landwirtschaftl. Bauten. Heft 1, 2, à 2 M.

No. 49. *Ahrendts*, Die Ventilation der bewohnten Räume. 2 Mark.

No. 50. *Ahrendts*, Die Central-Heizungen der Wohnhäuser, öffentlichen Gebäude etc. 2 Mark.

No. 51. *Klasen*, Der Schweinestall in seiner baulichen Anlage und inneren Einrichtung, sowie die vortheilhafteste Schweinezucht und Schweinemastung. Mit 76 Holzst. 2 Mk.

No. 52. *Klasen*, Die Federviehställe in ihrer baulichen Anlage und inneren Einrichtung, sowie die vortheilhafteste Federvieh- und Geflügelzucht. Mit 48 Holzstichen. 2 Mark.

No. 55. *Romstorfer*, Die Bautischlerei. 1. Heft. 2 Mark.

No. 58. *Maclay*, Der Portlant-Cement. Prüfung und Verwendung. 2 Mark.

No. 59. *Knäbel*, Landwirtschaftliche Fabrik-Anlagen. 1. Heft: Bier-Brauerei- und Spiritus-Brennerei-Gebäude.

No. 60. *Romstorfer*, Die Stallgebäude in ihrer sanitären Anlage und der Vergleich des Lang- und Querreihensystems.

No. 61. *Knäbel*, Das Rübenzucker- und Kartoffelstärke-Fabrikgebäude. 2 Mark.

No. 62. *Knäbel*, Die Anlage und Einrichtung von Ziegeleien zur Fabrikation von Ziegeln und Thonwaaren, sowie Anlage einer Kohlenstein- oder Briquettfabrik. 1 Mark 20 Pf.

— Wird fortgesetzt! —

Gute Arbeiten (Manuskripte) werden gegen angemessenes Honorar erbeten!

Umschlagdruck: E. Stephan, Plagwitz-Leipzig.

ENTWICKELUNG

DER

PNEUMATISCHEN

FUNDIRUNGS-METHODE

UND

BESCHREIBUNG

DER

FUNDIRUNG DER ELBEBRÜCKE

BEI LAUENBURG.

VON

ERNST GAERTNER

INGENIEUR.

Separat-Abdruck aus der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXXI. Jahrgang. III. u. IV. Heft.

MIT MEHREREN ABBILDUNGEN UND 3 LITHOGR. TAFELN.

WIEN.

LEHMANN & WENTZEL

BUCHHANDLUNG FÜR TECHNIK UND KUNST

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

LEHMANN & WENTZEL

Buchhandlung für Technik und Kunst

Wien, I., Kärntnerstrasse 34.

Eisenbahn-Literatur.

Vorarbeiten. Allgemeines.

Tangentometer, *Der, seine Einrichtung, Rectification und Anwendung.* Von Arthur Prüsker. gr. 8. Mit 4 Holzschn. u. 2 Taf. 80 kr. = 1 Mk. 60 Pf.

Baukosten *der Eisenbahnen.* Gemeinfasslich dargestellt von Oscar Baron Lazarini. Lex.-8. 1 fl. 50 kr. = 3 Mark.

Tacheometrie. *Die Tacheometrie* und deren Verwendung für Tracestudien. Von C. Werner. Mit 8 Tafeln. gr. 8. 3 fl. = 5 Mark.

Bedingnisse. *Handb. der allgem. und besonderen Bedingnisse für Leistungen und Lieferungen im Eisenbahnwesen.* Von Emil Tilp. Lex.-8. 6 fl. = 12 M.

Eisenbahn-Curven. *Die Absteckung von Strassen und,* mit und ohne Benützung eines Winkel-Instrumentes. Von Wilhelm Becker. Mit einer Taf. 16. 80 kr. = 1 Mark 60 Pf.

Unterbau.

Cubatur-Berechnung. *Flächentafeln zur Cubatur-Berechnung.* Von K. Kökert. Lex.-8. 1 fl. = 2 Mark.

Steigungs-Verhältnisse. *Tabellen der Steigungs-Verhältnisse* von 1 : 40 bis 1 : 1000 für Distanzen von 1 bis 100 u. d. anal. Neigungswinkel. Von C. M. v. Junker. Lex.-8. 80 kr. = 1 Mark 60 Pf.

Tabellen der Steigungs-Verhältnisse von 1:10 bis 1:39 für Distanzen von 1 bis 100 und der analogen Neigungswinkel. Von Adolf Rosman. Lex.-8. 80 kr. = 1 M. 60 Pf.

Oberbau.

Oberbau, Eiserner. *Dreitheiliges Lagerschwellen-System* De Serres u. Battig. Darstellung seiner Constructionsweise, seiner Verwendung im Eisenbahnwesen, in der Industrie und im Bergbau, seine Vorzüge in technischer und ökonom. Beziehung. Fol. mit vielen in den Text eingedr. Holzschn. u. 32 Taf. 6 fl. = 12 Mk.

Oberbau. Der *Eisenbahn-Oberbau* in seiner Durchführung auf den Linien der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft. Von Rudolf Paulus. 2. verb. Auflage. Mit 22 Holzschnitten und 14 Tafeln in Quart. Lex.-8. 5 fl. = 9 Mark.

Bahnhof-Geleise. *Berechnung von Bahnhof-Geleisen.* Bearbeitet von Gustav Leuschner. Zweite Ausgabe (des ersten Theiles) mit 58 Figuren auf 9 Tafeln und 2 Arbeitsplänen mit 8 Constructionen. Lex.-8. 4 fl. = 8 Mark.

Zweiter (mathematischer) Theil mit 56 Figuren auf 4 Tafeln. 2 fl. = 4 Mark.

Geleise-Anlagen. *Handbuch für Geleise-Anlagen* zum theoretischen und praktischen Gebrauche, nebst Anhang von Reductions- und Formeltabellen. Von H. Ernst und E. Gottsleben. Mit 82 Holzschn. 8. 4 fl. = 7 Mark 20 Pf.

Hochbau.

Eisenbahn-Hochbau, Der, in seiner *Durchführung a. d. Linien* der k. k. priv. *Südbahn-Gesellschaft.* Von Wilh. Flattich u. Frz. Wilhelm. I. und II. Serie complet. Text in Lex.-8 mit Atlas in 89 Bl. gr. Folio und Doppelfolio, cartonnirt. 60 fl. = 120 Mark. Daraus die Separatausgaben:

Arbeiter-Colonie Südbahnhof Wien. *bei der Haupt-Reparaturs-Werkstätte zu Marburg in Steiermark.* 20 Tafeln gr. Folio mit Text. 12 fl. = 24 Mark.

Aufnahmsgebäude mit Halle. 10 Tafeln gr. Folio mit Text. 12 fl. = 24 Mark.

Brückenbau.

Bogen, die continuirlichen, und die Mittel zur Bestimmung der an denselben thätigen äusseren Kräfte. Von H. D. Schmid. Mit 3 Tafeln. gr. 8. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 40 Pf.

Hölzerne Brücken *unter besonderem Hinweise auf amerikanische Gerüstbrücken* (Trestle-Bridges). Von Ernest Pontzen. Mit einer Tafel. gr. 8. 80 kr. = 1 Mark 60 Pf.

Varrugas-Viaduct *mit einigen anderen Viaducten verglichen.* Von Ernest Pontzen. Mit einer Tafel. gr. 8. 80 kr. = 1 Mark 60 Pf.

Gitter- und Hängebrücken, *Beiträge zur Theorie der combinirten.* Von H. Buschmann. gr. 8. 60 kr. = 1 Mark 20 Pf.

Tunnelbau.

Bohrmaschinen-Betrieb, *Tunnelbau mit.* Von Alfred Lorenz. Mit 10 Tab. und 6 Tafeln. gr. 8. 3 fl. = 5 Mark.

Lupkower Tunnel, *der Bau des.* Von R. v. Gunesch. Mit 9 Tafeln. Lex.-8. 3 fl. = 6 Mark.

Tunnelbau *im Allgemeinen und über die Ursachen der Deformationen bei Tunnelmauerungen und Vorführung eines neuen Tunnelbausystems.* Vortrag von Michael Könyves Tóth. Mit 2 Tabellen und 3 Tafeln. gr. 8. 1 fl. 50 kr. = 3 Mark.

Gesteins-Bohrmaschine, *Brandt's hydraulische.* Ein neues System d. Gesteinsbohrung durch hydraulischen Druck und rotirende Stahlbohrer. Von A. Riedler. gr. Folio mit 7 Tafeln und 7 Textfig. 4 fl. 50 kr. = 8 M.

LEHMANN & WENTZEL

Buchhandlung für Technik und Kunst

Wien, I., Kärntnerstrasse 34.

Technischer Betrieb.

Maschinen-Dienst, *Der, auf der Brennerbahn.* Von Victor Kramer. Mit 5 Tabellen. gr. 8. 2 fl. = 4 Mark.

Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst. *Statistische Tabellen über den Zugförderungs- und Werkstätten-Dienst auf österreichischen und ungarischen Eisenbahnen.* Von Ludwig Geiringer. Mit vielen Tabellen. 4. 7 fl. = 12 Mark.

Administration, *Handbuch über, u. Leitung des Zugförderungs- u. Werkstätten-Dienstes bei Eisenbahnen.* Von Fr. Waidl. Lex.-8. 4 fl. = 8 M.

Locomotive. *Katechismus der Einrichtung und des Betriebes der Locomotive. Für Locomotivführer, Heizer und Arbeiter in Maschinenwerkstätten.* Von G. Kosak. 3. Aufl. Mit zahlr. Holzschn. und 4 Tafeln. 8. 1 fl. 50 kr. = 2 M. 70 Pf. Elegant gebunden 1 fl. 75 kr. = 3 Mark 20 Pf.

Administration, Geschichte, Recht.

Eisenbahndienst, *Der vereinfachte.* Studien und Vorschläge behufs Vereinfachung und Verbesserung des Personen- und Güter-Transportdienstes. Von M. A. Reitler. gr. 8. 2 fl. 50 kr. = 4 Mark 50 Pf.

Amerikanische Eisenbahnen. Von P. F. Kupka. gr. 8. 1 fl. 50 kr. = 3 Mark.

Eisenbahn-Jahrbuch *der österreichisch-ungarischen Monarchie.* Von Ignaz Kohn. II.—XI. Jahrgang. 1869—1878. pro Jahrgang 4 fl. = 8 M. (Der I. Jahrgang ist gänzlich vergriffen.)

Eisenbahn-Recht. Zur *Eisenbahn-Rechtsbildung.* Von Lorenz Stein. gr. 8. 1 fl. 60 kr. = 3 Mark.

Eisenbahn-Konkurrenz *und Eisenbahn-Fusionen in England.* Auszug aus dem Werke: „Du régime des traveaux publics en Angleterre" von Ch. de Franqueville. Uebersetzt von Viktor Wilke und herausgegeben v. W. von Nördling. Mit einer Karte. Lex.-8. 2 fl. = 4 Mark.

Oekonomik *der Eisenbahnen.* Begründung einer systematischen Lehre v. Eisenbahnwesen in wirthschaftl. Hinsicht. Von Dr. E. Sax. gr. 8. 60 kr. = 1 M.

Eisenbahntransporte, Die Selbstkosten und die Tarifconstruction der, mit besonderer Rücksicht auf den Personentransport. Von Karl Tóth von Felseö-Szopor. gr. 8. 1 fl. = 2 Mark.

Bahnverwaltungs-Systeme *in Ungarn.* Von Karl Tóth von Felseö-Szopor. Deutscher Text der in ungarischer Sprache verfassten und von der ungarischen Akademie der Wissenschaften mit dem Dora-Preis prämiirten Concursarbeit. gr. 8 mit 4 Tabellen u. 1 lith. Taf. 2 fl. = 4 Mark.

Transit-Schienenwege. *Die grossen internationalen Transit-Schienenwege nach Vorder- und Central-Asien.* Ein Beitrag zu den Perspectiven des Welthandels der Zukunft. Von Amand Freiherrn von Schweiger-Lerchenfeld. 2. Aufl. mit einer Uebersichtskarte. gr. 8. 80 kr. = 1 Mark 60 Pf.

Schmalspurige Eisenbahnen. *Stimmen über schmalspurige Eisenbahnen.* Hg. von W. v. Nördling. Lex.-8. 1 fl. 80 kr. = 3 M.

Gedankenlese über die Wichtigkeit des Fairlie'schen Locomotiv-Systems u. der schmalsp. Schienenstrasse für Oesterr.-Ungarn. Von A. Demarteau. gr. 8. 60 kr. = 1 Mark.

Normal- und zu Schmal-Spur u. die *Fairlie-Locomotive* v. J. Beyer. gr. 8. 40 kr. = 80 Pf.

Baugewerke.

Bau-Constructionen. *Studien über ausgeführte Wiener*, aufgenommen und autographirt von Johann Wist. 40 Tafeln. gr. Folio und 7 Bogen Text. In Mappe 12 fl. = 22 Mark 50 Pf.

Baupläne *zu Wohn- und Geschäftshäusern für Stadt und Land.* Entworfen von Jos. Michel. 40 Bl. Fol. in autogr. Farbendruck m. Vorausmassberechnung. In Mappe. 15 fl. = 25 Mark.

Thür- und Fenster-Verschlüsse, *Die, nach ihrer technisch. Entwickelung in den verschiedenen Ländern bis auf die neueste Zeit. Aus dem Nachlasse des Professors* Aug. v. Siccardsburg. Im Auftrage und mit Unterstützung des k. k. Handelsministeriums vervollständigt und herausgegeben von J. Storck und G. Gugitz. 52 Tafeln Folio und Doppelfolio mit Farbendruck und Text. *Abth. I.* Text, Ansichten u. *Tischlerarbeiten.* (Taf. 1—31.) In Mappe 10 fl. = 20 M. *Abth. II. Schlosserarbeiten.* (Taf. 1—20.) In Mappe 6 fl. = 12 M. Beide Abth. zus. 15 fl. = 30 Mk.

Detailpläne *der österr. Musterschule für Landgemeinden in der Wiener Weltausstellung 1873.* Im Auftrage des Comités der Schulfreunde entworfen von August Krumholz. Zweite Auflage. 10 Detail-Pläne in Mappe. 4 fl. = 8 Mark.

Arbeiter-Colonie, *Die, bei der Haupt-Reparatur-Werkstätte zu Marburg in Steiermark.* Von Wilhelm Flattich und Franz Wilhelm. 20 Tafeln. gr. Folio mit Text. 12 fl. = 24 Mark.

Gewerkszeitung, *Oesterreichische, und Organ für den gewerbl. Unterricht.* Redigirt von A. Hanisch und J. Hauptfleisch. Monatlich ein Doppelbogen in Quart mit zahlreichen Illustrationen. I. und II. Jahrgg. à 6 fl. = 12 Mk. Preis pro Quartal 1 fl. 50 kr. = 3 Mark inclusive Postzusendung.

LEHMANN & WENTZEL

Buchhandlung für Technik und Kunst

Wien, I., Kärntnerstrasse 34.

Maschinenbau.

Maschinen-Skizzen, *vorzugsweise für Berg- und Hüttenwesen. Bericht über die wissenschaftlichen Excursionen, unternommen während der Studienjahre 1873—74 und 1874—75 mit den Hörern der Maschinen-Bauschule an der k. k. technischen Hochschule in Wien,* bearbeitet von den Excursions-Theilnehmern unter Leitung des Herrn **A. Riedler.** Zweite Ausgabe. Text und Atlas von 75 Tafeln in Mappe. 12 fl. = 24 Mark.

Gesteins-Bohrmaschine, *Brandt's hydraulische. Ein neues System d. Gesteinsbohrung durch hydraulischen Druck und rotirende Stahlbohrer.* Von **A. Riedler.** gr. Folio mit 7 Tafeln und 7 Textfig. 4 fl. 50 kr. = 8 M.

Dampfkessel-Explosionen, *Die Ursachen der, und die Mittel zu ihrer Verhütung. Für Heizer, Maschinenwärter, Besitzer von Dampfmaschinen, sowie für Gebildete aller Stände,* von **Georg Kosak.** 3. rev. und erweiterte Auflage. Mit einer Tafel 16. 40 kr. = 80 Pf.

Zeitschrift *der Dampfkesseluntersuchungs- und Versicherungs-Gesellschaft a. G.* Herausgegeben von der Gesellschaft. I—IV. Jahrg. à 3 fl. = 6 Mark.

Bergbau.

Puddeln, *Mittheilungen über das mechanische Puddeln nach Danks.* Von **J. J. Bodmer.** gr. 8. mit 11 Tafeln. 4 fl. = 8 Mark.

Steinkohlen. *Vergleichungen des Heizwerthes verschiedener Stein- u. Braunkohlen.* Von **Heinrich Wunderlich.** Lex.-8. 60 kr. = 1 Mark 20 Pf.

Dynamite. Ihre ökonom. Bedeutung u. ihre Gefährlichkeit. Ein Wort zur Beachtung für Fachmänner u. Laien. Von **Isidor Trauzl.** gr. 8. 60 kr. = 1 M. 20 Pf.

Sprengtechnik, *Die, im Dienste des Bau- u. Bergwesens, der Forst- u. Landwirthschaft m. ihren wesentlichsten Hilfsmitteln: Bohrmaschinen, Schrämmaschinen, Dynamite, Zeit- u. electrische Zündung.* 8. Auflage. Von **Julius Mahler.** Mit zahlr. Illustr. gr. 8. 1 fl. 50 kr. = 3 M.

Eisensteine *und Eisenhütten-Erzeugnisse Ungarns. Mit besonderer Berücksichtigung d. wichtigsten chemischen u. physikalischen Eigenschaften des Eisens.* Im Auftrage der königl.-ungar. Naturforscher-Gesellschaft von **Anton Ritter v. Kerpely.** gr. 4. Mit 3 Tabellen, 4 Tafeln und 11 Holzschnitten. 5 fl. = 9 Mark.

Wasserbau.

Durchfluss-Profile, *Die Ermittelung der,* mit besonderer Berücksichtigung der Gebirgs- und Wildbäche von **L. E. Tiefenbacher.** Mit einer lithogr. Tafel. gr. 8. 2 fl. = 4 Mark.

Mosel-Saar-Canal, *Das Project des,* von **Josef Knobloch.** gr. 8. 80 kr. = 1 Mark 60 Pf.

Regulirung *der Moldau an der „Teufelsmauer".* Von **J. Deutsch.** Mit 3 Tafeln. (Separat-Abdruck aus der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.) Lex.-8. 2 fl. = 4 Mark.

Ueberschwemmung, *die, und ihre Ursachen.* Subjective Anschauung über die Donau-Regulirung bei Wien 1876. Vortrag von **J. Deutsch.** Mit 3 Taf. Lex.-8. 2 fl. = 4 Mark.

Wasserstrassen. Schlussbericht über den vorzunehmenden Ausbau der Wasserstrassen in Frankreich, verfasst im Namen der franz. Enquête-Commission für Eisenbahnen und Verkehrswege von **Krantz.** National-Versammlung-Sitzung vom 13. Juni 1874. — Nr. 2474. Mit einer Karte. gr. 8. 1 fl. = 2 Mark.

Vermischtes.

Bosnien *und seine volkswirthschaftliche Bedeutung für Oesterreich-Ungarn.* Auf Grund von Thatsachen dargest. v. **Carl Büchelen.** Mit 2 Karten. 1 fl. = 2 Mk.

Wörterbuch, *Italienisch-deutsches und deutsch-italienisches, für Kaufleute und Verkehrsbeamte ein vollständiges Waaren-Verzeichniss* und alle bei der Post, Eisenbahn, Telegraphie und Schiffahrt vorkommenden technischen Bezeichnungen enthaltend. Von **Johann Ulmann.** 2 Bde. 8. 3 fl. 50 kr. = 6 Mark.

Mechanische Technologie, *Grundriss der.* Mit besonderer Berücksichtigung der Eisenverarbeitung u. d. Werkzeugmaschinen für gewerbl. Fach-Mittelschulen. Bearb. v. **Georg Kosak.** Mit 141 Holzschn. u. 4 lithogr. Taf. gr. 8. Einzelpreis 2 fl. 50 kr. = 4 M. 50 Pf. Schulpreis bei 12 Expl. 2 fl. = 3 M. 60 Pf.

Electrische Beleuchtung, *Die. Von Hippolyte Fontaine.* Deutsch bearb. von **Friedrich Ross.** Mit 44 Holzschn. gr. 8. 3 fl. = 5 M.

Möbel, *Einfache, im Charakter der Renaissance ausgeführt* u. mit Unterstützung des k. k. Handelsministeriums als Vorlagen f. Mittelsch., gewerbl. Fachschulen etc. herausg. von **Josef Storck.** 12 Taf. Fol. u. 8 Taf. vierfaches Fol. in Autographie. In Mappe 6 fl. = 12 M.

Versicherungen. *Handbuch zur Vornahme von Schätzungen an Gebäuden und landwirthschaftl. Gütern, bei Annahme von Versicherungen und Brandschaden-Erhebungen.* Von **Alfons Weskamp v. Liebenburg.** Mit 3 lithogr. Tafeln. gr. 8. 3 fl. 60 kr. = 7 Mark 20 Pf.

LEHMANN & WENTZEL

Buchhandlung für Technik und Kunst

Wien, I., Kärntnerstrasse 34.

Staatsprüfungen. *Zur Einführung der Staatsprüfungen an den technischen Hochschulen.* Von **Franz Klein.** gr. 8. 1 fl. = 2 Mark.

Zur Staatsprüfung an den technischen Hochschulen von **Josef Fogowitz.** gr. 8. 40 kr. = 80 Pf.

Chemische Analyse, *Leitfaden für die praktischen Uebungen in der qualitativen chemischen Analyse unorganischer Körper.* Von Dr. Gustav Janeček. 8. 60 kr. = 1 Mk.

Chemigraphie. *Lehrbuch der Chemigraphie und der verwandten Fächer, zum Gebrauche für Buchdrucker, Lithographen, Photographen etc.* Von G. Scherer. Mit 20 Illustrationen. gr. 8. 3 fl. = 5 Mark.

Bildhauer. *Die mechanischen Hilfsmittel des Stein-Bildhauers.* Ein gemeinfasslicher Vortrag gehalten im k. k. österr. Museum für Kunst und Kunstindustrie in Wien von **W. F. Exner.** Mit 3 Tafeln. Lex.-8. 1 fl. 50 kr. = 2 Mark 50 Pf.

Photographie. *Systematische Anleitung zur schnellen und gründlichen Selbsterlernung der negativen und positiven Portrait-Retouche, auf Grundlage der Anatomie und Aesthetik.* Von **J. Janssen.** Mit 9 Abbild. gr. 8. 2 fl. = 4 Mark.

Holzverkleinerung, *Die mechanische, für Heizzwecke, deren Ausführung, Betrieb, Instandhaltung, Rentabilität. Für Maschinentechniker, Ingenieure, Holzindustrielle, Eisenbahnen, Unternehmer, Fabrikanten, Oekonomen.* Von Sigmund Stern. Mit 6 Tafeln. gr. 8. 1 fl. 50 kr. = 3 Mark.

Erfindungsschutz, der, in Oesterreich-Ungarn und im deutschen Reich. Verglichen u. erläutert von **C. Octav Paget.** gr. 8. 1 fl. = 2 Mark.

Technische Katechismen.

1. Dampfmaschine. Katechismus des Betriebes station. Dampfkessel und Dampfmaschinen. Von Prof. **G. Kosak.** *3. Auflage.* Mit zahlr. Holzschnitten und 3 Tafeln. 1 fl. = 2 M., geb. 1 fl. 25 kr. = 2 M. 50 Pf.

2. Locomotive. Katechismus d. Einrichtung u. d. Betriebes d. Locomotive. Für Locomotiv-Führer, Heizer und Arbeiter in Maschinenwerkstätten. Von Prof. **G. Kosak.** *3. Auflage.* Mit zahlreichen Holzschn. und 4 Tafeln. 1 fl. 50 kr. = 2 M. 70 Pf., geb. 1 fl. 75 kr. = 3 M. 20 Pf.

3. Locomobile. Katechismus der Einrichtung und des Betriebes der landwirthsch. Locomobile. Von Prof. **G. Kosak.** *2. verm. u. verbess. Auflage.* Mit zahlreichen Holzschnitten und 2 Tafeln. 1 fl. 20 kr. = 2 M. 40 Pf., geb. 1 fl. 45 kr. = 2 Mark 90 Pf.

4. Geometrie. Katechismus d. speciellen darstellenden Geometrie für Maschinen- und Bau-Constructeure, Real- und Gewerbeschulen. Von Prof. **G. Kosak.** Mit 200 Figuren in Holzschnitten und Autographie. 1 fl. 80 kr. = 3 M., geb. 2 fl. 5 kr. = 3 Mark 50 Pf.

5. Farbenharmonik. Katechismus der Farbenharmonik oder die Elemente der Chromatik nach dem neuesten Stande der Aesthetik in populärer Form, bearbeitet von Architekt **L. Trzeschtik.** Mit 2 Farbendrucktafeln und 5 Tabellen. 1 fl. 60 kr. = 2 Mark 70 Pf., geb. 1 fl. 85 kr. = 3 Mark 20 Pf.

6. Brauwesen. I. Theil. Katechismus des prakt. Brauwesens. I. Theil behandelnd alle Fragen, welche auf dem Gebiete der Biererzeugung vorkommen. Von **Frz. Fasbender.** Mit 27 Holzschnitten. 1 fl. 50 kr. = 2 M. 70 Pf., geb. 1 fl. 75 kr. = 3 Mark 20 Pf.

7. Brauwesen. II. Theil. Katechismus des praktischen Brauwesens. II. Theil handelnd über Anlagen und Ausführungen von Malzfabriken und Bierbrauereien. Von **Frz. Fasbender.** Mit 10 Tafeln in Folio. 2 fl. = 4 M., geb. 2 fl. 25 kr. = 4 Mark 50 Pf.

8. Bergbaukunde. Katechismus der Bergbaukunde. Von **E. Stöhr.** Mit 48 Holzschn. 2 fl. = 4 M., geb. 2 fl. 25 kr. = 4 M. 50 Pf.

9. Spiritusfabrikation. Katechism. der Spiritusfabrikation. Von **L. Gumbinner.** Mit 3 Holzschnitten. 1 fl. 50 kr. = 3 M., geb. 1 fl. 75 kr. = 3 Mark 50 Pf.

10. Gas-Industrie. Katechismus der Gas-Industrie. Von **Jul. Quaglio.** Mit zahlr. Holzschnitten und 6 Tafeln. 2 fl. = 4 M., geb. 2 fl. 25 kr. = 4 Mark 50 Pf.

11. Motoren. Katechismus der Einrichtung und des Betriebes der Motoren für Kleinindustrielle. (Halbstabile Dampfmaschinen, Gaskraft-, Luftexpansions-, Petroleum-, Wasserdruck- und Nähmaschinen-Motoren.) Von **Georg Kosak.** Mit zahlr. Holzschn. und 4 Tafeln. 1 fl. 50 kr. = 3 M., geb. 1 fl. 75 kr. = 3 M. 50 Pf.

12. Baumaterialien. I. Theil. Katechismus der Baumaterialien. I. Theil: Die natürlichen Bausteine. Für Baugewerkschulen, Steinbruchbesitzer, Steinmetze, Architekten, Baumeister, Bauleiter, Ingenieure und Gebildete jeden Standes v. **Hans Hauenschild.** Mit 5 Holzschn. u. 2 lithogr. Taf. 1 fl. 50 kr. = 2 M. 70 Pf., geb. 1 fl. 75 kr. = 3 M. 20 Pf.

13. Baumaterialien. II. Theil. Katechismus der Baumaterialien. II. Theil: Die Verbindungsmaterialien (Cement etc.) von **Hauenschild.** Preis circa 2 fl. = 4 Mark. (Erscheint im Frühjahr 1879.)

DRUCK VON WILHELM KÖHLER, WIEN, VI. MOLLARDGASSE 41.

ENTWICKELUNG

DER

PNEUMATISCHEN

FUNDIRUNGS-METHODE

UND

BESCHREIBUNG

DER

FUNDIRUNG DER ELBEBRÜCKE

BEI LAUENBURG.

VON

ERNST GAERTNER

INGENIEUR.

Separat-Abdruck aus der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXXI. Jahrgang. III. u. IV. Heft.

MIT MEHREREN ABBILDUNGEN UND 3 LITHOGR. TAFELN.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

WIEN.

LEHMANN & WENTZEL

BUCHHANDLUNG FÜR TECHNIK UND KUNST

I., KÄRNTNERSTRASSE 34.

DRUCK VON R. v. WALDHEIM.

Die pneumatische Fundirung der Elbebrücke zwischen Hohnsdorf und Lauenburg der Hannover'schen Staatsbahn, welche in der Zeit von September 1876 bis August 1877 zur Ausführung gelangte, zeigt einige interessante Neuerungen.

Die Illustration derselben kann am besten dadurch geschehen, dass, der speciellen Beschreibung dieses Bauwerkes vorangehend, erst in kurzen Zügen, an der Hand der charakteristischen Constructionstypen, die bisherige Entwicklung der pneumatischen Fundirungsmethode gekennzeichnet wird.

Es liegt jedoch nicht die Absicht vor, hier eine eingehende geschichtliche Darlegung über diesen Gegenstand zu geben, und in die Schilderung der mannigfachen Constructionen der hiebei angewendeten Hilfsapparate und Maschinen einzutreten.

Auf die Vergangenheit zurückblickend, sei es gestattet kurz an folgende Momente zu erinnern:

Schon im Jahre 1691 hat Papin dem Gedanken Ausdruck verliehen, dass man unter Wasser Arbeiten mit Zuhilfenahme einer Glocke ausführen könne, in welche mittelst einer Pumpe Luft gepresst wird.

Dem Engländer Smeaton verdankt die Bautechnik seit 1778 die Anwendung der, von Phipps 1687 verbesserten, Taucherglocke*) bei der Ausführung von submarinen Bau-Arbeiten.

*) Wie alt die Erfindung der Taucherglocke ist, lässt sich nicht genau bestimmen; schon deutsche Chroniken aus dem 14. Jahrhunderte erwähnen dieselbe, und Aristoteles führt an, dass Taucher einen Kessel gebrauchen, der Luft enthält.

Im Jahre 1778 wurden in Frankreich, nach dem Vorschlage von Coulomb, Felssprengungen unter Wasser in der Seine mittelst eines Taucherschiffes ausgeführt, bei welchem für den Ausgleich des Luftdruckes eine Construction im Sinne der heutigen Luftschleusse projectirt war.

Es ist ferner erwähnenswerth, dass im Jahre 1826 der Oberbergrath von Derschau die Wasserhebung durch Luftcompression in Vorschlag gebracht hat, und dass im Jahre 1831 Lord Cochrane die Idee äusserte, es liesse sich, durch künstliche Verdichtung der Luft, das Wasser in den Schächten zurückhalten.

So weit waren die Ansichten und Leistungen auf diesem Gebiete gediehen, als in Frankreich, im Jahre 1840, dem Minen-Ingenieur Triger die Aufgabe zufiel, einen Schacht zur Aufschliessung des Kohlengebirges an einem Abhange der Loire (la Haye rouge) abzuteufen, welcher späterhin, unter dem Namen Puits de Chalonnes, Berühmtheit erlangt hat.

Triger ist es nämlich, der die bereits ausgesprochene Idee, durch Luftverdichtung das Wasser in Schächten zu verdrängen, hier zum ersten Male zur Ausführung brachte.

Bei der Wichtigkeit und der häufigen Anwendung des pneumatischen Verfahrens in der Folge, empfiehlt es sich, etwas näher auf die Durchführung dieser Arbeit einzugehen, und dadurch klar zu stellen, welcher Antheil an der Förderung der pneumatischen Fundirungsmethode Triger zufällt, insbesondere da hierüber noch irrige Anschauungen verbreitet sind, und derselbe manchmal kurzweg als Erfinder dieses Systemes bezeichnet wird.

Triger verwendete für den abzuteufenden Schacht ein schmiedeisernes Rohr von $1{\cdot}33^{m}$ innerem Durchmesser und 12^{mm} Blechstärke, welches bei einer Gesammtlänge von $20{\cdot}0^{m}$, in Stücken von $5{\cdot}0^{m}$ Länge, in Paris angefertigt wurde.

Die einzelnen Stücke wurden an Ort und Stelle zusammengepasst und sodann mittelst des bei artesischen

Brunnen üblichen Verfahrens 19·0^{m} tief in den Schwimmsand getrieben, so dass bis zu diesem Momente die Schachtabteufung nur bezüglich des Rohrdurchmessers Bedeutung besitzt.

Während dieser Arbeit hatte man nun die Beobachtung gemacht, dass der Schwimmsand bis zur Tiefe von 12·0 bis 15·0^{m} mit Leichtigkeit durchdrungen wurde, dass aber mit Auftreten des gröberen Sandes der Widerstand gegen das Eindringen derart zunahm, dass das Rohr durch 200 Schläge mit einem zwei Tonnen wiegenden Rammbäre, aus 1·50^{m} Fallhöhe, nur wenige Centimeter eingetrieben wurde, anstatt circa 0·90^{m}, welche diesem Kraftaufwande bisher entsprochen hatten.

Hiezu kam, dass der Wasserandrang durch den Zwischenraum zwischen dem Kohlengebirge und dem unteren Rande der Röhre ein ganz ungeheuerer war, so dass, um diesen Uebelständen abzuhelfen, Triger sich zur Ausführung der Idee entschloss, durch comprimirte Luft das Wasser im Schachte zu verdrängen, denselben auf diese Weise weitere 6·0^{m} abzuteufen, und damit die kohlenführende Schicht anzubohren.

Aus der beiliegenden Zeichnung (Blatt 7, Fig. 1) ist zu entnehmen, dass Triger in das obere Ende der eisernen Röhre eine cylindrische, an den Schachtwandungen abgedichtete Kammer einsetzte, die er (Sas-à-air) Luftschleusse nannte. In der Decke dieser Kammer befindet sich ein Mannloch zum Einsteigen der Arbeiter in dieselbe, und am Boden ist eine Klappe angebracht, durch die das Einfahren in den Schacht stattfinden kann.

Mittelst der, in der Zeichnung angegebenen, Rohrleitung wird die Luft, welche zwei durch eine Dampfmaschine getriebene Gebläse lieferten, in die Schleusse, beziehungsweise den Schacht geführt, und dort im Maasse der wirksamen Wassersäule comprimirt.

Entsprechend angebrachte Hähne gestatten den Ausgleich des Luftdruckes, so dass nach Wunsch die Communication der Luftkammer mit der äusseren Atmosphäre oder

dem Schacht hergestellt werden kann. Zum Zwecke der Förderung des Wassers war eine besondere, abschliessbare, Rohrleitung angebracht, ähnlich dem Syphon, wie wir ihn heute noch verwenden.

Die Material-Förderung geschah durch Kübel in der aus der Zeichnung zu entnehmenden Weise; ein Manometer für den Luftdruck und ein Sicherheitsventil vollendeten die Ausrüstung des Apparates.

Aus diesen Mittheilungen geht daher hervor, dass es das Verdienst Triger's ist, das pneumatische Pressionsverfahren bei Schachtabteufungen zuerst zur Anwendung gebracht zu haben.

Es erfordert jedoch die Gerechtigkeit, zu constatiren, dass der englische Ingenieur John Hughes im Jahre 1851, worauf später bei der Erwähnung des Baues der Medway-Brücke bei Rochester zurückgekommen wird, die Einleitungen zur Fundirung der Pfeiler mittelst comprimirter Luft schon getroffen hatte, ehe er Kenntniss erhielt von der durch Triger, wie wir gesehen haben, bereits im Jahre 1840 ausgeführten Schachtabteufung.

In der historischen Entwicklung des Thema's weiter schreitend, ist an den Namen Triger's jener des deutschen Architekten Gustav Pfannmüller von Mainz anzureihen. Derselbe hat im Jahre 1851 ein von ihm verfasstes Project veröffentlicht für die Ueberbrückung des Rheines bei Mainz mittelst einer steinernen Brücke, bestehend aus neun Segmentbögen von 164′ darmstädtisch = 41·0^{m} Spannweite und 22′ = 5·5^{m} Pfeilhöhe, unter Anwendung einer neuen Methode für die Pfeilergründung.

Derselbe hatte sich nämlich davon überzeugt, dass bei der vorhandenen Wassertiefe, die bei Mittelwasser von 8′ bis 20′ (2^{m} bis 5·0^{m}) variirt, und einer Fundirungstiefe von wenigstens 28′ = 7·0^{m}, um die tragfähige Thonschichte zu erreichen, die gewöhnliche Fangdamm-Fundirung nicht, oder nur mit Aufwand von sehr bedeutenden Kosten ausführbar sei.

Pfannmüller dachte daher zuerst an die Anwendung eines, der Grösse der Pfeiler entsprechenden, oben und unten offenen, viereckigen Kastens aus Eisenblech und wollte denselben, nach der Anbringung an Ort und Stelle, mittelst Dampfpumpen ausschöpfen.

Die Beschaffenheit der oberen Terrainschichten jedoch, dann der äussere bedeutende Wasserdruck von $20' = 5{\cdot}0^m$ Höhe, und insbesondere seine Befürchtung, durch das Auspumpen eine nachtheilige Auflockerung des Baugrundes herbeizuführen, brachten ihn wieder von dieser Idee ab. Dieser letztere, sehr berechtigte Beweggrund mag besonders hervorgehoben werden, da erfahrungsgemäss hierauf in manchen Fällen zu wenig Gewicht gelegt wird.

Pfannmüller kam sodann auf die Idee, diesen eisernen Kasten oben zu schliessen und, anstatt durch Auspumpen, das Wasser durch Compression der Luft nach unten zu verdrängen. Nachdem auch diesem Projecte wesentliche Mängel anhafteten, so verfasste derselbe schliesslich das Project, welches auf der beiliegenden Tafel (Blatt 7, Fig. 2) wiedergegeben ist, wobei ich bemerke, dass aus seinem Werkchen nicht entnommen werden kann, ob er überhaupt Kenntniss von der vorerwähnten Schachtabteufung durch Triger hatte.

Wie man sieht, war daher für die Fundirung ein eiserner Senkkasten vorgesehen, in seiner Form dem Pfeiler genau entsprechend, mit einem nach aufwärts gekrümmten Boden und nach unten sich verlängernden Wänden, wodurch ein hohler Raum von $2{\cdot}10^m$ bis $2{\cdot}60^m$ Höhe gebildet wurde, der durch zwei Querscheidewände in drei luftdicht abgesonderte Zellen getheilt ist, deren jede mittelst eines Schachtes mit dem oberen Raum in Verbindung steht.

Der ganze eiserne Kasten von $31{\cdot}60^m$ Länge und $10{\cdot}90^m$ Breite, daher von $302{\cdot}61\,\square^m$ Grundfläche, sollte mit 16 Schiffskrahnen an ein Pontongerüst gehängt werden, und es hatte sich der Autor den Bau desselben auf einem Flosse gedacht, so dass nach dessen Herstellung der Senk-

kasten mittelst der Krahne vollständig über Wasser gehoben, das Floss entfernt und derselbe versenkt werden könnte.

Pfannmüller beschreibt in seiner Publication sehr eingehend diese Manipulation des Herablassens und der genauen Stellung des Senkkastens, die entsprechende Belastung des Bodenraumes (die Decke) desselben durch Trassmauerwerk oder Beton. Als nächste Operation bezeichnet derselbe die Entfernung des Wassers aus der unteren Abtheilung des Kastens durch eine Luftdruckpumpe, die er sich von einer kleinen, in einem Ponton aufgestellten, Dampfmaschine von 4 bis 6 Pferdekräften betrieben dachte. Allerdings irrte er sich, wie man sieht, betreffs der erforderlichen Maschinenkraft und des Luftquantums erheblich, indem wir nach unseren heutigen Erfahrungen wissen, dass für einen Caisson von $73{\cdot}42^{m}$ Umfang, $302{\cdot}61\,\square^{m}$ Basis und $2{\cdot}35^{m}$ mittlerer Höhe des Arbeitsraumes, zur Fundirung bis auf etwa $8{\cdot}0^{m}$ unter dem Wasserspiegel, ein Luftquantum von circa 13^{kbm} per Minute erforderlich ist, welches von zwei grossen Gebläsen geliefert werden kann, mit einer Betriebskraft von zusammen circa 40 effectiven Pferdekräften anstatt der von Pfannmüller vorausgesetzten 4 bis 6 Pferdekräfte.

Doch diesen Irrthum wolle man ihm nicht zum Vorwurfe machen, da auch in neuester Zeit hierin manchmal, selbst von erfahrenen Ingenieuren, gefehlt wird.

Aus dem Plane kann ferner entnommen werden, wie Pfannmüller die Schachte zum Einsteigen der Arbeiter in den unteren Raum anbrachte, und für die Entfernung des Materiales, welches durch Untergraben des Kastens („wie dies bei einem gewöhnlichen Senkbrunnen geschieht," sagt der Autor) zum Zwecke des Versenkens desselben gewonnen wurde, die in der Luftschleusse seitwärts sichtliche Klappe vorgesehen hatte.

Nach Erreichung der erforderlichen Fundirungstiefe sollte der untere Raum des Senkkastens mit Trassbeton ausgefüllt werden, wozu die in den Boden einer jeden Abtheilung eingeschraubten beiden Röhren vorgesehen waren,

nach welcher Arbeit die Function der Gebläse vom Autor als beendet erklärt wird.

Die weitere Aufmauerung des Pfeilers, nach Vollendung des Fundamentes, projectirte Pfannmüller mit einer Quaderverkleidung, welche er im Schutze der eisernen Blechhülle ausführen und sodann den oberen Theil des Kastens abschrauben wollte, um denselben auf's neue, bei dem unterdessen so weit gediehenen Bau eines zweiten Senkkastens, zu verwenden.

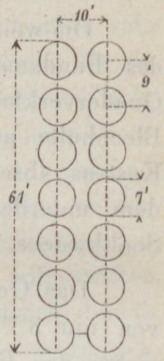
Das Gewicht des eisernen Kastens sammt Blechhülle, von nur 3^{mm} Dicke, war zu circa 40.000^{kg} veranschlagt, wobei das Gewicht des Senkkastens allein, offenbar viel zu leicht, mit nur 15.000^{kg} in Rechnung gestellt wurde, indem nach unseren modernen bewährten Constructionstypen ein Caisson von $302{\cdot}61\,\square^{m}$ Basis circa 135.000^{kg}, das heisst neunmal mehr wiegen würde.

Zu dieser eingehenden Beschreibung dieses Projectes sehe ich mich aus dem Grunde veranlasst, weil aus dem Studium desselben klar hervorgeht, dass der Architekt Gustav Pfannmüller aus Mainz schon im Jahre 1850 die Caissonfundirung in einer Weisse projectirt hat, wie sie heute im Grossen und Ganzen noch ausgeführt wird, und dass ihm daher das grosse Verdienst zugesprochen werden muss, das pneumatische Pressionsverfahren, in Verbindung mit eisernen Caissons oder Senkkasten, für Brückenfundirungen zuerst in's Auge gefasst zu haben, wenn es ihm auch nicht gegönnt ward, sein Project zur Ausführung zu bringen.

Chronologisch fortfahrend, komme ich jetzt dazu, die eingangs kurz erwähnte Fundirung der Brücke über den Medway bei Rochester in England anzuführen.

Im Jahre 1850—51 hat der englische Ingenieur John Hughes unter der Oberleitung des Civil-Ingenieurs Cubitt das Project für eine Brücke über den Medway mit drei grossen, durch gusseiserne Segmentbogenträger über-

spannte Oeffnungen, eine mit 170′ = 51·8^{m} und zwei mit 140′ = 42·6^{m} Lichtweite, ausgearbeitet.



Die Flusspfeiler der Brücke erhielten einen Querschnitt von 1118□′ = 103·86□^{m} bei 17′ 8″ = 5·38^{m} Breite und 70′ = 21·3^{m} Länge zwischen den Vorköpfen. Das Fundament derselben wurde durch 14 Stück gusseiserne Röhren von 7′ = 2·13^{m} Durchmesser gebildet, welche, in Querabständen von 10′ = 3·05^{m} und Längsdistanzen von 9′ = 2·74^{m} von einander entfernt, bis auf eine, der verlangten Tragkraft entsprechende Tiefe in das Flussbett eingetrieben, und darauf mit Beton und Ziegelmauerwerk ausgefüllt werden sollten.

Als Mittel, um die gusseisernen Röhren zu versenken, bediente man sich ursprünglich, bei der Fundirung des Pfeilers zunächst Strood, der pneumatischen Exhaust-Methode des Dr. Potts, welche bei ähnlichen Arbeiten (neue Brücke bei Peterborough und andere) mit Erfolg angewendet worden war; jedoch zeigten wenige Versuche, dass der Druck auf die Röhren, welcher durch das partielle Vacuum in denselben erzielt wurde, ganz unzulänglich war, um die Röhren in den durch groben Steinwurf und Holzwerk bedeckten Grund zu treiben.

John Hughes entschloss sich daher den Process umzukehren, daher mit comprimirter Luft das Wasser aus den Röhren zu verdrängen und denselben dadurch den Charakter von Taucherglocken zu geben. Die von Hughes zu diesem Ende gewählte Disposition und die damit verbundenen Constructionen sind in der Zeichnung (Blatt 7, Fig. 3) genau skizzirt, auf deren eingehende Beschreibung ich mich jedoch hier nicht einlasse, da ich nur die historische Entwicklung des Verfahrens zu schildern beabsichtige, übrigens nochmals hervorhebe, dass Hughes erst nach Vollendung seiner Einrichtungen Kenntniss von der pneumatischen Schachtabteufung Triger's erhielt.

Es dürfte genügen darauf hinzuweisen, dass die Gussröhren, an ihrem unteren Ende eiförmig verstärkt, in einzelnen Längen von 9′ = 2·74^{m} beigestellt wurden, und dass zur Aufbringung der erforderlichen Belastung, um das Eindringen der Röhren zu erzielen, die aus der Zeichnung ersichtliche Disposition diente, mittelst welcher die pneumatische Fundirung anstandslos zur Ausführung gelangte, und die Tiefe von 30′ = 9·14^{m} unter der Flusssohle, respective 40′ = 12·19^{m} unter Wasser erreicht wurde.

Es muss daher als das Verdienst von John Hughes und seiner Mitarbeiter anerkannt werden, dass durch dieselben im Jahre 1851 zum ersten Male die pneumatische Pressionsmethode bei Brückenfundirungen, wobei die Pfeiler aus gusseisernen Röhren gebildet waren, die in unverändertem Querschnitt als Arbeitsraum dienten, projectirt und zur Anwendung gebracht wurde.

Als weiterer Markstein in der Entwicklung des pneumatischen Verfahrens ist die Fundirung des Mittelpfeilers der Royal Albert-Brücke über den Tamar-Fluss bei Saltash (Cornwallis) zu erwähnen, welche unter der Oberleitung des berühmten Ingenieurs Sir Isambert K. Brunel durch den Ingenieur R. P. Brereton in den Jahren 1853—56 in England zur Ausführung kam.

Diese ganze Brückenanlage ist eine gigantische; bei einer Totallänge von 2200′ = 670·54^{m} bestehen zwei Stromöffnungen von je 455′ = 168·85^{m} Spannweite, deren Fahrbahn sich, wegen des Schifffahrtsverkehres des nahe befindlichen Plymouth, 100′ = 30·48^{m} über der Hochwasserlinie befindet.

Um sich über die zu wählende Fundirungsmethode für den Mittelpfeiler, welcher in 70′ = 21·3^{m} tiefes Wasser mit starker Strömung zu bauen war, entscheiden zu können, liess Brunel im Jahre 1848—49 eine genaue Sondirung des Untergrundes vornehmen, und zwar dadurch, dass im Innern eines schmiedeisernen Rohres von 6′ = 1·83^{m}

Durchmesser und 85′ = 25·9^{m} Länge 175 Bohrungen gemacht wurden.

Aus diesen Sondirungen ging hervor, dass an dieser Stelle eine Schlammschichte von 6 bis 16′ = 1·83 bis 4·88^{m} Stärke den festen Felsen überdeckt, welcher sehr unregelmässig geschichtet, stark zerklüftet und nach der einen Seite hin bedeutend geneigt war.

Brunel liess sodann das Rohr bis auf den Felsen treiben, das Wasser auspumpen, um die Dichtigkeit des Schlammes zu erproben, worauf das Innere des Rohres ausgeräumt, bis zur Flusssohle mit Mauerwerk ausgefüllt und der Eisencylinder wieder entfernt wurde.

Auf Grund dieser Bohrungsresultate ward ein genaues Modell des, den Untergrund bildenden, Felsens angefertigt, und entschloss sich Brunel zur Ausführung eines massiven gemauerten runden Pfeilers von 35′ = 10·67^{m} Durchmesser, der vom Felsfundamente bis zur Hochwasserlinie eine Höhe von 96′ = 29·26^{m} zu erhalten hatte. Ueber diesem Niveau erheben sich vier achteckige gusseiserne Säulen von 10′ = 3·05^{m} Stärke, auf denen die Eisenconstruction gelagert ist, deren Fahrbahn, wie erwähnt, 100′ = 30·48^{m} über Hochwasser liegt; hieraus ergibt sich ein Druck von 10 Tons per Quadratfuss = 10·94^{kg} per Quadrat-Centimeter der Pfeilergrundfläche während der Verkehrsbelastung.

Um den gemauerten Pfeiler herstellen zu können, wurde ein schmiedeiserner Cylinder von 37′ = 11·28^{m} Durchmesser und 90′ = 27·43^{m} Länge in der Weise angefertigt wie es aus der Zeichnungsbeilage (Blatt 7, Fig. 4) zu ent, nehmen ist. — Der Cylinder ist unten offen und an seinem unteren Umfange so geformt, dass er sich den, aus dem angefertigten Modelle erhobenen, Unebenheiten des Felsens genau anpassen konnte, mithin 6′ = 1·83^{m} auf einer Seite länger war, als an der anderen.

Brunel glaubte in Folge der bei den Sondirungen gemachten Beobachtungen annehmen zu dürfen, dass dieser Cylinder, wenn er nach Durchdringung des Schlammes einmal auf dem Felsen aufsitzen würde, ausgepumpt und daher

die Ausführung des Mauerwerkes im Innern desselben trocken gemacht werden könne.

Um jedoch für den Fall des Misslingens der Trockenlegung vorbereitet zu sein, wurde die Einrichtung so getroffen, dass unter Anwendung des pneumatischen Pressionsverfahrens (mittelst welchem Brunel bereits die Brücke bei Chepstow 1851 mit Gusspfeilern fundirt hatte) eine ringförmige Granitquaderschichte, von $4' = 1{\cdot}22^m$ Breite, am Umfange der Arbeitskammer hergestellt werden konnte.

Die schematische Anordnung hiezu ist aus der Zeichnung ersichtlich, und ich führe aus dieser interessanten Baugeschichte nur an, dass im Frühling 1853 mit dem Bau des eisernen Cylinders, im Juni 1854 mit dessen Fundirung begonnen, im Februar 1855 der Felsen, bei der Maximaltiefe von $87'\ 6'' = 26{\cdot}36^m$ unter Hochwasser, erreicht und im Mai 1855 das ringförmige Granitmauerwerk am unteren Umfange, $7' = 2{\cdot}13^m$ hoch, unter comprimirter Luft, nach Ueberwindung mancherlei Zufälligkeiten und bedeutender Schwierigkeiten vollendet wurde.

Hiemit hätte nun die pneumatische Fundirungsperiode ihr Ende erreichen sollen, indem die Absicht vorhanden war, den inneren Arbeitsraum nunmehr auszupumpen, dann den Schlamm zu entfernen, und das Mauerwerk in freier Luft trocken auszuführen.

Allein in Folge der Undichtheiten, die sich aus den Zerklüftungen des Felsens ergaben, und des enormen Druckes der äusseren Wassersäule, stellte es sich als unmöglich heraus, selbst bei Anwendung von vier Dampfpumpen mit $13'' = 0{\cdot}396^m$ Cylinder-Durchmesser, das Niveau des Wassers im Innern tiefer als $54' = 16{\cdot}46^m$ zu senken. Es mussten daher die Einleitungen dahin getroffen werden, das pneumatische Verfahren auf die ganze Basis des Pfeilers zur Anwendung zu bringen, was mit grossem Aufwand an Zeit und Kosten verknüpft war, so dass erst im März 1856 die Arbeitskammer ausgeräumt und ausgemauert, endlich im October das Mauerwerk über Wasser gebracht wurde.

Hierauf konnte der obere Theil des eisernen Cylinders abgenommen und Mitte November 1856 diese schwierige Fundirung zum Abschluss gebracht werden, nach einer Bauzeit von $3^3/_4$ Jahren (März 1853 bis November 1856).

Das gesammte Eisengewicht des Cylinders, mit Einschluss der Schachte und der ringförmigen Arbeitskammer, betrug 290 Tons = 294.600^{kg}, wovon circa 170.000^{kg} auf den im Fundament verbleibenden Theil, also den Caisson nach unserer heutigen Bezeichnung, entfallen, daher bei 11·28^m Durchmesser = 100$^{\square m}$ Grundfläche sich ein Caissongewicht von circa 1700^{kg} per Quadratmeter Basis ergibt.

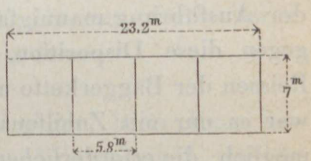
Aus dem Gesagten geht hervor, dass den Ingenieuren Sir Isambert K. Brunel und R. P. Brereton die Priorität der Anwendung des pneumatischen Pressionsverfahrens bei der Fundirung von massiv, im Schutze einer Blechhülle, gemauerten Pfeilern, mittelst eines die Form desselben besitzenden runden, schmiedeisernen Caissons zukommt, und hiebei eine Wassersäule von 26·36^m überwunden zu haben, wodurch ein weiterer wesentlicher Fortschritt in diesem Gebiete gekennzeichnet ist.

Der historischen Vollständigkeit halber kann hier einschaltend bemerkt werden, dass im Jahre 1857, als erstes derartiges Object in Oesterreich, die Brücke über die Theiss bei Szegedin durch den französischen Ingenieur Cesanne, nach Analogie anderer Objecte, mittelst des pneumatischen Verfahrens zur Ausführung kam, wobei die Pfeiler aus gusseisernen Röhren gebildet wurden.

Die weitere Entwicklung dieser Methode wird durch die Fundirung der Rheinbrücke bei Kehl illustrirt, welche im Jahre 1858 begonnen und 1859 beendet wurde. Die Geschichte dieses Baues ist durch zahlreiche Beschreibungen bekannt geworden, so dass ich mich daher hier ziemlich kurz fassen kann.

Auf beiliegender Zeichnung (Blatt 7, Fig. 5) ist die generelle Darstellung des angewendeten Verfahrens gegeben,

woraus zu entnehmen ist, dass der den Bau leitende französische Ingenieur Fleur-St. Denis die Idee hatte — ob in Kenntniss des Pfannmüller'schen Projectes, ist mir unbekannt — das Fundament der Strompfeiler dieser Brücke durch grosse rechteckige, den Pfeiler umschliessende eiserne Kasten zu bilden, von 23·20^{m} Länge für die äusseren Pfeiler, 17·40^{m} für die Mittelpfeiler und 7·0^{m} Breite, welche in vier getrennten Abschnitten von 5·8^{m} Länge bei den äusseren Pfeilern, mittelst comprimirter Luft in das Geschiebe des Rheines bis auf die Tiefe von circa 20·0^{m} unter dem Wasserspiegel versenkt werden sollten. Zur entsprechenden Belastung und Ueberwindung der Reibung am Umfange hatte Fleur St. Denis die successive Aufmauerung der Pfeiler auf den eisernen Kasten in's Auge gefasst, und zwar ohne Blechhülle, wogegen er eine Verkleidung aus Quadern anwenden, und das Innere des Pfeilers ausbetoniren wollte.



Die Construction des eisernen Kastens oder Caissons ist aus der Zeichnung ersichtlich und geht daraus hervor, dass der eiserne Plafond der Arbeitskammer über den Querträgern angebracht war. Abgesehen von den scharfen Ecken der Caissons bewährte sich im Allgemeinen die Construction ganz gut, und kann bemerkt werden, dass das Gewicht eines Kastens bei 162·4$\square^{m}$ Grundfläche 145.000^{kg} betrug, mithin entfallen per 1$\square^{m}$ Basis 890^{kg} Eisengewicht.

Die weiteren eigenthümlichen, von Fleur-St. Denis gewählten Dispositionen bei Anwendung des pneumatischen Verfahrens bestehen in der Aussparung eines ovalen Arbeitsschachtes im Pfeilerkörper, welcher direct mit der freien Luft in Verbindung steht.

In diesem Schachte ist ein, durch Dampfkraft betriebenes, Paternosterwerk angebracht, welchem durch die im Caisson in comprimirter Luft arbeitende Mannschaft das zum Zwecke des Versenkens des Pfeilers gelöste Material zugeführt wird, so dass die Förderung desselben aus der Arbeitskammer auf das Arbeitsplateau mittelst der Bagge-

rung direct, ohne Verschleussung durch das Medium der comprimirten Luft, bewerkstelligt werden kann.

Ergänzend schalte ich hier ein, dass Fleur-St. Denis nach den ersten Versuchen der separaten Versenkung der vier, den Fundirungskasten eines Pfeilers bildenden, Theile dieselben fest mit einander verschraubte, und späterhin gleichzeitig fundirte.

So bestechend übrigens die Anbringung des Arbeitsschachtes, mit dem im Innern desselben unter dem Drucke der äusseren Atmosphäre functionirenden Baggerapparate, auf den ersten Blick erscheint, so zeigten sich doch bei der Ausführung mannigfache Schwierigkeiten und Bedenken gegen diese Disposition. Bei wiederholt vorgekommenem Reissen der Baggerkette und sonstigen Brüchen des Geräthes, war es nur mit Zuhilfenahme langwieriger Taucherarbeiten möglich, die erforderlichen Reparaturen auszuführen, so dass der geförderte Aushub weitaus nicht das erwartete und der maschinellen Leistungsfähigkeit des Apparates entsprechende Resultat ergab, und zwar anstatt $40{\cdot}32^{kbm}$ per Stunde für vier Bagger nur im Mittel $15{\cdot}0^{kbm}$ betrug. Ueberdies ist mit dieser Disposition die Gefahr von Explosionen verbunden, indem bei Ueberdruck der comprimirten Luft dieselbe gewaltsam die Wassersäule aus dem Schachte herausschleudern kann, was bei diesem Baue in der That auch einmal eingetreten ist.

Wenn man sich nun den bisher geschilderten Entwicklungsgang und das von den Vorgängern Geleistete gegenwärtig hält, so gelangt man zu dem Schlusse, dass dem französischen Ingenieur Fleur-St. Denis das Verdienst, und hiefür die Priorität zuzuerkennen ist, im Jahre 1859 unter Anwendung comprimirter Luft die Fundirung von Brückenpfeilern mittelst eines schmiedeisernen rechteckigen Kastens, welcher die Form des Pfeilers umschliesst, ausgeführt zu haben, während die Ideen Pfannmüller's im Jahre 1850 nur Project geblieben sind. — Als weitere Eigenthümlichkeit der durch Fleur-St. Denis bewirkten Ausbildung des Verfahrens

ist die Schaffung einer Constructionsform für die Caissons zu bezeichnen, die in mannigfacher Beziehung bis zum heutigen Tage noch als Vorbild dient; ferner die Einführung des offenen Baggerschachtes und die Ausführung des Fundament-Mauerwerkes der Pfeiler ohne schützende Blechhülle.

Durch die centrale Lage des Kehler Brückenbaues, und die gelungene Durchführung dieser Arbeit, kam die pneumatische Caisson-Fundirungsmethode zu allgemeinerer Kenntniss, so dass nun, an dieses Vorbild anlehnend, eine ganze Reihe von Brückenfundirungen in ähnlicher Weise zur Ausführung gelangten, die jedoch kein Element der weiteren Ausbildung des Verfahrens erkennen lassen.

Mit dem Jahre 1862 ist dagegen beim Baue der Brücke über die Seine bei Argenteuil ein bemerkenswerther Fortschritt zu verzeichnen.

Wie aus der Zeichnung (Blatt 8, Fig. 6) zu entnehmen ist, sind die Flusspfeiler dieser Eisenbahnbrücke aus gekuppelten gusseisernen Röhren gebildet, welche pneumatisch separat fundirt wurden. Die Eigenthümlichkeit bei dieser Arbeit besteht nun darin, dass das den Arbeitsraum bildende untere Ende des Guss-Cylinders durch eine aus gusseisernen Rippen gebildete und ausgemauerte kegelförmige Decke abgeschlossen ist, welcher man den Namen „Crinoline“ gegeben hat.

Von diesem Arbeitsraume aus führt ein, im Centrum des Guss-Cylinders angebrachter, Schacht von $1{\cdot}10^{m}$ Durchmesser, um welchen die Betonausfüllung gemacht wird, zum oberen Ende, wo die auf dem letzten Gussringe aufgesetzte Luftschleusse die Verbindung mit der äusseren Luft vermittelt.

Mit dieser Neuerung ist der wesentliche Vortheil verknüpft, unmittelbar auf die untere Decke, die Crinoline, die zur Versenkung erforderliche Belastung durch Ausmauerung oder Betonirung des Hohlraumes aufbringen zu können,

während man bisher bei der Fundirung der Röhren zur künstlichen Beschwerung derselben seine Zuflucht genommen hatte. Ein weiterer, unwesentlicherer, Vortheil dieser Disposition ist der geringere Verlust an comprimirter Luft in Folge Undichtheit der Wandungen, da der Querschnitt des Einsteigrohres ein reducirter, was jedoch in dem Verhältniss, wie dies stattfindet, nur von unerheblichem Belange ist.

Der Bau der Brücke von Argenteuil wurde unter der Leitung der Ingenieure Jullien und Martin von dem französischen Unternehmer A. Castor (einem geborenen Düsseldorfer) ausgeführt, und gebührt denselben das Verdienst, diese Vervollkommnung der Methode eingeführt zu haben.

Im Norden Deutschlands, wo nach dem Vorbilde der Kehler Rheinbrücke im Jahre 1864 die Brücke über den Pregel bei Königsberg pneumatisch fundirt worden war, kam gleichzeitig in Folge der hiefür besonders geeigneten Bodenbeschaffenheit die offene Brunnen-Fundirungsmethode, von Stein und Quassowsky sehr vervollkommnet, vielfach zur Anwendung.

Unverkennbar ist nun der Einfluss dieser letzteren Methode in Deutschland auf die pneumatischen Pfeilergründungen, welche in den Jahren 1866—67 beim Bau der Brücken bei Stettin über die Oder und Parnitz unter der Leitung von Stein, und bei Düsseldorf über den Rhein im Jahre 1868 unter der Leitung von Pichier, in ähnlicher Weise zur Ausführung gelangten, und eine wesentliche Neuerung aufweisen.

Aus der Zeichnung (Blatt 8, Fig. 7), welche im gleichen Maassstabe (1 : 100) mit allen anderen Typen ausgeführt ist, und die Flusspfeiler-Fundirung der König Wilhelm-Brücke bei Düsseldorf über den Rhein darstellt, ist zu entnehmen, dass die Pfeiler über Niederwasser aus massivem Mauerwerk im vollen Querschnitte derselben bestehen, dagegen gegründet sind auf zwei cylindrische gemauerte Brunnen von je $26' = 8{\cdot}15^m$ Durchmesser,

welche in der ersichtlich gemachten Weise über der Flusssohle durch ein Gewölbe mit einander verbunden sind.

Diese gemauerten Brunnen wurden einzeln pneumatisch versenkt, und besteht die Eigenthümlichkeit darin, dass anstatt der bisher in Anwendung gestandenen Cylinder aus Guss- oder Schmiedeisen, die Brunnen in der Hauptsache aus Mauerwerk mit Klinkerverkleidung ausgeführt sind.

Der Arbeitsraum ist nämlich derart gebildet, dass sich auf einem $4' 8'' = 1{\cdot}49^{m}$ hohen eisernen, gut versteiften, mit einer Schneide versehenen Kranze, welcher das untere Ende des Brunnens bildet, das sehr sorgfältig in Cementmörtel ringförmig versetzte Klinkermauerwerk erhebt. Durch starke schmiedeiserne Rippen, welche in der Höhe von $4{\cdot}26^{m}$ über dem unteren Rande von einem eisernen Ringe aufgenommen werden, und der Ausmauerung zwischen denselben, wird der obere kegelförmige Abschluss des Arbeitsraumes hergestellt.

Der Zugang zu diesem Raume ist durch ein schmiedeisernes Kamin vermittelt, welches in gewohnter Weise mit einer Luftschleusse in Verbindung steht.

Das Pfeilermauerwerk, welches ohne Blechhülle, jedoch mit einer Klinkerverkleidung auf dem eisernen Kranze aufsitzt, ist mit demselben durch eine Anzahl von Mauerankern verbunden, wobei erwähnenswerth ist, dass das Gewicht des Eisens, welches in der Construction des Kranzes, der Rippen, des Ringes und der Maueranker, also zum Bau der Arbeitskammer erforderlich war, $20{\cdot}750^{kg}$ beträgt. Bei $8{\cdot}15^{m}$ Durchmesser eines Brunnens, also $52{\cdot}17^{\square m}$ Grundfläche, beträgt daher das Eisengewicht per $1^{\square m}$ Basis 397^{kg}.

Die Durchführung der Fundirungsarbeiten bei den genannten drei Brücken nach dem geschilderten Systeme ist ohne nennenswerthe Störungen vor sich gegangen, und es gebührt daher den Ingenieuren Stein und Pichier das Verdienst, das pneumatische Pressionsverfahren bei gemauerten runden Pfeilern mit schwerem eisernen Schuh, und durch eiserne Rippen gebildeten Arbeitskammern, in Anwendung gebracht, und damit bewiesen zu haben,

dass sorgfältig hergestellte Arbeitskammern aus Mauerwerk der comprimirten Luft hinreichenden Widerstand leisten und genügende Luftdichtigkeit besitzen.

Mit Fig. 8 des beiliegenden Blattes 8 erlaube ich mir eine Skizze zur Kenntniss zu bringen, welche ich im Jahre 1868 in Paris ausgearbeitet habe, als mir dort in meiner damaligen Stellung der Auftrag ertheilt wurde, das Project für den Bau eines Drehpfeilers der Brücke bei Ranville von $8{\cdot}0^{m}$ Durchmesser zu verfassen.

Ich dachte mir, wie aus der Zeichnung zu ersehen ist, den cylindrischen Pfeiler ganz massiv aus Mauerwerk mit einer Verkleidung der in Frankreich sehr verbreiteten Moëllons (kleine Quader, hier auch Hackelsteine genannt) ohne Blechhülle hergestellt.

Der Arbeitsraum, mittelst welchem das pneumatische Verfahren zur Anwendung kommen sollte, war derart projectirt, dass auf einer ganz leicht construirten, aus einem Winkel- und Flacheisen gebildeten, Schneide das Umfassungs-Mauerwerk unmittelbar aufsass, und im Innern, ohne weitere eiserne Rippen, ein Quadergewölbe kuppelförmig ausgeführt werden sollte, welches sich im Centrum an einen eisernen Winkelkranz, und das hiemit verbundene Ansatzstück des eisernen Einsteigschachtes von $1{\cdot}0^{m}$ Durchmesser anlegte, durch welchen in bekannter Art die Verbindung mit der Luftschleusse hergestellt war.

Die Priorität der Einführung der vollkommen gemauerten Arbeitskammern und Fundamentkörper, mit leichter eiserner Schneide, bei Anwendung des pneumatischen Verfahrens, allerdings nur im Projecte, erlaube ich daher für mich in Anspruch zu nehmen, wobei ich bemerke, dass es zur Bauausführung nach diesem Project nicht kam, da, der Neuheit wegen, das genügende Vertrauen hiezu fehlte.

Wie sich hier bei uns in Oesterreich in den Jahren 1869 bis 1877 das pneumatische Gründungsverfahren herausge-

bildet hat, kann als bekannt vorausgesetzt werden, und wird auch an die Vorträge erinnert, welche in den Jahren 1869, 1871 und 1872 von den Herren Bau-Director v. Ruppert, General-Director Morawitz und mir über den Bau der Stadelauer, Mauthausener, Steyeregger und Nussdorfer Donaubrücken im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine gehalten wurden. Bei allen diesen Objecten kam das pneumatische Gründungsverfahren mit eisernen Caissons, und unter Anwendung der Blechhülle für das aufgehende Mauerwerk des Fundamentes, zur Ausführung, wobei Fundirungstiefen bis zu 16·6^{m} unter Nullwasserspiegel erforderlich wurden.

Zur Vervollständigung erlaube ich mir als Beispiel der modernen Caissonfundirungen in Oesterreich auf Blatt 8, Fig. 9 den Uferpfeiler der, durch die Unternehmung Klein, Schmoll & Gaertner in den Jahren 1871—76 erbauten Kronprinz Rudolph-Brücke über die Donau bei Wien vorzuführen. Dieser Pfeiler ist auf einen eisernen Caisson gegründet von 27·17^{m} Länge und 8·85^{m} Breite, mit einer Grundfläche von 223·60$^{\square m}$, daher der grösste eiserne Caisson, welcher bisher bei Brückenbauten in Europa zur Anwendung gekommen ist.

Es lässt sich hieraus die moderne Constructionsweise der Caissons entnehmen, wonach die eiserne Decke des Arbeitsraumes unter den Querbalken liegt, und dass derselbe eine freie Höhe von 2·20^{m} über der Schneidenunterkante besitzt.

Im Allgemeinen kann erwähnt werden, dass sich bei den zahlreichen bisherigen Ausführungen nach diesem Systeme kein Unfall irgend welcher Art ergeben hat, und dass bei der normalen Höhe der Arbeitskammer von 2·20^{m}, das Gewicht der Caissons (ohne Blechhülle für das aufgehende Mauerwerk), je nach der Pfeilergrösse, per 1$^{\square m}$ Caissonfläche 400 bis 540^{kg} beträgt; im Mittel für einen Caisson von 50·0$^{\square m}$ Basis etwa 450^{kg} per 1$^{\square m}$.

Wenn es mir nun gestattet ist, einen kurzen Blick über den atlantischen Ocean zu werfen, und zu erörtern, in welcher

Weise in den Vereinigten Staaten von Nordamerika die pneumatische Fundirungsmethode zur Ausbildung gelangte, so kann ich allerdings nicht constatiren, dass wir dort wesentlichen vortheilhaften Neuerungen bei derselben begegnen, dass jedoch, wie bei vielem Anderen in Amerika, die Grösse der Bauwerke bemerkenswerth ist. Zur Illustration hievon erlaube ich mir die Fundirungen der Brücke bei St. Louis und die East-River-Brücke als charakteristische Beispiele herauszugreifen.

Bei der St. Louis-Bogenbrücke über den Mississippi, die sich auch durch die Construction der Stahlbogenträger auszeichnet, und durch Captain Eads in den Jahren 1869—74 ausgeführt wurde, sind die Strompfeiler auf schmiedeisernen Caissons fundirt, von denen der grössere eine Grundfläche von 373·5$\square^m$ besitzt, und welche nach vielen Richtungen hin in der bei uns üblichen Weise construirt sind.

Die Luftschleussen sind, wie aus der Zeichnung (Blatt 9, Fig. 11) zu ersehen ist, bei dieser Pfeilerfundirung, welche bis zu der bemerkenswerthen Tiefe von 120′ = 36·6^m unter Hochwasser getrieben werden musste, um den festen Felsen zu erreichen, in unmittelbarer Verbindung mit dem Caisson, im Innern des Pfeilerkörpers angebracht. Captain Eads findet hierin ein Mittel, um die Verluste an comprimirter Luft zu vermindern, was allerdings, aber nur in sehr beschränktem Masse, zutreffend ist; ferner kann es als zweckmässig bezeichnet werden, besonders bei grossen Fundirungstiefen, dass die Arbeiter nur unter dem Drucke der äusseren Atmosphäre zur Arbeitskammer, in welcher sich die Luftschleusse befindet, herabzusteigen haben, welche Beschwerde durch einen Aufzug übrigens auch gänzlich zu umgehen wäre.

Es muss jedoch auf eine grosse Gefahr hingewiesen werden, welche die Folge der Anbringung der Luftschleusse an dieser Stelle sein kann, dass nämlich bei plötzlicher Abnahme des Luftdruckes oder Senkung des Caissons, daher rapider Steigung des Wasserspiegels in demselben, sich das Arbeitspersonal nicht schnell genug durch die Luftschleusse

in Sicherheit bringen kann. Ueberdies ist nicht zu übersehen, dass die Luftschleusse, derartig disponirt, bei jedesmaliger Fundirung eines Objectes in demselben verloren geht.

Die Förderung des Sandes aus der Arbeitskammer, mit welchem man es bei dieser Fundirung zu thun hatte, geschah mittelst Sandpumpen und Wasserpressung (10 Atmosphären), wobei eine Pumpe von $3^1/_2'' = 89^{mm}$ Bohrung, daher $62{\cdot}2^{\square cm}$ Querschnitt, per 1 Stunde 20 Kubik-Yards $= 15{\cdot}3^{kbm}$ Sand auf $125' = 38{\cdot}10^m$ Höhe gefördert haben soll, mithin per $1^{\square cm}$ Nettoquerschnitt und Stunde $= 0{\cdot}249^{kbm}$.

Für die Ausführung des Mauerwerkes über dem Caisson wendete auch Captain Eads eine, durch ein Holzgerippe versteifte, Blechhülle an.

Endlich kann als Eigenthümlichkeit angeführt werden, dass der Oekonomie halber, nachdem die Fundirung den festen Felsen erreicht hatte, bei einigen Pfeilern die Ausfüllung der Arbeitskammer nur mit Sand, anstatt mit Beton stattfand.

Bei der Fundirung der grossartigen East-River-Hängebrücke zwischen New-York und Brooklyn, welche seit dem Jahre 1870 unter der Oberleitung des Colonel Washington Röbling und der Herren Collingwood und Paine im Baue befindlich ist, kamen hölzerne Caissons zur Anwendung.

Diese Caissons für die beiden Thurmpfeiler haben eine Länge von $168' = 51{\cdot}24^m$ und eine Breite von $102' = 31{\cdot}11^m$, besitzen daher die imponirende Grundfläche von $1594^{\square m}$.

Aus der Zeichnung (Blatt 9, Fig. 12) ist die Construction der Caissons zu entnehmen, deren hölzerne Decke, welche aus sich kreuzenden Balkenlagen gebildet ist, eine Stärke von 15 bis $21' = 4{\cdot}77$ bis $6{\cdot}4^m$ hat. Zum Bau eines Caissons wurden 250.000^{kg} Eisen und 3140^{kbm} Holz verwendet, daher per $1^{\square m}$ Grundfläche 163^{kg} Eisen und $2{\cdot}0^{kbm}$ Holz.

Zur Förderung des sandigen Aushubmateriales kamen auch hier, jedoch Luft-Sandpumpen zur theilweisen Anwendung; hauptsächlich geschah dieselbe aber mittelst Cum-

mingham'scher Baggerschaufeln, welche in offenen Schächten functionirten, die im Inneren des Pfeilers, unter dem Druck der äusseren Atmosphäre stehend, ähnlich disponirt waren, wie beim Kehler Rheinbrückenbaue, und das Mittel bieten, die dem unteren Ende, vom Arbeitsraume aus, zugeführten Aushubmaterialien mit der genannten Schaufel direct zu heben, ohne den Verschleussungsprocess durchmachen zu müssen.

Es kann jedoch nicht unerwähnt gelassen werden, dass die dieser anscheinend zweckmässigen Einrichtung anhaftende Gefahr von Explosionen, worauf bei Besprechung des Baues der Kehler Brücke hingewiesen wurde, in der That während der Fundirung der East-River-Brücke eingetreten ist. Hiebei wurden Trümmer aus diesen Schächten 150^{m} hoch in die Luft geschleudert, und es war lediglich glücklichen Umständen zu danken, dass der plötzlich sinkende Caisson nur unerheblich beschädigt und nicht gänzlich zertrümmert, auch sonst kein weiteres Unheil angerichtet wurde.

Aus diesen typischen Beispielen der in den Vereinigten Staaten von Nordamerika üblichen Anwendung des pneumatischen Gründungsverfahrens geht hervor, dass als Neuerungen, gleichviel, ob dieselben alle als zweckmässig anerkannt werden können, zu bezeichnen sind: Die Anwendung des Holzes für die Construction der Caissons, die Disposition der Luftschleusse unmittelbar in Verbindung mit dem Caisson, die Anwendung der Sandpumpen zur Förderung des Aushubes, und die Ausfüllung der Arbeitskammern mit Sand anstatt Beton, was vielleicht in Europa, ohne Wissen und Willen der Ingenieure, hie und da auch schon vorgekommen sein mag.

Ich bemerke übrigens, dass auch in der Schweiz in den siebziger Jahren, bei der pneumatischen Gründung einer Brücke über die Aare, ebenfalls hölzerne Caissons angewendet wurden.

Nach Europa zurückkehrend, glaube ich mit der Erwähnung einer unlängst von der Unternehmung Klein, Schmoll & Gaertner eingeführten Neuerung die

Schilderung der historischen Entwicklung des pneumatischen Fundirungsverfahrens schliessen zu können.

Es wurde nämlich bei Fundirung der Elbebrücke bei Aussig der österreichischen Nordwestbahn im Jahre 1873, in Berücksichtigung des Umstandes, dass der die Basis bildende Felsen auf geringer Tiefe anzutreffen war, und dass auch die Pfeiler keinen grossen Querschnitt hatten (45·15$^{\square m}$ Basis), die normale Höhe der Arbeitskammer von 2·20^{m} auf 1·60^{m} reducirt, und hiemit auch das Gewicht der eisernen Caissons.

Auch beim Bau der Salzburger Staatsbrücke über die Salzach (siehe Blatt 8, Fig. 10) wurde die Höhe der Arbeitskammern mit 1·60^{m} beibehalten, obschon die Strompfeiler eine Länge von 17.69^{m} bei 3·70^{m} Breite, mithin eine Fläche von 61·68$^{\square m}$ besitzen, indem nach den vorhandenen Aufschlüssen über die Beschaffenheit des Untergrundes, eine Fundirungstiefe von nur 6·0^{m} in's Auge gefasst war. Es wurde daher auch die Construction der Caissons so leicht als irgend thunlich durchgeführt, so dass deren Gewicht per 1$^{\square m}$ Grundfläche nur 287^{kg} beträgt.

Allerdings stellte es sich nachträglich als nothwendig heraus, mit der Fundamentbasis der Strompfeiler bis auf die Tiefe von 9·0^{m} unter Nullwasser zu gehen, was übrigens ohne irgend welche Anstände zur Ausführung gelangte, wenn auch mit etwelchen Unbequemlichkeiten für die Arbeiter verknüpft, da dieselben im Caisson nicht aufrecht stehend ihren Dienst versehen honnten.

Es kann die Reduction der Höhe der Arbeitskammern, und damit die Verminderung des, einen wesentlichen Preisfactor bildenden, Eisengewichtes der Caissons bei entsprechenden Verhältnissen als eine zweckmässige Neuerung bezeichnet werden, besonders empfehlenswerth bei kleineren, sehr ökonomisch herzustellenden Objecten.

Indem hiemit vom Jahre 1840 angefangen bis zur Gegenwart die schrittweise Entwicklung der pneumatischen Gründungsmethode in einem kurzen Ueberblicke gekenn-

zeichnet ist, empfiehlt es sich, die Frage zu beantworten, ob durch die Pariser Weltausstellung von 1878 Bauwerke zur Kenntniss gebracht wurden, welche einen bemerkenswerthen Fortschritt auf diesem Gebiete erkennen lassen. — Bei meinen, freilich nicht sehr eingehenden, Studien an Ort und Stelle ist mir keine wesentliche Neuerung in der Anwendung des pneumatischen Verfahrens aufgestossen, dennoch dürfte die Mittheilung über einige hieher gehörige Ausstellungsobjecte Interesse besitzen.

Von dem französischen Marineministerium wurde das Modell eines Caissons ausgestellt, der gegenwärtig von der Unternehmung Hersent & Langlois ausgeführt wird. Dieser Caisson, welcher für den Hafen von Toulon bestimmt ist, und ein gleicher für ein zweites Dock, umfasst ein Trockendock in seiner Totalität, so dass derselbe eine Länge von 144·0^{m}, eine Breite von 41·0^{m}, daher die enorme Basis von 5904$^{\square m}$ besitzt, und 19·81^{m} hoch über die Unterkante mit den Umfassungsblechen reicht. Das Eisengewicht beträgt 2 Millionen Kilogramm.

Im Ausstellungspavillon des französischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten befanden sich Zeichnungen der pneumatisch fundirten Widerlager der gewölbten Brücke, mit einem Halbkreisbogen von 40·0^{m} Spannweite, bei Collonges über den Rhône, der bei Hochwasser dort 5·0^{m} Geschwindigkeit per Secunde besitzt. Die Luftschleusse ist hier im Innern der Arbeitskammer unter dem Plafond des Caissons angebracht, welcher 10·50^{m} lang und 10·0^{m}, respective 7·50^{m} breit ist; zu demselben führt ein, aus drei Abtheilungen bestehender, viereckiger eiserner Schacht, 2·85^{m} × 1·15^{m}, dessen mittlerer Theil für das Herabsteigen der Arbeiter und die Luftleitung dient, und die beiden äusseren Abtheilungen für die Auf- und Abwärtsbewegung der Kübel zur Förderung des pneumatischen Aushubes. Das Verschleussen der Kübel geschieht durch das Passiren enger viereckiger, mit Klappen verschliessbarer Kasten von 0·85^{m} im Gevierte, die auf der Luftschleusse angebracht sind.

Der diesen Bau im Jahre 1870 leitende Ingenieur Sadi Carnot, jetzt Unterstaatssecretär im Ministerium für öffentliche Arbeiten, hält diese Disposition, die uns aus Amerika bekannt ist, für zweckmässig und ökonomische Vortheile bietend, was sich seiner Ansicht nach dadurch bestätige, dass der Kubikmeter pneumatische Aushub 23·50 Francs, und das Fundament eines auf 6·0^{m} unter Normalwasser versenkten Widerlagers 80.000 Francs gekostet habe. Der Preis des Kubikmeters Fundament ergibt sich hieraus zu 133 Francs (= 62·24 fl. ö. W.), während unsere hiesigen pneumatischen Fundirungen der Brückenwiderlager, bei viel höheren Eisenpreisen, unter Anwendung unseres Systemes theils nicht höher, theils billiger zu stehen kommen.

In demselben Pavillon war die Zeichnung einer Taucherglocke, und dieselbe in natura nebst Manipulations-Schiff in der Seine, ausgestellt, bestimmt zur Ausführung von Reparaturen an Wehren und Schleussen unter Wasser und bei starker Strömung der Seine; endlich auch, um damit Röhrenfundirungen auszuführen.

Der Apparat ist in der Mitte eines eisernen Schiffes von 32·0^{m} Länge und 7·3^{m} Breite, und zwar in einem achteckigen Ausschnitte derart angebracht, dass sich derselbe in verticalen Führungen frei bewegen kann.

Die Glocke besteht aus zwei eisernen concentrischen Cylindern von 5·20^{m}, respective 1·90^{m} Durchmesser, und der entstehende ringförmige Zwischenraum enthält eine Reihe von luftdicht abgeschlossenen Zellen, welche je nach Belieben mit Wasser oder comprimirter Luft gefüllt werden können, wodurch die Regulirung der Bewegung der Glocke geschieht.

Der mittlere Cylinder dient als Einsteigrohr in die Luftschleusse, welche unmittelbar über der Arbeitskammer angebracht ist, deren Durchmesser ebenfalls 5·20^{m}, bei 3·0^{m} respective 5·0^{m} Höhe beträgt.

Die Verständigung von aussen mit dem Arbeitspersonale in der Glocke soll durch ein akustisches Rohr erzielt

werden, an dessen einem Ende eine vibrirende Membrane befindlich ist. Dieser ganze Apparat, welcher für Arbeiten bis $4{\cdot}5^{m}$ unter Wasserspiegel bestimmt ist, kostete mit Einschluss des Manipulations-Schiffes und der ganzen Ausrüstung an Luftpumpen und Requisiten 176.000 Francs.

In dem Schiffe sind zwei luftdichte Abtheilungen von zusammen 60^{kbm} Volumen angebracht, mittelst welcher der Tiefgang des Apparates in den Grenzen von 0·80 bis $1{\cdot}20^{m}$ variirt werden kann.

Die Idee zu dieser Glocke *) rührt von dem Senator Krantz her, die Ausführung erfolgte 1876—77 in den Ateliers von Claparède & Cie. in St. Denis.

Endlich ist ein, wenn auch die Brückenfundirungen nicht unmittelbar berührendes, durch Modell und Zeichnungen auf der Ausstellung illustrirtes Verfahren des belgischen Ingenieurs L. Taskin erwähnenswerth, um horizontale Gallerien, z. B. Tunnel unter Meeresarmen, pneumatisch vorzutreiben, wobei daran erinnert wird, dass Professor Winkler im Jahre 1873 zu diesem Zwecke auch ein, hievon allerdings ganz abweichendes Project veröffentlicht hat.

Hiemit bin ich am Schlusse der historischen Uebersicht über die Entwicklung des pneumatischen Fundirungs-

---

*) Es wird daran erinnert, dass auf der Weltausstellung in Wien 1873 eine Taucherglocke in der dänischen Abtheilung durch Beschreibung illustrirt war, welche zur Fundirung eines runden Pfeilers, von $5{\cdot}77^{m}$ im Durchmesser, im Hafen von Kopenhagen gedient hatte. Nach Durchdringung einer Schlammschichte von $1{\cdot}73^{m}$ Stärke wurde das Pfeilermauerwerk, bei $7{\cdot}54^{m}$ Wassertiefe, auf den ausgeebneten Kalkfelsen im Schutze der Glocke aufgesetzt.

Auch beim Baue des zweiten Trockendocks in Pola, im Jahre 1874, gelangte eine Taucherglocke zur Anwendung. Hiebei wurde für die aus Santorinblöcken bestehenden Umfassungsmauern die Fundamentbasis dadurch hergestellt, dass mittelst der Taucherglocke die, den verwitterten Karstfelsen bedeckende Schlammschichte abgeräumt, der Felsen (bis zu Wassertiefen von 12^{m}) abgeglichen und darauf eine ebene Mauerfläche hergestellt wurde.

verfahrens und gleichzeitig an dem Puncte angelangt, an welchen sich die generelle Beschreibung der Pfeilerfundirung der Brücke über die Elbe bei Hohnsdorf-Lauenburg der Hannover'schen Staatsbahn anknüpfen lässt, wobei ich mich auf die beiliegenden Zeichnungen, Blatt 9, Fig. 13—18, beziehe.

Fundirung der Pfeiler der Brücke über die Elbe bei Hohnsdorf-Lauenburg der Hannover'schen Staatsbahn.

Die drei Bahngesellschaften, welche an der im Jahre 1864 errichteten Dampffähre über die untere Elbe zwischen Hohnsdorf und Lauenburg interessirt waren, vereinigten sich in den siebziger Jahren zum Zwecke der Erbauung einer stabilen doppelgeleisigen Eisenbahn-Brücke an dieser Stelle, und übertrugen der Direction der königl. Hannover'schen Staatsbahn die Durchführung dieses Baues.

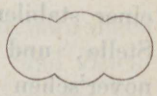
Das Project hiefür wurde 1875 unter der Oberleitung des damaligen Bau- und Betriebs-Inspectors Grüttefien von dem Abtheilungs-Baumeister Wiesner in Hannover ausgearbeitet, wonach die gesammte lichte Durchflussweite von $448{\cdot}0^{m}$ in zwei Drehöffnungen zu $14{\cdot}0^{m}$, drei Stromöffnungen zu je $100{\cdot}0^{m}$ und drei Fluthöffnungen zu je $40{\cdot}0^{m}$ lichter Spannweite eingetheilt erscheint, woraus sich mithin neun Pfeiler ergeben, und zwar zwei Landpfeiler, ein Drehpfeiler, vier Strompfeiler und zwei Inundationspfeiler.

Ueber die Art der zu wählenden Fundirung für diese Pfeiler wurden sehr umfassende Vorstudien gemacht, auf welche der geheime Ober-Baurath Schwedler seitens des Ministeriums in Berlin einen massgebenden Einfluss nahm, und wobei sich auch die Unternehmung Klein, Schmoll & Gaertner in Wien insoferne betheiligte, als sie Projecte und Ausführungs-Propositionen für eine Caissonfundirung zur Vorlage brachte, die jedoch in dieser Form nicht angenommen wurden.

Unter Berücksichtigung der Beschaffenheit des Untergrundes, welcher auf grosse Tiefen aus einem scharfkörnigen Sande, theilweise mit Torf, Kies und Thon gemengt,

besteht, und der wechselnden Lage der Stromrinne, in Verbindung mit starken Kolkungen und Verlandungen, wurde principiell ursprünglich für die Fundirung der im Flussbette liegenden Pfeiler das pneumatische Verfahren, und für die übrigen Pfeiler die offene Brunnenversenkung in Aussicht genommen.

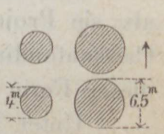
Nachdem, wie erwähnt, die vorgeschlagene Gründung mittelst eiserner Caissons verworfen worden war und man sich für gemauerte Fundamentkörper entschieden hatte, gab die Feststellung der geeignetsten Form für dieselben Anlass zu den verschiedensten Projecten, unter Anderem, angeregt durch Schwedler, auch zu einem solchen mit nebenstehendem Grundriss, um sich der gewöhnlichen Form der Pfeiler möglichst zu nähern, welche Idee jedoch nicht weiter verfolgt wurde.



Schliesslich kam man wieder auf die Disposition zurück, die aus der Zeichnung auf Blatt 9, Fig. 13, ersichtlich ist, daher der allgemeinen Anlage entspricht, wie bei der Rheinbrücke nächst Düsseldorf.

Die beiden gemauerten runden Brunnen, welche das Fundament eines Pfeilers bilden, werden nach deren Fundirung durch ein unter Nullwasser liegendes Gewölbe mit einander verbunden, worauf der weitere Aufbau über Wasser im vollen Querschnitte des Pfeilers zur Ausführung gelangt.

Die Durchmesser der Brunnen variiren bei den verschiedenen Pfeilern, und betragen $9{\cdot}0^{m}$ bei dem runden Drehpfeiler, $8{\cdot}0^{m}$ bei den Strompfeilern, $5{\cdot}5^{m}$ bei den Fluthpfeilern, $6{\cdot}0^{m}$ bei dem Lauenburger Widerlager, welches auch auf zwei Brunnen fundirt wurde; endlich erhielten bei dem Hohnsdorfer Landpfeiler die vier Brunnen, welche nach nebenstehender Skizze das Fundament bildeten, die vorderen $6{\cdot}5^{m}$ Durchmesser, und $4{\cdot}0^{m}$ Durchmesser die rückwärtigen Brunnen.



Das in Deutschland besonders bei Staatsbauten übliche System der Bauvergebung im Klein-Accorde, wobei sogar Material-Lieferung und Arbeitsleistung getrennt werden, gestattete nicht die Uebertragung

der gesammten Fundirungsarbeiten an eine General-Unternehmung, es gereichte aber dennoch meiner Firma zur grossen Ehre, dass ihre Propositionen für die Uebernahme der pneumatischen Fundirungsarbeiten seitens der königlichen Direction für so vortheilhaft erachtet wurden, dass sich letztere entschloss, dieses Verfahren nun für sämmtliche Pfeilergründungen zur Anwendung zu bringen, und sodann diese Arbeiten im Sommer 1876 auf folgender Grundlage an dieselbe zur Ausführung übertrug:

Die Fundirung sämmtlicher 19 Brunnen muss, mit August 1876 anfangend, bis spätestens Ende 1877 vollendet sein, wobei die königliche Bauverwaltung die bis zur Flusssohle herabgelassenen, fertig gemauerten Fundamentkörper der Unternehmung zur pneumatischen Versenkung, unter ihrer eigenen Verantwortung, bis auf die erforderlichen Tiefen übergibt. — Die Fundirungstiefen betragen bei den Pfeilern im Flussbett circa $12{\cdot}0^{m}$ unter Niederwasser, bei den anderen Pfeilern circa $7{\cdot}0^{m}$.

Ferner hat die Unternehmung die Ausbetonirung der Arbeitskammern der Pfeiler in comprimirter Luft auszuführen, und die gesammten erforderlichen pneumatischen Apparate, Maschinen und Werkzeuge beizustellen, und deren Betrieb selbst zu besorgen.

Als Entschädigung erhält die Unternehmung für 1^{kbm} pneumatisch geförderten, im Auftrag gemessenen Aushub den Betrag von 17·20 R. M., etwa 9·75 fl. ö. W., und für die Anfertigung, sowie Einbringung des Betons in comprimirter Luft, ohne Material-Lieferung, für 1^{kbm} den Betrag von 27·90 R. M. = 15·80 fl. ö. W.

Sollten bei der Fundirung Hölzer, Steine oder andere grössere Gegenstände vorkommen, so wird für die pneumatische Förderung von Stücken über $0{\cdot}1^{kbm}$ Inhalt der Betrag von 115 R. M. = 65·40 fl. ö. W. per Kubikmeter vergütet.

Endlich wurde bestimmt, dass nach vollendeter entsprechender Versenkung eines jeden Fundamentkörpers

die Zurückgabe desselben an die Bauverwaltung zu geschehen habe.

Auf diesen Grundlagen, deren Mittheilung Interesse haben dürfte, wurden die Fundirungsarbeiten Anfang September 1876 begonnen. — Die einige Neuerungen aufweisende Construction der Fundamentkörper kam in nachstehender Weise zur Ausführung.

Die gemauerten Brunnen besitzen, wie dies aus der, die Strompfeiler darstellenden Zeichnung, Blatt 9, Fig. 13 und 16, ersichtlich ist, an ihrem unteren Ende einen schmiedeisernen Schuh von $0{\cdot}40^{m}$ Höhe, welcher mit zwei verticalen Eisen von je 13^{mm} Dicke die Schneide bildet, die mit einem Winkeleisen von $80/80^{mm} \times 10^{mm}$ und entsprechenden Absteifungen mit der oberen ringförmigen Platte von $0{\cdot}29^{m}$ Breite und 10^{mm} Stärke verbunden ist, und das Auflager abgibt für drei übereinander liegende und sich übergreifende Bohlenkränze aus Rothbuchenholz von je $0{\cdot}080^{m}$ Stärke, welche, untereinander fest verbunden, an den Winkelkranz verschraubt und mit Theer gut calfatirt sind.

Zwischen dem ersten Bohlenkranze und der eisernen Ringplatte liegt ein getheerter Dachfilz, und auf der obersten Bohlenlage ist ein Theerstrich mit Sandelung angebracht, damit der Mörtel des Mauerwerkes anbindet.

Auf dieser Basis erfolgt nun die Aufmauerung der eigentlichen Arbeitskammer mit Ziegelmauerwerk, und zwar am Umfange mit einer Verkleidung von Klinkern, 17 Schaaren hoch, $1{\cdot}875^{m}$ über die Schneide reichend, wobei Läufer mit Binderschaaren abwechseln und die Ziegel einfach in ihrer rechteckigen Form versetzt und nicht nach der dem Kreissector entsprechenden Gestalt zugehaut werden, so dass sich keilförmige Fugen bilden.

Im Innern wird durch Auskragung der nur als Binder versetzten, aus Klinkern bestehenden Schaaren in der aus der Zeichnung zu entnehmenden Weise allmälig die Arbeitskammer domartig geschlossen.

Das Füllmauerwerk und auch die Umfangsverkleidung über der 17. Schaar besteht aus gewöhnlichen Backsteinen

von dem Formate 65 × 115 × 240^{mm}, so dass 400 Stück auf 1^{kbm} Mauerwerk aufgehen.

Die Zwischenräume zwischen den inneren und äusseren Schaaren der Arbeitskammer sind grundsätzlich durch Binder hergestellt, und werden nur nach Bedarf, um die verticale Fugendeckung zu erzielen, einzelne Läuferkränze eingelegt. Der angewendete Mörtel besteht aus einem Theil Lüneburger Portland-Cement und einem Theil Sand für die Verkleidungs- und unteren Schaaren, und aus zwei Theilen Sand für das Innere bei grösserer Dicke des Mauerwerkes.

Im oberen Schenkel des eisernen Schuhes sind Löcher von 45^{mm} Durchmesser angebracht zur Aufnahme und Befestigung von Hängeschrauben, zum Zwecke der Herablassung der Fundamentkörper von den Baugerüsten auf die Flusssohle. Die Anzahl der Schrauben richtet sich nach der Grösse der Brunnen, und erforderten z. B. jene für die Strompfeiler, von 8·0^{m} Durchmesser, je 24 Stück Schrauben.

Der Abschluss der Arbeitskammer wird in dem ellyptischen gemauerten Schachte durch eine in der Höhe von 0·75 bis 1·0^{m} eingemauerte eiserne Platte von 10^{mm} Stärke gebildet, welche durch Consolen mit einem 0·60^{m} hohen eisernen, ovalen Ansatzrohre vernietet ist. Endlich sind im Innern eine Anzahl von Ankern aus Rundeisen, 20^{mm} stark, angebracht, um das Mauerwerk mit dem eisernen Schuh zu verbinden.

Das gesammte in den Fundamentkörpern aufgehende Eisengewicht beträgt z. B. bei einem Brunnen der Strompfeiler von 8·0^{m} Durchmesser, daher 50·26$^{\square m}$ Grundfläche:

Für den eisernen Schuh	3329^{kg}
„ die Abschlussplatte mit Ansatzrohr . .	560^{kg}
„ 19 Stück Maueranker	273^{kg}
zusammen ein Eisengewicht von	4162^{kg}
oder per 1$^{\square m}$ Grundfläche	83^{kg}.

Für die pneumatische Förderung des Aushubes dienten die bekannten Apparate meiner Firma, indem die Einrichtung getroffen war, dass der obere Flantsch des erwähnten vermauerten Ansatzrohres nach der Chablone gebohrt wurde,

welche zu den Schachtröhren, die zu diesen Apparaten gehören, genau passt.

Ein Moment, welches bei Inangriffnahme dieser Arbeiten von grosser Bedeutung war, bestand in der Frage des Bedarfes an comprimirter Luft bei ganz gemauerten Arbeitskammern, deren Versenkung unmittelbar nach der Vollendung der Mauerung, daher vor vollständiger Erhärtung des Mörtels, vorzunehmen war.

Allerdings ist die der comprimirten Luft ausgesetzte Fläche der gemauerten Arbeitskammern, trotz der bedeutenderen Höhe, nur unerheblich grösser als die Berührungsflächen bei einem eisernen Caisson, allein es musste vorausgesetzt werden, dass in Folge der zahlreichen Fugen des Mauerwerkes die Dichtheit der Kammer eine wesentlich geringere sein werde, als bei einem gut genieteten Caisson.

Es wurde daher auch durch sorgfältige Verstreichung der Fugen, Ueberziehung der inneren Flächen mit einem Cementguss und insbesondere sehr aufmerksame Ausführung des Mauerwerkes für möglichste Dichtheit Vorkehrung getroffen.

Bei dem zuerst in Angriff genommenen Brunnen des, dem linken Ufer zunächst gelegenen Strompfeilers, wo die Mauerung unter genauer Controle sehr sorgfältig ausgeführt wurde, zeigte sich nun bei Beginn der pneumatischen Fundirung am 7. September 1876, dass die Dichtheit eine überraschend befriedigende war, so dass es späterhin möglich wurde, nachdem der zweite Brunnen dieses Pfeilers auch zur Versenkung eingerichtet war, dieselbe bei beiden Fundamentkörpern, von zusammen $2 \times 50{\cdot}26 = 100{\cdot}52^{\square m}$ Querschnitt, mit demselben Gebläse gleichzeitig zu betreiben, obschon die Cote des Eindringens in den Boden und unter Wasser, daher auch der Druck der comprimirten Luft ein ganz verschiedener war, und z. B. bei dem einen Brunnen der Wassersäule von $14{\cdot}19^{m}$, bei dem anderen Brunnen einer solchen von $10{\cdot}65^{m}$ entsprach.

Das gleichzeitige Versenken der verschieden tief stehenden Brunnen durch dasselbe Gebläse wurde vermittelt

durch Einschaltung eines regulirbaren Absperrventiles in die betreffenden Luftleitungen.

Das hiebei verwendete horizontale Dampfgebläse hat einen Gebläse - Cylinder - Durchmesser von $0{\cdot}471^{m}$ und einen Hub von $0{\cdot}471^{m}$, liefert daher bei dem normalen Gange von 45 Umdrehungen per Minute und einem Nutzeffect von 0·75, ein Luftquantum von 332^{kbm} per Stunde, wobei ich bemerken kann, dass dieses Gebläse für eine Caissonfundirung, mit einer Grundfläche des Caissons von $100{\cdot}52^{\square m}$, und einer Tiefe der Versenkung unter Wasser von circa $10{\cdot}0^{m}$, selbst bei einem forcirten Gange von 60 Umdrehungen per Minute, nicht ausreichen würde.

Für Collegen, welche sich für diesen Gegenstand besonders interessiren, bemerke ich, dass seitens meiner Unternehmung ganz genaue Aufschreibungen und Beobachtungen über den Gang der Gebläse und den Luftverbrauch gemacht wurden, die in geeigneter Form seinerzeit wohl zur Veröffentlichung gelangen werden.

Ich muss nun freilich hier gleich hinzufügen, dass bei den folgenden zur Versenkung kommenden Arbeitskammern die Dichtheit derselben eine erheblich geringere war, so dass als ein Haupterforderniss die vorzügliche Ausführung der Maurerarbeit bei Herstellung der Fundamentkörper bezeichnet werden muss, und es nicht gebilligt werden kann, dass dieselbe — wie dies bei diesem Bau geschehen — von den Arbeitern im Accord gemacht wurde.

Die hohe Leistungsfähigkeit der Luftschleussen unseres Systemes bewährte sich auch vollkommen bei diesen Arbeiten, allerdings begünstigt durch die Beschaffenheit des Aushubmateriales; z. B. wurden in 24 Stunden effectiver Arbeitszeit bei dem erwähnten Brunnen des ersten Strompfeilers 36^{kbm} Aushub, im Auftrage gemessen, gefördert, daher per einer Arbeitsstunde $1{\cdot}5^{kbm}$.

Der Arbeitsgang bei den Fundirungen war ein solcher, dass noch im Jahre 1876 die beiden Brunnen des einen Strompfeilers und die vier Brunnen des linken Widerlagers versenkt und ausbetonirt wurden, wobei die erheblichen

Schwierigkeiten zu erwähnen sind, welche bei letzterem Fundament dadurch entstanden, dass bei der Versenkung ein alter Uferschutzbau, aus Granitfindlingen bestehend, zu durchdringen war, wobei sogar in den beiden rückwärtigen kleinen Brunnen von 4·0^m Durchmesser, 68 Sprengschüsse in comprimirter Luft nothwendig wurden.

In Folge der unachtsamen Handhabung der Hängeketten bei der Herablassung des einen vorderen Brunnens auf den Flussgrund und einseitiges Aufsitzen desselben, entstand, ehe der Brunnen der Unternehmung zur Versenkung übergeben worden war, ein Riss in dessen Mauerwerk, so dass das Wasser nicht mehr aus der Arbeitskammer verdrängt werden konnte. Die erforderlichen Reparaturen, durch Einziehen von Eisenringen mittelst Tauchern und Verdichtung des Mauerwerkes verursachten eine Arbeitsunterbrechung von 11 Tagen.

Ueber Winter mussten sodann sämmtliche Arbeiten wegen des Eisganges auf der Elbe eingestellt werden, wobei Stauungen des Eises und Wassers bis 4·5^m über das gewöhnliche Niveau vorkamen, und konnten überhaupt in Folge des anhaltenden Hochwassers die Fundirungsarbeiten erst am 8. Mai 1877 wieder aufgenommen werden.

Während dieser Zwangspause im Fortschritte des Brückenbaues, wurde über Anregung des geheimen Oberbaurathes Schwedler von dem Abtheilungs-Baumeister Wiesner in Lauenburg ein neues Project für eine veränderte Construction der Fundamentkörper der Strompfeiler ausgearbeitet, indem sich die nachträgliche Verbindung der beiden runden Brunnen als sehr zeitraubend und unzweckmässig herausgestellt hatte, und es wünschbar erschien, den Aufbau des Peilers unmittelbar auf einen zusammenhängenden Unterbau aufsetzen zu können.

Das erste Resultat dieser Studien ist auf Blatt 9 in Fig. 13 verdeutlicht, wonach das Fundament eine ellyptische, die ganze Pfeilerbasis umschliessende Grundform erhalten sollte, was für die grosse Achse der Ellypse 15·6^m und für die kleine Achse 6·96^m Abmessung ergab.

Für den eisernen Schuh wurde im Wesentlichen die frühere Construction beibehalten, mit welchem wiederum ein dreifacher Bohlenkranz verbunden war, auf den sich das Ziegelmauerwerk aufsetzte, im Innern sich in concentrischen Ellypsen zum Abschluss der Arbeitskammer verjüngend. Der grossen Basis von $85 \cdot 23 \square^m$ entsprechend, waren für die Förderung des Aushubes zwei Luftschleussen in Aussicht genommen, wodurch die Herstellung zweier ellyptischer Schächte erforderlich wurde, welche die aus der Zeichnung ersichtliche etwas gewagte Verschneidung der Mauerwerksmassen zur Folge hatte.

Beim Anblick dieser complicirten, in der Hauptsache nur aus Ziegelmauerwerk bestehenden Arbeitskammer, wird man den wenig vertrauenerweckenden Eindruck theilen, den dieses Project bei den mit der eventuellen Durchführung desselben betrauten Organen hervorrief, insbesondere unter Berücksichtigung der grossen Abmessungen und des Gewichtes, welches diese durch keine Querverbindung versteifte Masse beim Herablassen auf die Flusssohle repräsentirt hätte. Die Ausführung der Fundamentkörper nach diesem Projecte unterblieb daher auch, aber der Wunsch, dieselben für die verbleibenden Strompfeiler in zusammenhängender Form herzustellen, veranlasste weitere Studien, die zu dem Projecte führten, welches auf Blatt 9, Fig. 15, 17, 18, dargestellt ist.

Die Grundrissform zeigt hier zwei sich schneidende Ellypsen, welche zusammen die Pfeilerbasis umschliessen, deren kleine Achse $6 \cdot 948^m$, die grosse Achse $12 \cdot 10^m$, dagegen die Länge zusammen $16 \cdot 10^m$ beträgt, eine Grundfläche von $94 \cdot 3 \square^m$ ergebend. Bei dem Schnittpuncte der Ellypsen sind die Mauerkörper durch eine Quermauer verspannt und in zwei Theile getheilt, zwischen welchen jedoch durch eine Oeffnung in derselben eine Verbindung hergestellt ist.

Der eiserne Schuh am Umfange der Ellypsen ist in früherer Weise construirt, dagegen ragt die eiserne Schneide der Verbindungsmauer nicht auf die Tiefe des Schuhes, um

ein vorzeitiges Aufsitzen derselben zu vermeiden, und ist leichter construirt.

Die drei Bohlenkränze sind in gewohnter Weise angebracht, und auf denselben erhebt sich das Ziegelmauerwerk, im Innern concentrisch mit der ellyptischen Form des Umfanges sich verjüngend und die Arbeitskammer bildend, welche durch die erwähnte Quermauer in zwei Theile getheilt ist. Jeder dieser Theile schliesst mit einem ovalen Schachte ab, in welchem mit einer vermauerten Platte ein eisernes Ansatzrohr eingesetzt ist, zum Zwecke der Verbindung mit den pneumatischen Förderapparaten in bereits geschilderter Weise.

Dieses Project gelangte schliesslich für die Ausführung der Fundamentkörper von zwei Strompfeilern zur Annahme, und wurde wegen der schwierigeren Arbeitsdisposition und grösseren Anzahl der erforderlichen Apparate der Preis der pneumatischen Förderung des Aushubs bei denselben, unter sonst gleichen Bedingungen, um 10 Percent, daher auf 18·72 R. M. = 10·72 fl. ö. W. per 1^{kbm} erhöht.

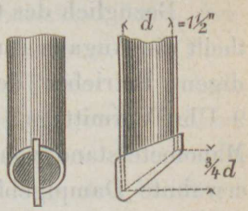
Mit Anfang der Bau-Campagne 1877 wurde die Fundirung des Drehpfeilers und des zweiten Strompfeilers, dieser noch nach dem ursprünglichen Projecte mit zwei Kammern von $8·0^{m}$ Durchmesser, in Angriff genommen, worauf die Fundirung der zwei Strompfeiler nach dem modificirten Projecte und jener Pfeiler folgte, welche auf dem Fluthgebiete liegen.

Die Versenkung der Fundamentkörper nach dem neuen Projecte für die Strompfeiler ging ohne erhebliche Störungen von Statten, und zeigte sich auch hiebei die verhältnissmässig ganz befriedigende Dichtheit dieser gemauerten Arbeitskammern, indem bei deren Grundfläche von $94·3^{□m}$ und z. B. einer Wassersäule von $11·68^{m}$ Höhe das vorerwähnte Gebläse mit 48 Umdrehungen per Minute vollkommen genügte um die erforderliche comprimirte Luft zum Betriebe zu liefern. Die eigentliche Dauer der Versenkung betrug bei diesen Strompfeiler-Fundamenten, 20 Tage für den Pfeiler IV bei $10·49^{m}$ Eindringen in den Boden

(13·19^{m} unter Mittelwasser) und 22 Tage für den Pfeiler V mit 11·25^{m} Eindringen in den Boden (13·24^{m} unter Mittelwasser), wobei die verschiedenen Unterbrechungen im Betriebe nicht abgezogen sind.

Ich möchte mir nun erlauben noch mit einigen Worten die Versuche mitzutheilen, die wegen der günstigen Beschaffenheit des Terrains mit einem Sandgebläse zur Förderung des Aushubes aus der Arbeitskammer gemacht wurden.

Das hiebei angewendete Sandgebläse, wie sich dasselbe nach mannigfachen Vorversuchen als für diesen Fall am geeignetsten herausgestellt hatte, besteht einfach aus einem in das Mauerwerk des Fundamentkörpers eingesetzten Gasrohre von $1^{1}/_{2}$" englisch = 38·1^{mm} lichtem Durchmesser, dessen oberes, über das im Bau begriffene Fundament hervorragendes Ende abgekrümmt ist, damit das aus der stumpf gelassenen, mit einem Hahne abschliessbaren Mündung strömende Aushubmaterial in ein bereit stehendes Transportgefäss geleitet wird. Das untere Ende des Gasrohres, welches in die Arbeitskammer reicht, ist ebenfalls mittelst eines Hahnes abschliessbar und besitzt ein Mundstück nebenstehender Construction, die sich für das vorkommende Material, nach verschiedenen Versuchen, als am zweckmässigsten erwiesen hat.



Der Durchmesser dieses, am unteren Ende schief abgeschnittenen, Mundstückes beträgt ebenfalls 38·1^{mm}, und ist dasselbe durch eine gebogene Stahlschneide in zwei Theile getheilt, wodurch das Eindringen von grösserem Geschiebe, Holzstücken und Thonklumpen verhindert wird.

Da die Mittheilung des Förderresultates, das mit diesem Sandgebläse erzielt wurde, bei welchem einfach nach Oeffnen der beiden Hähne durch Ausblasen der comprimirten Luft das Material mit fortgerissen wird, von Interesse sein dürfte, so greife ich z. B. die gemachten Betriebsbeobachtungen bei dem Fundament des Strompfeilers IV, mit der doppel-

ellyptischen Grundform der Arbeitskammer, von 94·3$^{\square m}$ Basis, heraus.

Das Aushubmaterial bestand theilweise aus reinem Sand, theils mit Kies oder Thon und Holzresten vermischt, so dass die Förderung mit dem Gebläse nur dann eingeleitet werden konnte, wenn der Kies nicht zu grob oder die Beimengung des Thones und der Holzreste nicht zu bedeutend wurde.

Insgesammt wurden bei diesem Fundament 403·1^{kbm} Aushub mit dem Sandgebläse in zusammen 259 Arbeitsstunden gefördert, daher im Durchschnitt per eine Arbeitsstunde = 1·556^{kbm} Aushub, so dass bei dem Durchmesser des Mundstückes von 3·81^{cm}, was einer Fläche von 11$^{\square cm}$ entspricht, per 1$^{\square cm}$ Nettoquerschnitt desselben und Stunde im Durchschnitt 0·141^{kbm} Material gefördert wurde. Hiebei betrug im Mittel die verticale Länge des Blasrohres 11·45^{m}, die Länge der horizontalen Stücke 1·80^{m} und die Länge in den Krümmungen 1·20^{m}, daher im Mittel die Gesammtrohrlänge 14·45^{m}.

Bezüglich des Consums an comprimirter Luft hiebei ertheilt die Angabe Aufschluss, dass z. B. während des 36stündigen Betriebes des Sandgebläses vom 25. Juli 1877, 9 Uhr Vormittags, bis 26. Juli 9 Uhr Abends, bei einem Manometerstand von 1·2 Atmosphären, das bereits mehrfach erwähnte Dampfgebläse, wenn das Sandgebläse nicht im Gange war, 48 Umdrehungen, und bei Betrieb desselben dagegen 60 Umdrehungen per Minute machte, im Durchschnitt stellte sich als Beobachtungsresultat heraus, dass bei 0·78 Atmosphären Manometerstand, bei Nichtbetrieb des Sandgebläses, die Lupftpumpe 39 Umdrehungen machte, und dass bei Betrieb des Sandgebläses sich die Tourenzahl auf 49 per Minute erhöhte.

Schliesslich sei mir noch gestattet zu erwähnen, dass am 16. August 1877 das letzte Fundament beendet wurde, so dass die Fundirung dieser neun Pfeiler der doppelgeleisigen Eisenbahnbrücke, mit 17 Fundamentkörpern, von in Summa 743·4$^{\square m}$ Grundfläche und bei einem pneuma-

tischen Totalaushube von 8881^{kbm}, die Zeit vom 11. September 1876 bis 16. August 1877 in Anspruch genommen hat. Wird die Dauer der Unterbrechungen vom 29. December 1876 bis 8. Mai 1877 in Abzug gebracht, so verbleiben nur sieben Arbeitsmonate für die Durchführung der gesammten Fundirungsarbeiten.

Für diese beschleunigte Leistung und die anstandslose Abwicklung des ganzen Baugeschäftes wurde der österreichischen Unternehmung die ihr zur grossen Ehre gereichende Anerkennung seitens der vorgesetzten deutschen Behörden ausgesprochen.

Es mag aber auch hier beigefügt werden, dass mit sehr nachahmenswerther Raschheit die Erledigung der Abrechnung erfolgte, und dass schon am 28. September 1877, also nur 42 Tage nach der Arbeitsvollendung, die Restzahlung und Rückgabe der hinterlegten Caution seitens der königl. Eisenbahn-Direction in Hannover angeordnet wurde.

Indem ich hiemit meine Mittheilungen über den Lauenburger Elbe-Brückenbau schliesse und in meinen Auseinandersetzungen das Bestreben gekennzeichnet habe, den gemauerten Arbeitskammern auch bei pneumatischer Fundirung die genaue Querschnittsform der Pfeiler zu geben, sei sie rechteckig oder wie bei Flusspfeilern gewöhnlich an beiden Enden abgerundet, was wohl auch noch erreicht werden wird, lasse ich, ohne in eine Kritik der Vortheile und Mängel der einzelnen Bauausführungen einzugehen, eine Zusammenstellung der Eisengewichte folgen, welche bei der Construction der Caissons (ohne aufgehende Blechhülle) oder der gemauerten Arbeitskammern nachstehender Objecte erforderlich oder präliminirt waren.

Hieran schliesse ich eine Uebersicht der Fundirungskosten sämmtlicher Objecte, bei denen bisher in Oesterreich-Ungarn das pneumatische Verfahren zur Anwendung gelangte.

Diese Kosten sind auf den Kubikmeter des Fundamentkörpers unter Nullwasser reducirt und enthalten alle hierauf entfallenden Beträge.

Baujahr	Name des Ingenieurs	Bezeichnung des Objectes	Grundfläche des Pfeilers	Total-Eisengewicht	Eisengewicht per 1□m Pfeilerfläche
			□Meter	Kilogramm	
1850	Pfannmüller (Project)	Rheinbrücke in Mainz	302·61	15.000	49·60
1853	Brunel-Brereton	Saltashbrücke (England)	100·00	170.000	1700·00
1859	Fleur-St. Denis	Rheinbrücke Kehl	162·40	145.000	890·00
1866/68	Stein-Pichler	Düsseldorfer Rheinbrücke (Stettiner Brücke)	52·17	20.750	397·00
1869/77	Klein-Schmoll-Gaertner	Moderne Fundirungen, z. B. Uferpfeiler der Reichsbrücke in Wien	223·60	94.809	424·00
1877	Klein-Schmoll-Gaertner	Salzachbrücke in Salzburg	61·68	17.750	287·20
1877	Schwedler-Grütteſien-Wiesner	Elbebrücke in Lauenburg (Strompfeiler)	50·26	4.162	83·00

Am Schlusse meiner Abhandlung angelangt, spreche ich meine Ansicht dahin aus, dass das pneumatische Verfahren bei den Brückenfundirungen in der Neuzeit bereits so vervollkommnet und in den Ausführungskosten herabgedrückt ist, wie dies voraussichtlich überhaupt möglich, und dass nur mehr unwesentliche Neuerungen bei demselben in der Zukunft zu gewärtigen sein werden. Gleichzeitig möchte ich bei dieser Gelegenheit der häufig ausgesprochenen Ansicht entgegentreten, dass nämlich diese Fundirungsmethode im Vergleich zu anderen einen bedeutend höheren Kostenaufwand erfordere. Es ist diese Anschauung insoferne irrig, als die pneumatische Gründung sich immer dort als am vortheilhaftesten herausstellt, wo überhaupt die Umstände zur Anwendung dieses Verfahrens Veranlassung geben. Zudem besitzt diese Methode den häufig unschätzbaren Vortheil, nahezu unabhängig von den Wasserständen zu sein, und gestattet den Zeitpunct der Vollendung der Fundirungsarbeiten im Vorhinein mit Sicherheit zu bestimmen.

Schliesslich ist auch nicht zu vergessen, dass dieses Verfahren in manchen Fällen die Ausführung von Bauwerken ermöglicht hat, die sonst und in früheren Zeiten nur mit Aufbietung der grossartigsten Mittel und Kosten — wenn überhaupt — hätten unternommen werden können.

Baujahr	Name des Ingenieurs	Bezeichnung des Objectes	Grundfläche des Pfeilers	Total-Eisengewicht	Eisengewicht per 1□m Pfeilerfläche
			□Meter	Kilogramm	
1850	Pfannmüller (Project)	Rheinbrücke in Mainz	302·61	15.000	49·60
1853	Brunel-Brereton	Saltashbrücke (England)	100·00	170.000	1700·00
1859	Fleur-St. Denis	Rheinbrücke Kehl	162·40	145.000	890·00
1866/68	Stein-Pichier	Düsseldorfer Rheinbrücke (Stettiner Brücke)	52·17	20.750	397·00
1869/77	Klein-Schmoll-Gaertner	Moderne Fundirungen, z. B. Uferpfeiler der Reichsbrücke in Wien	223·60	94.809	424·00
1877	Klein-Schmoll-Gaertner	Salzachbrücke in Salzburg	61·68	17.750	287·20
1877	Schwedler-Grüttefien-Wiesner	Elbebrücke in Lauenburg (Strompfeiler)	50·26	4.162	83·00

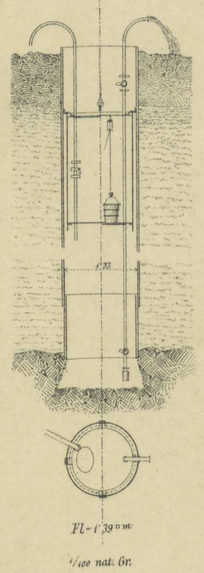
Am Schlusse meiner Abhandlung angelangt, spreche ich meine Ansicht dahin aus, dass das pneumatische Verfahren bei den Brückenfundirungen in der Neuzeit bereits so vervollkommnet und in den Ausführungskosten herabgedrückt ist, wie dies voraussichtlich überhaupt möglich, und dass nur mehr unwesentliche Neuerungen bei demselben in der Zukunft zu gewärtigen sein werden. Gleichzeitig möchte ich bei dieser Gelegenheit der häufig ausgesprochenen Ansicht entgegentreten, dass nämlich diese Fundirungsmethode im Vergleich zu anderen einen bedeutend höheren Kostenaufwand erfordere. Es ist diese Anschauung insoferne irrig, als die pneumatische Gründung sich immer dort als am vortheilhaftesten herausstellt, wo überhaupt die Umstände zur Anwendung dieses Verfahrens Veranlassung geben. Zudem besitzt diese Methode den häufig unschätzbaren Vortheil, nahezu unabhängig von den Wasserständen zu sein, und gestattet den Zeitpunct der Vollendung der Fundirungsarbeiten im Vorhinein mit Sicherheit zu bestimmen.

Schliesslich ist auch nicht zu vergessen, dass dieses Verfahren in manchen Fällen die Ausführung von Bauwerken ermöglicht hat, die sonst und in früheren Zeiten nur mit Aufbietung der grossartigsten Mittel und Kosten — wenn überhaupt — hätten unternommen werden können.

Post Nr.	Zeitpunct der Ausführung	Objects-Bezeichnung	Ausführende Bau-Unternehmung	Anzahl der fundirten Objecte	Fundirungstiefen unter Nullwasser	Kubatur der Fundamente unter Nullwasser	Durchschnitts-Preis pr. 1^{kbm}	Bemerkungen
					Meter	Kubikmeter	fl. ö. W. BV.	
1	1857/58	Theissbrücke, Szegedin 7 Pfeiler aus je 2 Gussröhren von $3{\cdot}0^{m}$ Diameter gebildet. (Gesammt-Fundirungskosten nicht erhältlich.)	Gouin & Cie.	7	4·40—13·50	910·61	29·26	Bezieht sich nur auf die Kosten der pneumatischen Senkung, ohne Maschinenbeistellung und Materialien.
2	1868/70	Donaubrücke, Stadlau	Castor & Cie.	16	8·00—14·02	8943·17	71·01	Allgemeiner Durchschnitt. ½ Silber, ½ Papier. Agio 17%.
3	1869/70	Theissbrücke, Algyö	„ „ „	2	15·38—17·28	1825·92	98·00	Zwei Widerlager. Isolirte Situation.
4	1869/71	Donaubrücke, Linz	„ „ „	6	11·00	5349·08	71·80	Ohne Eingangszoll für Eisen.
5	1869/71	Donaubrücke, Mauthausen	Klein, Schmoll & Gaertner	8	5·12—13·34	4413·01	92·05	Felsiger Untergrund.
6	1869/71	Donaubrücke, Steyeregg	„ „ „ „	7	9·75—14·12	4784·20	76·62	Gewöhnlicher Untergrund.
7	1870/72	Donaubrücke, Nussdorf	„ „ „ „	19	6·50— 15·49	9714·83	68·74	Allgemeiner Durchschnitt.
8	1871/72	Rheinbrücke, Buchs	„ „ „ „	4	8·24—12·66	1240·82	75·46	„ „
9	1871/73	Donaubrücke, Nordbahn (Wien)	„ „ „ „	5	14·16—16·74	6336·44	78·53	„ „
10	1872	Rheinbrücke, St. Margarethen	„ „ „ „	5	7·22—12·98	1466·78	76·73	„ „
11	1872/75	Donaubrücke, Pest (Margarethen)	Gouin & Cie.	7	8·06— 9·96	14688·51	100·83	Approximative Ermittlung.
12	1872/73	Donaucanal Nussdorf (Sperrschiff)	Castor & Cie.	2	9·48	1099·01	87·24	Zwei Widerlager.
13	1872/75	Donaubrücke, Pest, Verbindungsbahn (ohne Hackelsteinverkleidung im Fundament)	Cail & Filleul	5	8·00—10·09	6019·00	47·50 54·13 62·00 65·00	Notorisch hat diese Unternehmung erhebliche Verluste erlitten. Offert Klein, Schmoll & Gaertner. „ Cie. de Fives-Lille. „ Castor & Cie.
14	1872/75	Donaubrücke, Tulln	Cie. de Fives-Lille	6	10·00—12·70	8148·56	66·90	Allgemeiner Durchschnitt.
15	1872/75	Donaubrücke, Franz Josef, Wien	Castor & Cie.	5	10·06—14·00	3890·91	68·91	„ „
16	1872/76	Donaubrücke, Kronprinz Rudolf, Wien	Klein, Schmoll & Gaertner	5	8·99—16·43	9246·94	53·45	Fundirungen Juli 1873 beendet.
17	1872/73	Elbebrücke, Aussig	„ „ „ „	2	5·57— 9·09	661·99	91·97 59·47	Felsiger Untergrund. Gewöhnlicher Untergrund.
18	1873/74	Elbebrücke, Tetschen	„ „ „ „	3	7·29—12·74	3565·62	70·43	Allgemeiner Durchschnitt.
19	1873	Donaubrücke, Pressburg (Der Bau wurde nach der Krisis definitiv 1873 eingestellt.)	„ „ „ „	5	13·00	3804·05 5734·60	86·16 81·97	Durchschnitt für Eisenbahnbrücke allein. Durchschnitt für Eisenbahn- und Strassenbrücke.
20	1875/77	Salzachbrücke, Aerar, Salzburg	„ „ „ „	4	8·00— 9·00	1724·07	58·47	Allgemeiner Durchschnitt.
21	1876/78	Moldaubrücke, Stadt Prag	„ „ „ „	6	6·83— 9·18	5161·14	60·57	„ „
22	1878	Salzachbrücke, Salzburger Actiensteg	„ „ „ „	2	14·75—16·00	134·59	153·23	Zwei Strompfeiler-Fundamente, gebildet je aus einem schmiedeisernen, ausgemauerten Cylinder von $2{\cdot}40^{m}$ Durchmesser.

ENTWICKLUNG DER PNEUMATISCHEN FUNDIRUNGSMETHODE.

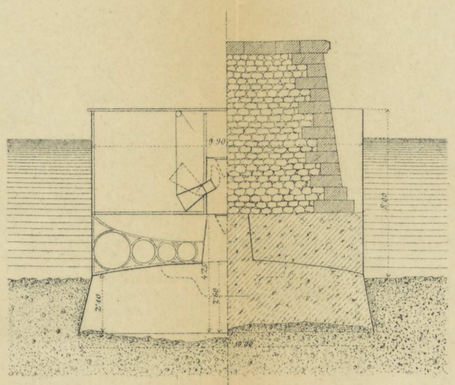
Fig. 1.
Schachtabteufung bei Chalonnes.
Ing. Triger.
1840.



Fl.= 1·39 □m.

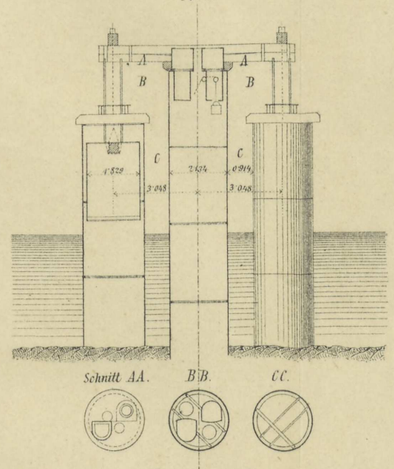
1/100 nat. Gr.

Fig. 2.
Rheinbrücke bei Mainz.
Project Pfannmüller.
1850.



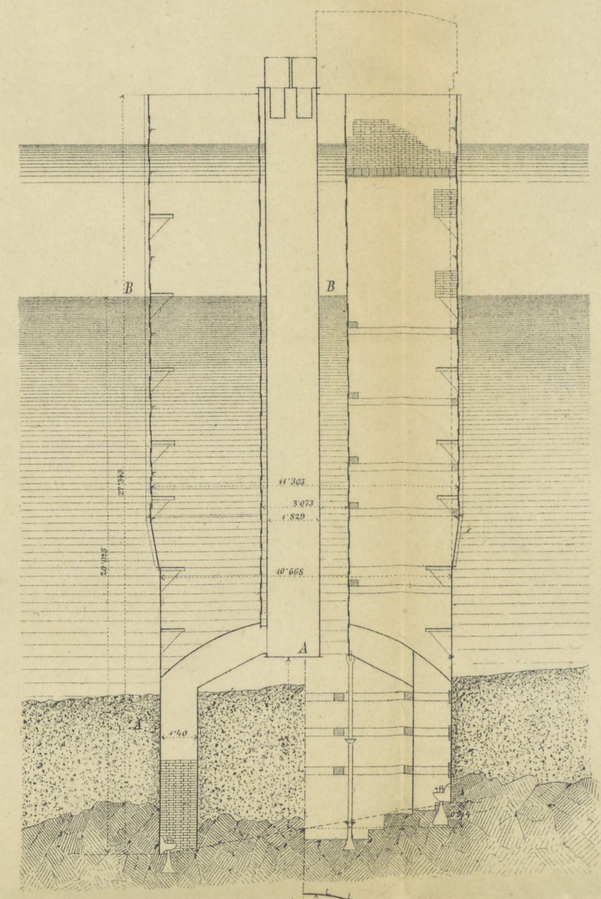
Fl.= 307·61 □m.

Fig. 3.
Medwaybrücke bei Rochester
Ing. Cubitt und Hughes.
1851.



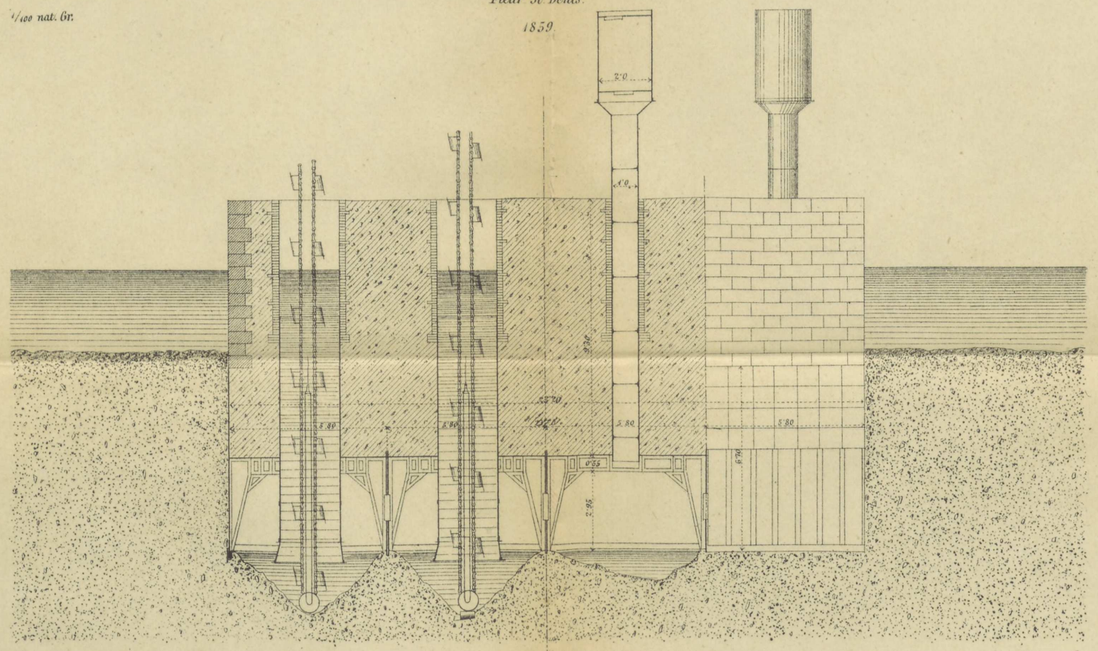
Fl.= 10·73 — 3·58 □m.

Fig. 4.
Saltashbrücke über den Tamar.
Ing. Brunel und Brereton.
1853–1855.



Fl.= 100·34 □m.

Fig. 5.
Rheinbrücke bei Kehl.
Fleur St. Denis.
1859.



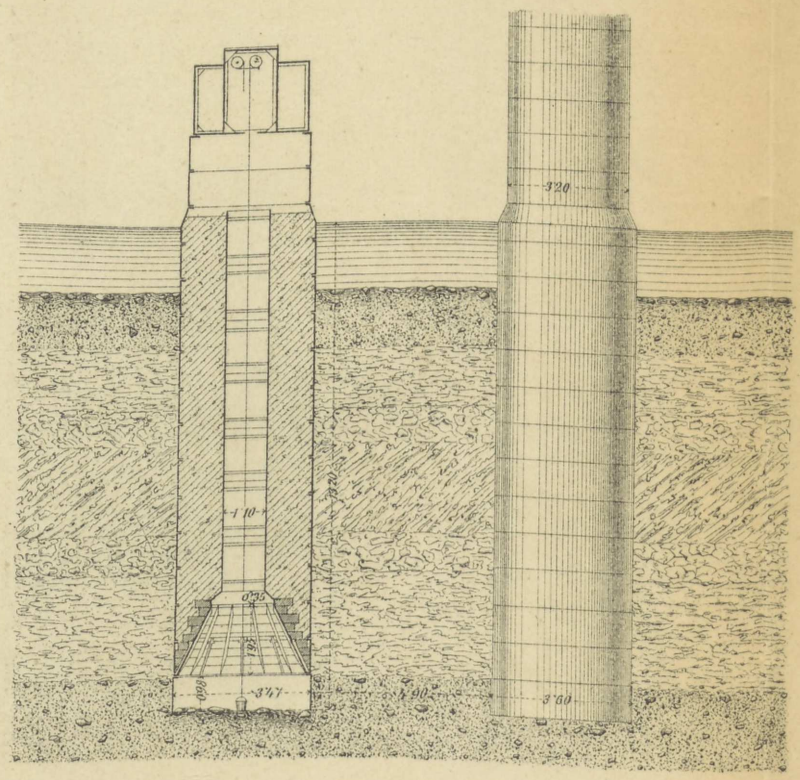
Fl.= 162·40 □m.

Mit Ausnahme von Fig. 1 (1/100 nat. Gr.) sämmtl. Figuren 1/200 nat. Gr.

R. v. Waldheim art. Anst. Wien.

ENTWICKLUNG DER PNEUMATISCHEN FUNDIRUNGSMETHODE

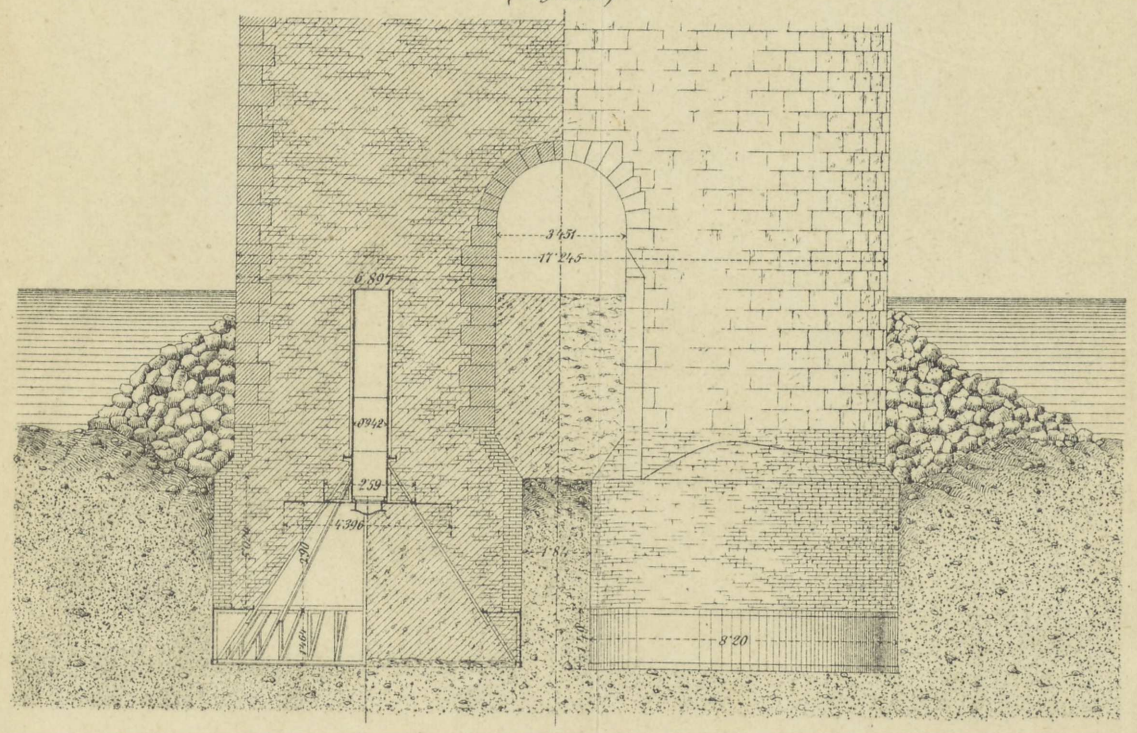
Fig. 6.
Brücke bei Argenteuil.
Ing. Jullien-Castor.
1862



$Fl = \frac{20·36}{2} = 40·18 \square m$

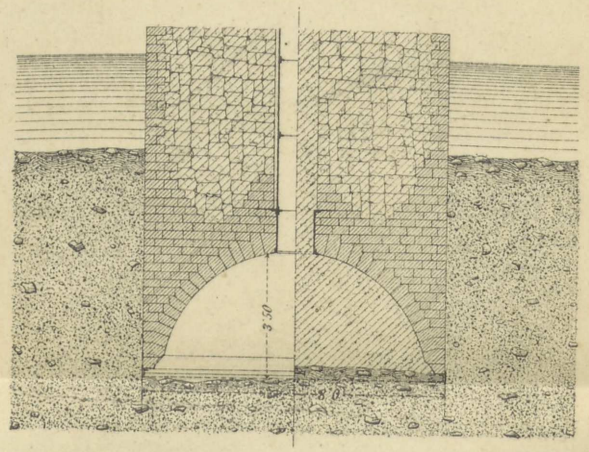
1:200 nat. Gr.

Fig. 7.
Rheinbrücke bei Düsseldorf.
Ing. Pichier.
1868.
(Ähnlich die Brücken über die Parnitz und die Oder bei Stettin 1867.)
(Ing. Stein.)



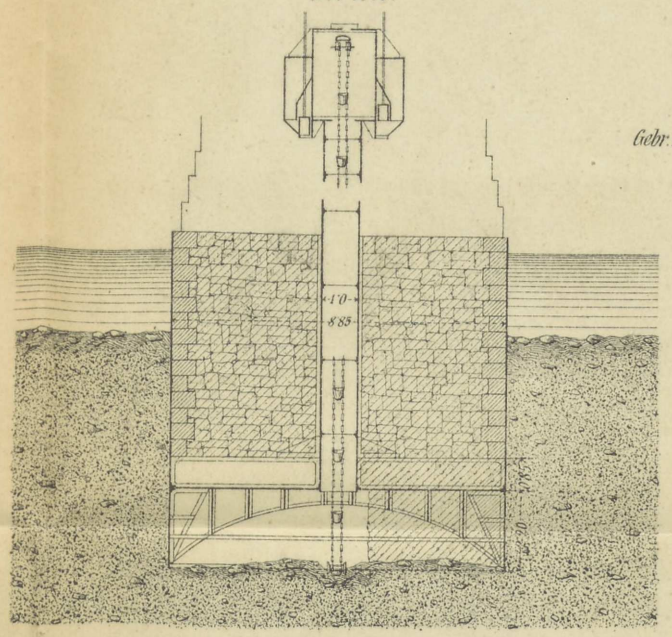
$Fl = \frac{105·62}{2} = 52·81 \square m$

Fig. 8.
Project Gaertner.
Paris, 1869.



$Fl = 50·26 \square m$

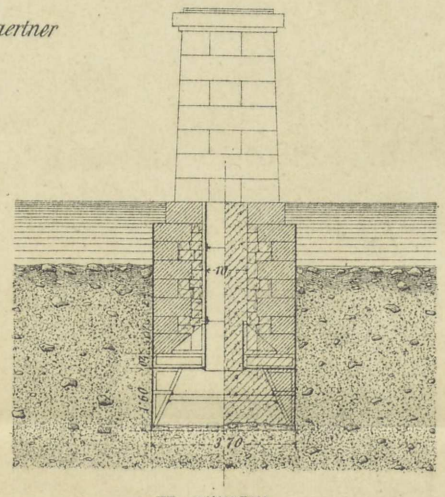
Fig. 9.
Kronprinz Rudolf-Brücke.
1871-1876.



$Fl = 223·60 \square m$

Moderne Caissons.
Gebr. Klein A. Schmoll & E. Gaertner
1869-1878.

Fig. 10.
Salzburger Staatsbrücke.
1877.

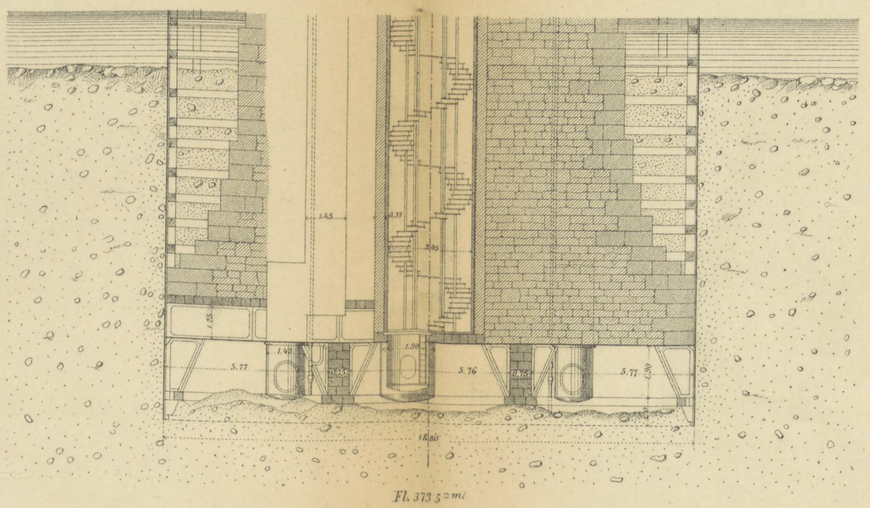


$Fl = 61·73 \square m$

R. v. Waldheim art. Anst. Wien.

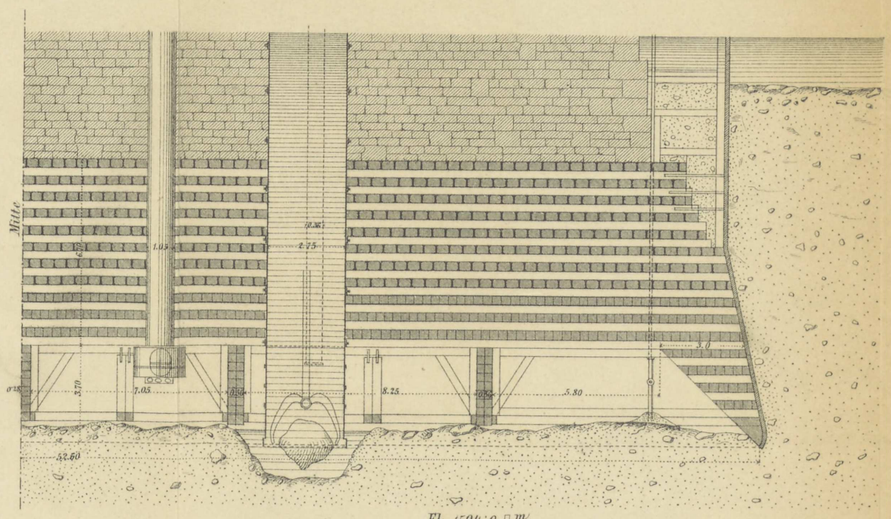
ENTWICKLUNG DER PNEUMATISCHEN FUNDIRUNGSMETHODE.

Fig. 11.
St. Louis Brücke (Amerika)
Captain Eads
1869.



Fl. 373·5 □m.

Fig. 12.
East-River-Brücke (Amerika.)
Ing. Roebling und Col. Paine.
beg. 1870.



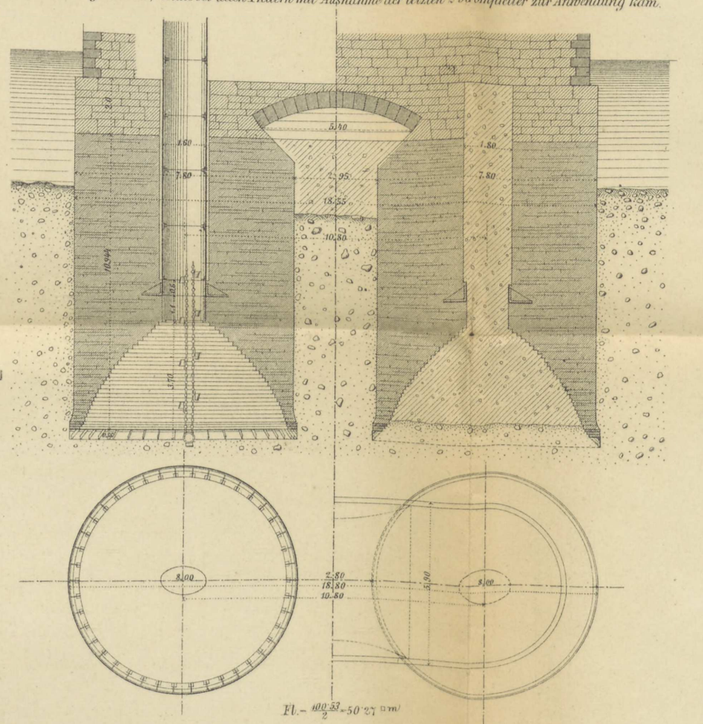
Fl. 1594·0 □m.

Elbebrücke bei Lauenburg-Hohnstorf der Hannoverschen Staatsbahn.

Ing. Schwedler, Grüttefien, Wiesner. 1876 - 1877.

Fig. 13.

Fundirungsmethode, welche bei allen Pfeilern mit Ausnahme der letzten 2 Strompfeiler zur Anwendung kam.



Fl. $= \frac{400.53}{2} - 50.27$ □m.

Fig. 13. a.
Detail
des Brunnenkranzes
1:40

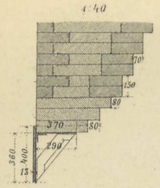
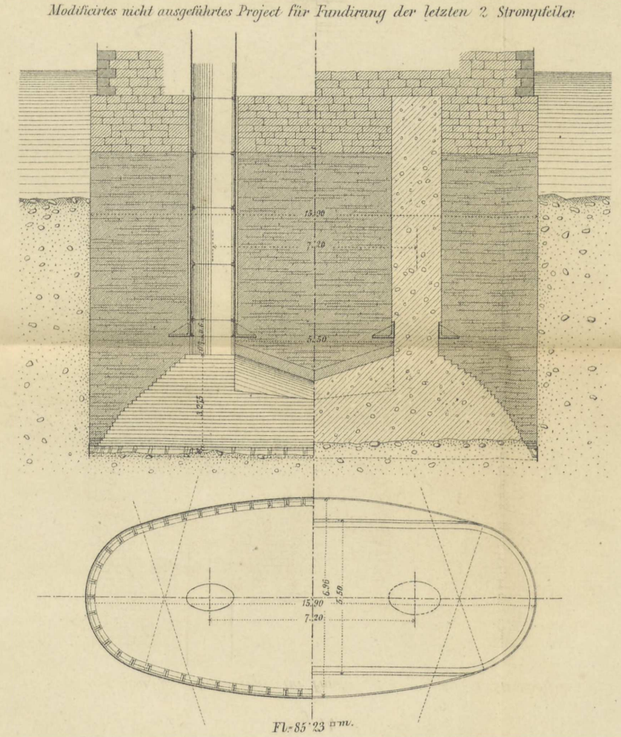


Fig. 14.

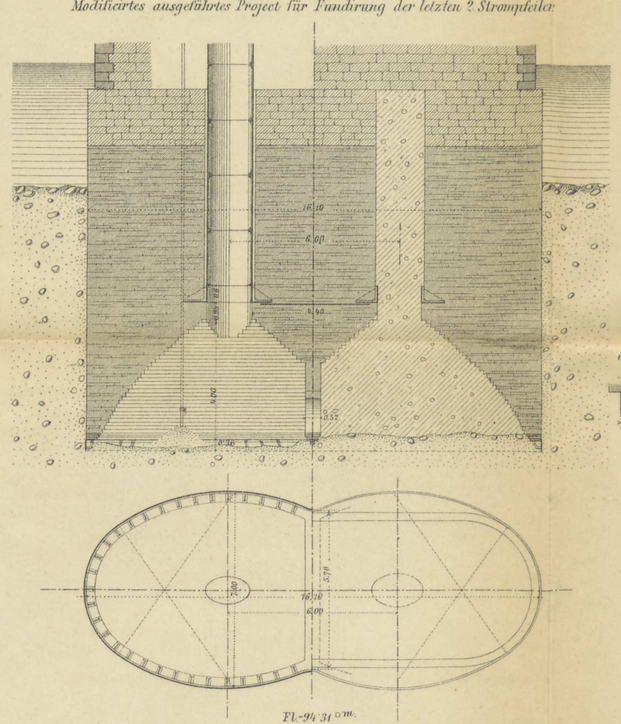
Modificirtes nicht ausgeführtes Project für Fundirung der letzten 2 Strompfeiler



Fl. 85·23 □m.

Fig. 15.

Modificirtes ausgeführtes Project für Fundirung der letzten 2 Strompfeiler



Fl. 94·31 □m.

Fig. 15. a.
Detail
des Brunnenkranzes

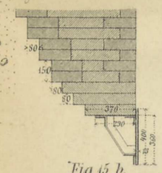
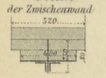


Fig. 15. b.
Detail
der Zwischenwand



1:40.

1:200 u. Gr.

R. v. Waldheim. art. Anst. Wien.

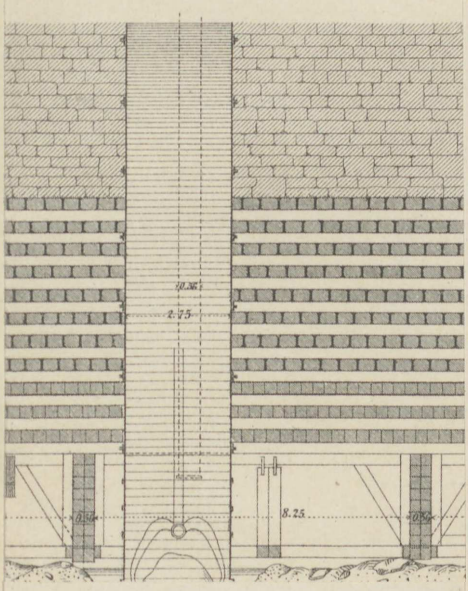
NDIRUNGSMETHOD

Fig. 12.

East-River-Brücke (

Ing. Roebling und Col. Pai

beg. 1870.



VERLAG VON LEHMANN & WENTZEL IN WIEN
BUCHHANDLUNG FÜR TECHNIK UND KUNST
I., KÄRNTNERSTRASSE 34:

BEITRÄGE ZUR THEORIE
der
COMBINIRTEN GITTER- & HÄNGE-BRÜCKEN.

Von

Hugo B. Buschmann

Commissärs-Adjunkt der k. k. General-Inspection der österreichischen Eisenbahnen.

Gr. 8. Mit 1 Tafel. Preis 60 kr. ö. W. = 1 M. 20 Pf.

ÜBER HÖLZERNE BRÜCKEN
unter besonderem Hinweise auf
AMERIKANISCHE GERÜST-BRÜCKEN
(TRESTLE-BRIDGES).

Von

Ernest Pontzen

Ingenieur.

Gr. 8. Mit 1 Tafel. Preis 80 kr. ö. W. = 1 M. 60 Pf.

DER VARRUGAS-VIADUCT
mit
EINIGEN ANDEREN VIADUCTEN VERGLICHEN.

Von

Ernest Pontzen

Ingenieur.

Gr. 8. Mit 1 Tabelle und 1 Tafel. Preis 80 kr. ö. W. = 1 M. 60 Pf.

DIE CONTINUIRLICHEN BOGEN
und die
MITTEL ZUR BESTIMMUNG DER AN DENSELBEN THÄTIGEN ÄUSSEREN KRÄFTE.

Von

H. D. Schmid

Ingenieur.

Gr. 8. Mit 3 Tafeln. Preis 1 fl. 20 kr. = 2 M. 40 Pf.

DRUCK VON R. v. WALDHEIM.

Technische Mittheilungen

des schweizerischen

INGENIEUR- & ARCHITECTEN-

VEREINS

19. HEFT.

Der Asphalt

und

seine Verwendung in der Bautechnik.

Von

J. T. Zetter,

Ingenieur in Solothurn.

ZÜRICH

Druck von Orell Füssli & Co.

1880

Jedes Heft wird einzeln verkauft.

Technische Mittheilungen.

Verzeichniss der früher erschienenen Hefte.

Heft 1. **Königsfelden. Die Heil- und Pflege-Anstalt des Kantons Aargau.** Eine bautechnische Skizze. Mit 1 Situationsplan, 3 Grundrissen und 6 Holzschnitten. Preis M. 1. —

„ 2. **Die Electrische Signalscheibe für Eisenbahnen.** Beschreibung derselben und Anleitung zur Aufstellung und Behandlung des Apparates, von Dr. **M. Hipp,** Direktor der Telegraphenfabrik in Neuchâtel. Mit 37 Illustrationen u. 1 Tafel. Preis M. 1. 50.

„ 3. **Die Alpenlocomotive der Zukunft.** (Fairlie's System). Resultate aus dem Betriebe mit Duplex-Maschinen, zusammengestellt von Ingenieur **A. Brunner** in Bern. Mit 1 Holzschnitt. Preis M. 1. —

„ 4. **Electro-dynamische Maschine** und **Minenzünd-Apparat** von Ingenieur Emil Bürgin aus Basel, beschrieben von Maschinen-Ingenieur **C. Hirzel-Gysi.** Mit 5 Tafeln. Preis M. 1. —

„ 5. **Der Zoologische Garten in Basel und dessen Thierwohnungen** von **G. Kelterborn,** Architect in Basel. Mit Sit.-Plan u. 7 Tafeln. Preis M. 1. —

„ 6. **Das Wasserglas,** seine Natur und seine Bedeutung für die Industrie und Technik. Von Dr. **H. Zwick,** kgl. Gewerbeschullehrer in Coblenz. Preis M. 2. —

„ 7. **Mein Gutachten über A. Thommen's „Gotthardbahn".** Bemerkungen zur Reform dieses Unternehmens. Von **W. Hellwag,** Oberingenieur der Gotthardbahn. Mit 2 Tafeln. Preis M. 1. 50.

„ 8. **Die Entbindungsanstalt in Bern.** Von **F. Salvisberg,** Kantonsbaumeister. Mit 4 Tafeln. Preis M. 1. —

„ 9. **Die Bergbahn-Systeme vom Standpunkte der theoret. Maschinenlehre.** Von **A. Fliegner,** Prof. der techn. Mechanik und theoret. Maschinenlehre am Polytechnikum in Zürich. Preis M. 3. —

„ 10. **Die electrischen Uhren.** Mit besonderer Rücksicht auf die von Hipp construirten Regulatoren und Zeigerwerke. Von Dr. **H. Schneebeli,** Professor der Academie Neuchâtel. Mit 25 Fig. im Text u. 2 Tafeln. Preis M. 3. —

„ 11. **Bericht über Strassenbahnen, Tramways, und deren Einführung in Zürich.** Im Auftrag der Gemeindekommission der Stadt Zürich und der Ausgemeinden erstattet durch **A. Bürkli-Ziegler,** städtischer Ingenieur und **P. E. Huber,** Director des Gewerbemuseums. Mit 2 Tafeln. Preis M. 4. —

„ 12. **Die Bausteine der Schweiz,** deren Gewicht, Festigkeit, Vorkommen und Preise. Im Auftrage des Schweizer. Ingenieur- und Architecten-Vereins zusammengestellt von **Hans v. Muralt,** Ingenieur. Preis M. 1. 50.

„ 13. **Statistik der Locomotiven, Dampfkessel und Dampfmaschinen** der Schweiz 1877. Von **Roman Abt.** Mit 4 Tab. u. 1 Tafel. Preis M. 2. —

„ 14. **Grösste Abflussmengen bei städtischen Abzugs-Kanälen.** Mit besonderer Berücksichtigung der Ueberschwemmung in Buda-Pest und der Verhältnisse am Wolfbach in Zürich. Von **A. Bürkli-Ziegler,** städt. Ingenieur. Mit 4 Illustr. und 1 Plan.

„ 15. **Der einspurige Zwillingstunnel,** seine Bedeutung im Eisenbahn-Bau und seine Ausführung. Von den Ingenieuren **H. Grandjean** und **R. Williams.** Mit 9 Tafeln. Preis M. 2. —

„ 16. **Die Seilbahn am Giessbach** (Berner Oberland). Von **Roman Abt,** Ingenieur. Mit 4 Tafeln. Preis M. 2. —

„ 17. **Der Durchschlag des St. Gotthard-Tunnels.** Von **M. Könyves-Tóth,** Ingenieur. Mit 3 Tafeln. Preis M. 5. 50.

„ 18. **Warmluftheizung mit continuirlicher Feuerung.** Von **G. Lasius,** Professor am Polytechnikum in Zürich.. Mit 1 Tafel. Preis M. 1. —

Technische Mittheilungen 19. Heft

Der Asphalt

und

seine Verwendung in der Bautechnik

von

J. T. Zetter

in

Solothurn,

Concessionär für die Schweiz
der Asphalt-Minen von Travers und Seyssel.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

ZÜRICH
Druck von Orell Füssli & Co.
—
1880

Einleitung.

Der Asphalt ist ein Mineral, das schon im Alterthum bekannt und bei den damaligen Bauten in ausgedehnter Weise zur Anwendung gelangte. Wohl vier Jahrtausende verstrichen bis es wieder im Innern der Erde aufgefunden wurde und es waren die Asphaltlager im Val de Travers, von denen man, zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, zuerst Kenntniss erhielt. Dieselben wurden jedoch nicht ausgebeutet und blieben wieder in Vergessenheit, bis Anfangs der dreissiger Jahre dieses Jahrhunderts die Seyssel-Minen entdeckt und der Asphalt als Baumaterial angewendet wurde. Die Aufmerksamkeit lenkte sich von neuem nach dem Traversthale, seine verborgenen Schätze wurden an's Tageslicht gezogen um nun ebenfalls Verwerthung zu finden. Es ist somit kaum ein halbes Jahrhundert seitdem die Asphalt-Industrie ihren Anfang genommen. Sie liefert uns ein Baumaterial das in mancher Hinsicht äusserst werthvoll, zu vielen Zwecken ganz unersetzlich ist. Trotz dieser Wichtigkeit ist der Asphalt gegenüber andern Materialien wie Kalk, Cement etc. wenig studirt worden. In Folge der Unkenntniss stellte sich Misstrauen ein, das seinen berechtigten Grund darin fand, dass vielerorts, aus übelverstandener Oekonomie, unter dem Namen „Asphalt" ein künstliches Gemisch von Steinkohlentheer, Thon, Kalkmergel u. drgl. bereitet und damit Arbeiten ausgeführt wurden, die nur von kurzer Dauer waren und von den Bautechnikern mit eigentlichen Asphaltarbeiten verwechselt wurden. Die verfehlte Anwendung solcher Surrogate hatte man hauptsächlich im Auslande schon längst erkannt und sie müssen jetzt immer mehr dem natürlichen Asphalt weichen; diess beweist

der jährliche steigende Export unseres Travers-Asphaltes nach den übrigen Ländern trotz der grossen Transportkosten, und es ist zu wünschen, dass seine vorzüglichen Eigenschaften auch im eigenen Lande, in der Schweiz, besser als bisher zur Geltung gelangen. In dieser Absicht hat sich auch der Verfasser gegenwärtigen Berichtes veranlasst gefunden, durch Veröffentlichung nachfolgender Notizen, die Bautechniker mit dem von der Baumaterialienkunde so vernachlässigten Material besser bekannt zu machen.

I. Abschnitt.

Production des Asphalts.

I. Vorkommen und Beschaffenheit des Roh-Asphalts.

Die Definition des Asphalts kann ohne weiteres nicht wohl angegeben werden. Vom mineralogischen Standpunkt aus betrachtet ist er oft ganz was anders als vom chemischen. Der natürliche Asphalt (nur dieser allein fällt in unsere Betrachtung) der in der Bautechnik verwendet wird und der jene physischen Eigenschaften haben soll die man in den einzelnen Fällen an das zu verwendende Baumaterial stellt, ist ein durch Bitumen imprägnirter Kalkstein, der sich im obern oder sogenannten weissen Jura oder auch oberhalb den jurassischen Lagern in den untern Schichten der Kreideformation (dem Urgonien) vorfindet. Die Imprägnirung des Kalksteins durch das Bitumen hat, wie man annimmt, bei sehr hoher Temperatur und unter grossem Druck stattgefunden, sie ist jedoch nicht in der Art erfolgt wie eine Flüssigkeit einen porösen Körper gewöhnlich durchdringt, sondern hat seine innere Constitution wesentlich modificirt. Sie hat die natürliche Cohäsion der Molecüle zerstört und diese Cohäsion in der Weise ersetzt, dass die Molecüle durch das Bitumen zusammengekittet wurden, so dass dieselben, wenn man den Asphaltstein erwärmt, sich von einander trennen und zerfallen.

Auf dieser Eigenschaft beruht die Pflasterung vom comprimirtem Asphalt, von der später die Rede sein wird.

Die Proportion des im Asphalt enthaltenen Bitumen ist sehr veränderlich.

Folgende Bedingungen sind zu einem guten Asphaltstein erforderlich:

1. Derselbe soll nur kohlensauren Kalk und Bitumen enthalten.
2. Soll er innig und regelmässig imprägnirt sein, ohne dass in seinem Innern weisse Kalkkörner sichtbar sind, noch Höhlungen zum Vorschein kommen, in denen sich ganz reines Bitumen vorfindet.

3. Soll in ihm wenigstens 7 % und höchstens 11 % Bitumen enthalten sein, das frei ist von flüchtigen Oelen und fest genug um während einer sechsstündigen Erwärmung bei einer Temperatur von 225° C. nicht mehr als 2 % seines Gewichtes zu verlieren.

Von allen bis jetzt bekannten Asphaltgesteinen entsprechen diejenigen vom Val de Travers (Ct. Neuenburg), und Seyssel (Departement de l'Ain, Frankreich) am besten den obigen Bedingungen. Die andern enthalten entweder zu viel oder zu wenig Bitumen, sind auch häufig mit noch andern Bestandtheilen vermengt. — Val de Travers-Asphalt hat einen Bitumen-Gehalt von circa 10 %. — Seyssel einen solchen von circa 8 %. — Der zu Tage tretende Asphaltstein zeigt keine Spuren der Verwitterung, nur wird dessen sonst dunkelbraune Farbe durch die Einwirkung der Luft an der Oberfläche gebleicht.

2. Gewinnung und Zubereitung des Asphalts.

Die Ausbeutung des Asphalts geschieht sowohl durch Tag- als Gallerie-Bau mittelst Sprengen durch Pulver. Die Blöcke werden zerkleinert und hernach pulverisirt. Zu diesem Zwecke bringt man sie zwischen zwei gusseiserne Cylinder die an ihrer Mantelfläche mit Zähnen aus Stahl versehen sind. Die zwei Cylinder haben verschiedene Geschwindigkeit, so dass das Zerkleinern mehr durch Zerreissen als durch Zerschneiden vor sich geht. Die Körner die aus diesen Cylindern herauskommen haben ein Gewicht von 300—400 Grammes oder die Grösse eines Eies. In diesem Zustand werden sie in einem Mühlwerk gemahlen (Broyeur Carr), das ähnlich beschaffen ist wie die Getreidemühlen. Die Masse ist durch die beschriebene Operation in einen solchen Grad der Zerkleinerung angelangt, dass sie durch ein Sieb von 3 $^{m}/_{m}$ Oeffnung ohne Rückstände geworfen werden kann.

In dieser Form hat das Asphalt-Pulver folgende zwei Anwendungen:

1. Zur Fabrikation des Asphalt mastic oder Gussasphalt.
2. Zur Herstellung des Asphalt comprimé.

3. Fabrication des Asphalt mastic.

Zur Herstellung des Asphalt mastic bringt man in einen Kessel ein gewisses Quantum reines Bitumen das kleiner oder grösser genommen werden kann, je nachdem der Roh-Asphalt mehr oder weniger bituminös

ist. (Im Mittel circa 7 %). Hiezu wird das Pulver successive von Viertelstunde zu Viertelstunde in solchen Quantitäten beigemengt, dass nach Verlauf von circa fünf Stunden sämmtliches Pulver sich im Kessel befindet. Die Masse wird während der ganzen Zeit ununterbrochen mittelst mechanischer Vorrichtung durcheinander gerührt. Das Kochen dauert circa fünf und eine halbe Stunde bei einer Temperatur die nicht unter 175° fallen und nicht über 230° steigen soll; hingegen muss dieser letztere Wärmegrad in der letzten halben Stunde erreicht sein. Es ist wichtig, dass die Temperatur innerhalb dieser Grenzen erhalten bleibt. Würde sie 230° übersteigen, so wäre Gefahr vorhanden, dass die Masse verbrennt, d. h. dass die schweren Oele sich verflüchtigen und der Asphalt beim nachherigen Gebrauch brüchig würde. Ebenso wichtig ist, dass sie auf die angegebene Höhe gebracht wird, um die zu leichten Oele zu verdampfen, die sich sonst nacher, wenn der Asphalt mastic auf Trottoirs, Terrassen etc. gelegt, an der Luft verflüchtigen und den Asphalt werfen könnten.

Nachdem der Mastic in dem Kessel die richtige Temperatur erhalten, erfolgt das Giessen in Model, deren Form je nach den Fabriken, verschieden ist (die Formen sowie die Fabrikmarken von Travers und Seyssel sind nachstehend angegeben). Die Blöcke erhalten ein Gewicht von circa 25 Kg. Damit der Asphalt weniger an der Form anhaftet wird Letztere mit Thonerde oder ähnlichem bestrichen.

4. Bitumen.

Es wurde erwähnt, dass um den Roh-Asphalt in Mastic zu verwandeln, man den ersten mit reinem Bitumen zusammenbringt. Diess verleiht dem Asphalt mastic die Eigenschaft selber in flüssigen Zustand zu treten, sowie man ihn erwärmt. Zu dieser Operation ist aber ein weiterer Zusatz von reinem Bitumen erforderlich. Auf diese Weise kann der Asphalt mehrere Mal geschmolzen werden. Das Bitumen hat zum Zweck einerseits das Schmelzen des Alphalts zu ermöglichen, anderseits dem Asphalt diejenigen flüchtigen Oele zurückzugeben, die ihm beim jedesmaligen Kochen durch Verdampfen entzogen worden sind.

Es ist klar, dass das anzuwendende Bitumen genau dieselben Eigenschaften besitzen und von gleicher Beschaffenheit sein muss wie das im Asphaltstein selbst enthaltene, indem Letzteres dazu dient dem Erstern das Eindringen in die Poren zu erleichtern, um so die Verbindung inniger zu gestalten.

Die Geologen nehmen an, dass das Bitumen der gleichzeitigen Wirkung eines grossen Druckes und einer hohen Temperatur auf eine eingeschlossene Pflanzenmasse seine Entstehung verdanke, dass bei dieser Destillation die bituminösen Dämpfe durch Erdspalten geleitet, die Kalksteinlager imprägnirt und so den Asphalt gebildet hätten.

Ausser in der Kalkformation finden sich solche bituminöse Einlagerungen auch in der Molasse, in Sand- und Kiesschichten.

Aus den bituminösen Molassen die in grosser Mächtigkeit neben den Asphaltlagern in Seyssel vorkommen wird hauptsächlich das Bitumen gewonnen, entweder durch Auslaugen in heissem Wasser oder durch Einwirkung von Schwefelkohlenstoff oder andern Lösungsmitteln.

Die physischen Eigenschaften des natürlichen Bitumens (auch Erdpech, Goudron minéral, Bitume solide genannt) sind folgende:

Dasselbe ist klebrig zwischen 20 und 40°, fest darunter, und flüssig darüber, oder es besitzt Zähigkeit bei gewöhnlicher, Festigkeit bei niederer und Schmelzbarkeit bei höherer Temperatur. Bei Handwärme soll sich die Masse zu dünnen Fäden ausziehen lassen. Die Farbe ist glänzend schwarz, in Fäden ausgezogen mit etwas röthlichem Reflex.

Der Geruch ist ähnlich demjenigen des Asphaltes, aber nicht widerlich wie derjenige des Steinkohlenpechs, durch welche das Bitumen oft ersetzt wird.

5. Der künstliche Asphalt.

Der künstliche Asphalt (Asphalt factice, Bitume factice), ist eine Nachahmung des Natürlichen und hat den Zweck den Letztern durch ein wesentlich billigeres Material zu verdrängen. Hiezu werden Thon, Mergel, Strassenstaub etc. genommen, Materialien von geringem Werth die in der Natur überall vorkommen und somit ohne Transportkosten hergeschafft werden können. Diese Materialien werden pulverisirt und mit Steinkohlentheer oder sonstigen Produkten die aus der Destillation bituminöser Schiefer herrühren, gekocht. — Man erhält auf diese

Weise eine Materie die dem natürlichen Asphalt mastic scheinbar ähnlich ist, den von der Natur geschaffenen Asphalt aber nicht ersetzen kann. — Es ist erklärlich, dass bei der künstlich fabrizirten Waare das Bitumen nicht so innig in die Poren der obgenannten Materialien, sei es Kalkstein, Mergel etc. eindringen kann, wie es bei der natürlichen Imprägnirung stattgefunden. Die Erfahrung hat die Richtigkeit dieser Theorie vielfach bestätigt. Während der natürliche Asphalt in dünnen Schichten ausgegossen der Einwirkung der Luft während vielen Jahren Widerstand geleistet hat, ohne dass ein Verlust von Bitumen sich bemerkbar machte, ist der künstliche Asphalt, der in denselben Verhältnissen angewendet wurde, durch rasches Verflüchtigen der in ihm enthaltenen Oele, die ein Brüchigwerden der Masse zur Folge hatten, rasch der Zerstörung anheimgefallen.

Man erkennt den künstlichen Asphalt schon äusserlich an seiner dunklern Farbe, seiner abweichenden Structur und an seinem widerlichen und stechenden Geruch. Es wird später die Rede davon sein, wie man der Anwendung solcher Surrogate auf wirksame Weise begegnen kann.

II. Abschnitt.

Anwendung des Asphalts.

I. Anwendung des Roh-Asphalts.

Wie bereits angeführt worden trennen sich beim Erwärmen des natürlichen Asphalt-Steins die Molecüle von einander und zerfallen in Pulver. Das imprägnirende Bitumen, das als Bindeglied der Kalkkörner unter einander angesehen werden kann, wird erweicht und verliert seine bindende Eigenschaft; die einzelnen Körner, jedes mit einer bituminösen Hülle umgeben, lösen sich von einander ab; wird hierauf die Masse comprimirt, so backen die Körner wieder zusammen und bleiben nach erfolgter Abkühlung so fest aneinander geheftet, wie sie es vorher in dem Asphaltlager selbst waren.

Dies ist das Princip, auf welchem die Pflasterung mit comprimirtem Asphalt beruht.

Im Jahre 1854 wurde der erste grössere Versuch mit dieser neuen Pflasterungsart in Paris gemacht; seither hat dieselbe dort so zugenommen, dass gegenwärtig etwa 400,000 □^{m} Strassen damit belegt sind. Viele der bedeutendsten Städte Europa's folgten dem Beispiele und die Pflästerung mit diesem Material ist in stetem Zunehmen begriffen.

Im Nachfolgenden soll angegeben werden wie die Asphaltstrassen construirt sein müssen und was die Erfahrung in Betreff ihrer Vor- und Nachtheile zu Tage befördert hat.

Herstellung der Unterlage. Eine Hauptbedingung für ein gutes Asphalt-Pflaster ist eine gute Unterlage. Der Boden wird daher zuerst tüchtig gestampft und auf diesem eine Betonschicht von 12 à 18 ^{cm} Stärke, je nach der Festigkeit des Untergrundes aufgebracht. Die Materialien zu dieser Betonschicht sowie das Mischungsverhältniss sind am besten folgende:

5 Volumen Flusssand
3 „ Gewaschener Kies
1 „ Portland Cement.

Dieser Mischung wird das nöthige Quantum Wasser beigefügt.

Es ist von Wichtigkeit dass die Betonschicht eine zusammenhängende Masse bilde, worin keine Spalten vorkommen. Ebenso ist es unzulässig auf dem Beton noch einen Mörtelüberzug anzubringen, da es leicht vorkommen kann, dass dieser sich mit dem Beton nicht gut verbindet und denselben am Ziehen oder Festwerden hindert, in welchem Falle beim Comprimiren des Asphaltpulvers der Ueberzug durch die Compression zu Pulver gestampft oder gewalzt wird und hiedurch leicht Einsenkungen entstehen könnten. Ein Ausflicken mit hydraulischem Mörtel ist nur da gestattet wo der Beton die gewünschte Oberfläche nicht zeigt z. B. bei kleinen Höhlungen und unbedeutenden Rissen. Da der Asphalt, wenn einmal aufgebracht, genau dieselbe Oberfläche annimmt wie die Unterlage, so ist klar dass dieselbe mit aller Genauigkeit in der verlangten Form hergestellt werden muss. Das Querprofil der Strasse soll nicht mehr wie 2 % Gefäll haben um ein seitliches Ausgleiten der Pferde zu verhindern. Da das Wasser auf Asphaltpflaster sehr leicht abfliesst genügt ein solches Gefäll für den Wasserabfluss. Was das Längenprofil anbelangt so geht man in Paris und London nicht über eine Steigung von 1 : 60 hinaus.

Herstellung des comprimirten Asphalts. Bevor das Asphaltpulver auf die Beton-Unterlage aufgebracht wird, ist es vor allem nothwendig, dass dieselbe vollkommen trocken sei, ansonst die Feuchtigkeit durch das warme Pulver in Dampf verwandelt wird, dieser die Asphaltschicht durchdringt und so die Masse durch einzelne kleinere Spalten ihres Zusammenhangs beraubt. Zeigt der Beton Spuren von Feuchtigkeit, so kann er mittelst heisser Asche oder heissem Asphalt-Mastic, den man dann wieder entfernt, getrocknet werden.

Zur Erwärmung des Asphaltpulvers bedient man sich eigens construirter Kessel von starkem Eisenblech. Diese Kessel sind entweder immobil d. h. in eigenen Ateliers aufgestellt oder aber zum Weitertransport eingerichtet. Bei den erstern ist gewöhnlich eine mechanische Rührvorrichtung damit verbunden, bei den letztern, welche in unmittelbarer Nähe der Verwendungsstelle aufgestellt werden, wird das Pulver von den Arbeitern mittelst Schaufeln fortwährend umgerührt. Man befördert hierdurch das Entweichen des Wasserdampfes und der leichten Oele die in dem Asphalt enthalten sind, sodann wird verhindert

dass die Asphaltkörner an dem erwärmten Eisenblech zu lange haften bleiben und verbrennen, denn beides würde bei der nachherigen Compression die Cohäsion sehr beeinträchtigen. Es ist von grosser Wichtigkeit, dass das Pulver nicht zu viel und nicht zu wenig erwärmt werde. Für Asphalt, der reich an Bitumen ist, somit 10—11 % enthält, soll die Temperatur 130—135° betragen, währenddem für solchen von 8—9 % die Temperatur nicht höher als 115—120° sein darf.

Es hat sich in der Praxis herausgestellt, dass Travers-Asphalt für Asphalt comprimé-Arbeiten am geeignetsten ist, da mit ihm in Folge seines Bitumen-Gehalts (10—11 %) die grösste Zähigkeit und Elastizität erzielt werden kann. Er wird jetzt auch beinahe ausschliesslich für diese Arbeiten verwendet.

Nachdem das Pulver durchgehend die erforderliche Temperatur erhalten, wird es an den Ort der Verwendung gebracht. In grossen Städten wo die Erwärmung in immobilen Kesseln in den chantiers geschieht, hat man zum Transport eigens construirte Karren, in denen das Pulver 8—10 Kilometer weit befördert werden kann, ohne mehr als 3° seiner Temperatur zu verlieren. An kleinern Orten, wo bewegliche Kessel in Gebrauch sind, wird es mittelst gewöhnlichen Schubkarren an die Verwendungsstelle gebracht.

Ein Arbeiter der sehr geübt sein muss, breitet nun das Pulver mit Hülfe eines Rechen oder einer Schaufel derart aus, dass es überall eine gleichmässige Dicke hat, die beinahe um die Hälfte stärker sein soll als die definitive Asphaltdicke d. h. circa 8 ‰ stark, wenn letztere 5 ‰ beträgt. Aber nicht blos auf die gleichmässige Dicke hat der Arbeiter zu achten, sondern auch darauf zu sehen, dass das Pulver überall möglichst das gleiche spezifische Gewicht habe, denn sonst würden nach erfolgter Compression die schwereren Theile Erhöhungen, die leichteren Theile Vertiefungen in der Oberfläche zeigen.

Zu der nun folgenden Compression bedienen sich die Arbeiter einer Stampfe (Pilon), womit sie das ausgebreitete Pulver zuerst leicht, dann fester stampfen. Der untere Theil der Stampfe ist aus Gusseisen und hat eine Art Ringflantsche; für die Ränder d. h. bei Anschluss einer Aspaltfläche an die andere, oder bei Anschluss an Trottoirsteine, bedient man sich einer rechteckigen Stampfe (fouloir) womit sich das Comprimiren an diesen Stellen leichter bewerkstelligen lässt.

Die Instrumente müssen alle vorher genügend erwärmt werden damit das warme Pulver an derselsen nicht anhaftet. Um bei jeder neu zu erstellenden Fläche einen soliden Anschluss an das unmittelbar

vorhererstellte Stück zu erhalten, wird vom Rand des letztern ein circa 10 $^{c}/_{m}$ breiter Streifen schief abgeschnitten.

Nachdem die Operation vollendet, werden diejenigen Theile deren Oberfläche kleine Fehler zeigen mit einem Instrumente (lissoir) das einem Bügeleisen ähnlich sieht, verebnet und polirt, ebenso die Fugen und die Ränder. Es ist nicht rathsam, wie oft angegeben wird, die ganze Fläche zu poliren, indem dieselbe zu glatt werden könnte und das Ausgleiten der Pferde befördern würde. Die Asphaltfläche wird hierauf mit feinem Sand bestreut und mit einer gusseisernen Walze (ähnlich den Strassenwalzen) im Gewicht von 800 Kg., sowohl in der Längen- als in der Breiten-Richtung eingewalzt. Zwei bis drei Tage nachher kann die Strasse dem Betrieb übergeben werden.

Eigenschaften der Asphaltstrassen. Ein Strassenpflaster von comprimirtem Asphalt, das mit guten Materialien von geschickten Arbeitern auf eine solide und trockene Unterlage erstellt ist, gibt unbestreitbar die beste Strasse. Folgendes sind die Vortheile der Asphaltstrassen:

1. Sie erzeugen weder Schlamm noch Staub, das Wasser fliesst rasch ab und die Strasse ist in kürzester Zeit wieder trocken. Bei Steinpflaster oder Chaussirung dagegen dringt das Wasser entweder in die Fugen oder es verwandelt den Strassenstaub in Koth. Gleichzeitig dringen auch die von der Feuchtigkeit der Atmosphäre aufgelösten Unreinigkeiten in die Fugen ein, um später wieder in Gestalt von gesundheitsschädlichen Gasen an die Oberfläche zu steigen und zu Krankheitserscheinungen Veranlassung zu geben.

2. Die Asphaltstrassen vermindern das Gerassel von Wagen und Pferden. Diess ist namentlich von Wichtigkeit für öffentliche Anstalten, wie Schulen, Kirchen etc., wo grösstmögliche Ruhe geboten erscheint, aber auch für Verkaufsläden und die Anwohner von stark frequentirten Gassen hat die Sache seine Bedeutung, und in Paris, Wien und andern Städten haben solche Private schon aus dem letzterwähnten Grunde für Erstellung von Asphaltstrassen bei den competenten Behörden petitionirt.

3. In Folge der ebenen Oberfläche wird durch die geringere Reibung der Fuhrwerke die Zugkraft der Pferde bedeutend erleichtert und das sonst starke Rütteln vermieden. In grossen Städten wo viel Asphaltpflaster gelegt, können in Folge dessen an Unterhalt von Wagen und Pferden bedeutende Ersparnisse erzielt werden.

4. Das Asphaltpflaster gibt der Strasse ein schönes Aussehen und trägt hauptsächlich zur Verschönerung einer Stadt bei. Die Erfahrung

zeigt, dass dasselbe im Winter erfolgreicher und leichter vom Schnee zu säubern ist als irgend ein anderes Strassenpflaster.

Betrachten wir nun auch die Nachtheile die von den Strassenbautechnikern gegen das Asphaltpflaster erhoben wurden.

Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass Neuerungen immer mit Misstrauen aufgenommen werden, demgemäss konnte ein solches den Asphaltstrassen gegenüber nicht wohl ausbleiben. Man hatt denselben vorgeworfen, dass sie durch ihre Glätte das Ausgleiten der Pferde wesentlich begünstigen. Es sind hierüber amtlich statistische Aufnahmen zu verschiedenen Jahreszeiten, sowohl in London als in Paris angestellt worden, woraus sich ergibt, dass auf dem Asphaltpflaster nicht mehr Unfälle vorkommen als auf dem Granit- oder Porphyr-Pflaster. Bei ganz trockenem und ganz nassem Wetter ist Asphalt nicht im Mindesten gefährlich, blos wenn sich bei geringer Feuchtigkeit Schlamm darauf sammelt wird er schlüpfrig; dies ist aber ein Zustand der blos von ganz kurzer Dauer ist, indem bei anhaltender Feuchtigkeit die schlammige Masse zu sehr erweicht wird und so ihre Gefährlichkeit verliert; übrigens ist die Strasse in einem solchen Zustande mittelst Spülung durch Wasser sehr leicht zu reinigen. Die Statistik hat auch nachgewiesen, dass wenn ein Pferd auf dem Asphalt fällt, es nur in höchst seltenen Fällen eine Verletzung davon trägt, währenddem bei einem Sturze auf Steinpflaster die Gefahr der Verletzung grösser ist. Es beruht diese Erscheinung auf der dem Asphalt eigenen Elasticität die auch gross genug ist um dem Pferde einen hinreichenden Halt- und Stützpunkt zu gewähren.

Unterhalt der Asphaltstrassen. Die Dauer einer Asphaltstrasse lässt sicht nicht ohne weiteres bestimmen. Wenn alle angegebenen Bedingungen für richtige Erstellung erfüllt sind, so kann mit Sicherheit eine längere Dauer ohne Unterhaltskosten angenommen werden als für irgend ein anderes Strassenmaterial. In Paris sind die Verträge zwischen der Stadt und der ausführenden Gesellschaft derart abgeschlossen, dass die Stadt jährlich den fünfzehnten Theil der Anlagekosten an die Gesellschaft bezahlt und Letztere verpflichtet ist sämmtliche Schäden, die im Laufe des Jahres vorkommen, auf eigene Rechnung zu repariren.

Folgende Erscheinung mag hinsichtlich der Haltbarkeit der Asphaltfahrstrassen hier erwähnt werden. Im Jahre 1869 wurde in Paris in der Rue Bergère (die erste Strasse daselbst, welche mit Asphalt gepflastert worden) ein Stück Asphaltpflaster heraus geschnitten, das seit 1854, also während 15 Jahren dem Verkehr gedient hatte. Die

ursprüngliche Dicke betrug 6 $^{c}/_{m}$ und nach Verlauf dieser Zeit war sie noch 43 $^{m}/_{m}$ stark. Diese Verminderung war hauptsächlich in Folge der Compression und nicht durch Verflüchtigen des Bitumen eingetreten, indem das absolute Gewicht des Asphalts blos um 5 % gegenüber dem ursprünglichen vermindert war. In der ersten Zeit wird der Asphalt stärker comprimirt als später nachdem er schon einige Jahre dem Betrieb übergeben ist, so dass die Abnützung nach Verlauf von zwei bis drei Jahren nicht ganz 1 $^{m}/_{m}$ jährlich betragen wird, womit man eine ungefähre Dauer berechnen kann, wenn die ursprüngliche Dicke 4—5 $^{c}/_{m}$ beträgt. Diese Angabe ist für den stärksten vorkommenden Verkehr berechnet; bei geringer Frequenz der Strasse ist sie wesentlich geringer.

Zur Reparatur von beschädigten oder fehlerhaften Stellen wird das betreffende Stück mit allem ringsum Verdächtigen heraus geschnitten. Die Unterlage wird, wenn nöthig, gleichzeitig ausgebessert, das Pulver aufgetragen und comprimirt wie es bei der ersten Anlage geschehen. Ist die Unterlage feucht, so kann sie durch heissen Asphalt mastic der dann wieder entfernt wird, rasch getrocknet werden. Bei andauernder Regenzeit, die eine gehörige Reparatur nicht wohl gestattet, kann die defecte Stelle provisorisch mit Asphalt mastic ausgegossen werden. Eine Bemerkung möge hier Platz finden, dahin gehend, dass man beim Herausschneiden des fehlerhaften Stückes möglichst gerade und keine krummen Linien wähle, indem die Verbindung der alten Schicht mit der neuen in dieser Form sich viel inniger gestaltet. Ebenso soll man zu verhüten suchen die geraden Linien paralell mit der Längenrichtung der Strasse zu ziehen, ansonst die Räder der Fuhrwerke die Fugen zu öffnen drohen. Des fernern soll der Schnitt nicht senkrecht zur Oberfläche sondern schiefwinklig geschehen, weil hierdurch eine bessere Verbindungsfläche erhalten wird. Kleinere stellenweise Vertiefungen auf der Oberfläche, die durch eine Senkung der Unterlage entstanden und in denen sich das Wasser ansammelt, brauchen nicht, wie dies lange Zeit geschehen, herausgeschnitten und auf Art der defecten Stellen behandelt zu werden. Es genügt mittelst eines erhitzten Eisenbleches das in einer Höhe von einigen Centimetern über die Vertiefung gelegt wird den Asphalt zu erweichen, was in Zeit von wenigen Minuten geschieht. Hernach wird so viel Pulver als nöthig um die Vertiefung verschwinden zu machen, aufgeschüttet und dasselbe wie gewöhnlich comprimirt. Die beiden Asphaltschichten verbinden sich sehr innig mit einander und trennen sich nicht mehr.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass der Asphalt comprimé nicht bloss für Strassen sondern auch für Einfahrten, Höfe, Perrons von Bahnhöfen, sowie für Fahrbahnen von Brücken mit Vortheil angewendet werden kann. Für letztere fällt ausser den angegebenen allgemeinen Vorzügen auch der Umstand in Betracht, dass in Folge der Undurchdringlichkeit des Asphaltpflasters das darunter gelegene Eisen oder Mauerwerk vor Einwirkung der Nässe vollständig geschützt bleibt. Ausserdem verdient noch hervorgehoben zu werden, dass der Asphalt comprimé nachdem er als Strassenpflaster etc. gedient hat, immer noch einen gewissen Werth behält und wieder verwendet werden kann, zwar nicht sowohl für neue Comprimé-Arbeiten als zur Fabrikation von Gussasphalt.

2. Anwendung des Asphalt mastic.

Die Güte und Haltbarkeit der mit Asphalt mastic ausgeführten Arbeiten wird wesentlich bedingt durch eine solide Unterlage.

Herstellung der Unterlage. Dieselbe muss möglicht fest, eben und trocken sein. Der Untergrund sollte, wenn locker, immer vorher fest gestampft werden; bei gewachsenem Boden wird dann eine Betonschicht von circa 4 %m, bei Auffüllung oder Anschüttung eine solche von 9—10 %m aufgebracht. Es ist von Wichtigkeit, dass zum Beton immer ein hydraulischer Mörtel verwendet wird, am besten Cement, doch kann auch hydraulischer Kalk dienen. Früher wurde vielfach Luftmörtel hiezu verwendet, wobei sich herausgestellt, dass in Folge allfällig noch darin vorhandenen ungelöschten Kalks der Asphaltbelag in die Höhe getrieben wurde. Für Abfluss des Wassers genügt ein Gefäll von 2 %.

Bereitung der zu giessenden Masse. Dieselbe wird, gleich wie es bei dem Asphalt comprimé üblich war, entweder an der Verwendungsstelle selbst oder aber, wie es in den grössern Städten geschieht, stets an einem und demselben Orte zubereitet und in fahrbaren Kesseln zum Bauplatz geführt. Die erste Art ist die gebräuchlichste. Man bedient sich hiezu runder eiserner Kessel von grösserer und kleinerer Dimension. Die Asphaltblöcke werden in etwa faustgrosse Stücke zerschlagen und mit circa 5 % Bitumen von beschriebener Qualität, das zuerst in den Kessel gelangt, aufgeschmolzen. Die Masse wird während dem Schmelzen von Zeit zu Zeit mittelst eines eisernen Rührers tüchtig umgerührt, damit die Vermengung eine möglichst gleichförmige und vollständige wird und nicht etwa einzelne Theile an der Kesselwand haften bleiben

und verbrennen. Wenn der Asphalt vollständig geschmolzen, bringt man zirka 50% gewaschenen und etwa in Erbsgrösse ausgesiebten Kies hinzu. Derselbe wird auf die kochende Asphaltmasse gleichmässig ausgebreitet und nach kurzer Zeit, nachdem er sich etwas erwärmt hat, tüchtig in die Masse hineingerührt. Das Rühren wird nun so lange fortgesetzt bis weder freie Asphalttheilchen, noch freies Bitumen und ebenso wenig nackte Kieskörner sichtbar sind. Wenn diese Operation beendet und die Masse weder klebrig noch trocken ist, hat der Asphalt die zum Legen nöthige Beschaffenheit. Das Kochen dauert etwa drei Stunden, sofern die verwendeten Kessel zirka 250 à 300 Kg. Mastic aufnehmen und soll die Temperatur innerhalb der Grenzen von 150 bis 200° erhalten bleiben; unterhalb dieser Temperatur würde die Masse zu wenig weich und zähe sein, oberhalb derselben würde sie verbrennen, d. h. es könnte zu viel Bitumen verdampft werden. Das Beimischen des Kieses hat sowohl den Zweck das nöthige Quantum Asphalt, das zum Legen verwendet werden soll, zu vermindern, als auch um den Belag widerstandsfähiger zu gestalten und den Einfluss der Sonnenwärme auf die Asphaltfläche abzuschwächen. Je mehr Kies in dem Asphalt enthalten ist, desto weniger wird er von der Sonne erweicht. Es geschieht oft, dass von den Baubehörden bei Uebergabe von Asphaltarbeiten hierüber ganz ausdrückliche Bestimmungen erlassen werden. Es ist diess eine ganz unnütze und manchmal sogar schädliche Vorsicht. Dem Asphalt soll immer die möglichst grösste Menge Kies zugeführt werden, d. h. immer so viel, dass seiner Kohäsion und Zähigkeit nicht zu viel Abbruch geschieht. Es ist Sache des Asphaltlegers, für jeden besondern Fall das richtige Mischungsverhältniss anzuwenden.

Legen des Asphalts. Auf die trockene Unterlage werden zwei Eisenstäbe, die genau die Dicke der Asphaltschicht haben sollen, (gewöhnlich 15 $^{m}/_{m}$) in einer Entfernung von 80 $^{c}/_{m}$ bis 1 $^{m}/$ parallel zu einander gelegt. Ein Arbeiter bringt den flüssigen Asphalt in einem kleinern Gefässe zu dieser Stelle und giesst ihn aus. Ein anderer Arbeiter verarbeitet die Masse gleichmässig mit Hülfe einer hölzernen Spachtel zwischen den Stäben, indem er sie beständig vor sich herzieht, um dem Asphalt überall die nämliche Dicke zu geben. Sobald eine Fläche fertig gelegt, wird dieselbe noch warm mit einem grobkörnigen Sande bestreut oder mit einem feinen Sande abgerieben. Das Streuen von Sand hat den Zweck die Oberfläche weniger glatt und mehr widerstandsfähig zu gestalten. Nach Beendigung eines Bandes werden die Stäbe in gleicher Entfernung vom ersten Band gelegt und die Arbeit beginnt von

Neuem. Ein wichtiger Punkt ist der Anschluss eines Bandes an's andere. Bei fortlaufender Arbeit erfolgt die gehörige Verbindung sehr leicht, d. h. ohne besondere Nebenarbeit. Findet aber eine längere Unterbrechung statt, wie z. B. über Nacht, wo der vorherige Belag vollständig erkaltet ist, so sollte der Rand des alten Stückes erwärmt werden. Diess geschieht, in dem man für einige Minuten heissen Asphalt darauf legt, denselben dann wieder entfernt und in den Kessel zurückwirft. Erst nachdem diess geschehen, wird mit der eigentlichen Arbeit fortgefahren. Dasselbe Verfahren sollte auch zum bessern Anschluss des Asphalts an Stein, Holz und Eisen angewendet werden, indem man diese Verbindungstheile vorher auf gleiche Weise erwärmt. Man bezweckt hiedurch die an den genannten Materialien manchmal anhaftende Feuchtigkeit von der Oberfläche zu entfernen, damit dieselbe nicht erst beim Legen des Asphalts verdampft und denselben durch die gebildete dünne Wasserschicht von diesen Materialien isolirt. Zu dem oben Gesagten ist noch zu ergänzen, dass der flüssige Asphalt nicht direkt auf die Betonunterlage aufgebracht, sondern von dieser durch vorher dazwischen gesiebten Sand oder aufgelegte Packtuchlage isolirt wird, um bei allfälliger Einwirkung der Temperatur oder Veränderungen der Unterlage an Zähigkeit und Kohäsion nicht zu verlieren. Die möglichst trockene Unterlage ist auch hier von Wichtigkeit, ansonst durch Verdampfen der Feuchtigkeit an der Oberfläche leicht Blasen entstehen. Diesen allgemeinen Vorschriften folgt im Nachstehenden eine Beschreibung der speciellen Anwendungen zu deren bessern Verständniss und Erläuterung die nöthigen Skizzen beigefügt sind.

Trottoirs.

Die Unterlage ist auf die schon genannte Art herzustellen. Zum bessern und dauernden Anschluss des Asphalts an die Randsteine und an die Hausmauer ist es empfehlenswerth daselbst in die Unterlage eine kleine Rinne oder Vertiefung anzubringen,

Fig. 1.

oder es kann auch an dem Randstein eine Nuth eingehauen werden.

Fig. 2.

Es ist nicht rathsam den Asphalt auf einen alten Belag von Sandsteinplatten oder Fliesen (Platten) von Cement oder gebranntem Thon zu legen, da solche, weil gewöhnlich ausgetreten, keine ebene Oberfläche mehr besitzen und in Folge dieser Unebenheit verliert die Asphaltschicht von ihrer gleichmässigen Festigkeit und Zähigkeit.

Zu Trottoirbelag, der gewöhnlich eine Dicke von 15 $^{m}/_{m}$ erhält, eignet sich Seyssel-Asphalt oder ein Gemisch von Seyssel- und Travers-Asphalt besser als blos Travers-Asphalt, weil ersterer in Folge seines geringern Gehaltes an Bitumen widerstandsfähiger und der Einwirkung der Temperatur weniger ausgesetzt ist. Bei Trottoirs auf Brücken ist es angezeigt den Zusatz von Bitumen etwas zu vergrössern, um die Masse zäher und elastischer zu gestalten und so die Einwirkungen der Schwankungen, die von der mobilen Belastung herrühren, zu verringern.

Die Vorzüge der Asphalttrottoirs sind:

Ebenheit ohne Glätte, Weichheit und Elastizität unter dem Fusse, Wasserdichtigkeit, durch welche die Grundmauern der anliegenden Häuser vollkommen geschützt sind, die Abwesenheit von Fugen in Folge ununterbrochener Gleichmässigkeit, Zähigkeit um bei allfälligen Veränderungen des Untergrundes nicht rissig zu werden, grosse Dauerhaftigkeit vermöge der äusserst geringen Abnutzung, Wiederbenutzung des Materials, das nach dem Aufbrechen von Neuem verwendet werden kann und einen Werth behält. Diese Eigenschaften sind Grund genug, dass der Asphalt, wie kein anderes Material, für Trottoir-Belag eine so grosse Anwendung gefunden hat. Die Trottoirs der Stadt Paris, zirka 1,800,000 □ $^{m}/$ haltend, sind einzig mit diesem Material belegt. Wenn dasselbe nocht nicht überall die gebührende Beachtung gefunden, so liegt der Grund hiezu keineswegs im Material selbst, sondern in andern Umständen, die gewöhnlich blos lokaler Natur sind.

Isolir-Schichten. Abdeckung von Gewölben.

Man weiss wie das Eindringen der Boden-Feuchtigkeit in die untern Räume eines Gebäudes schon oft grossen Schaden verursacht hat; es ist nicht minder bekannt, wie wenig in solchen Fällen die Bautechniker sich zu helfen wussten, um das Uebel zu beseitigen und doch ist schon seit langer Zeit eine Konstruktion zur Anwendung gekommen und überall mit sicherm Erfolg angewendet worden, ohne dass es bis jetzt möglich gewesen, derselben eine grössere Verbreitung zu verschaffen. Es sind diess die Asphalt-Isolirschichten. Die Wasserdichtigkeit des Asphalts ist bereits angeführt worden und es erübrigt blos zu sagen,

dass derselbe, wie kein anderes Material, das Aufsteigen der Feuchtigkeit, das auf dem Prinzip der Kapillarität beruht, auf eine so sichere Art zu verhindern vermag. Ist das betreffende Gebäude ein Neubau so legt man in der Höhe des Erdbodens (Fig. 3) auf die Fundamentmauer eine dünne, 1 %m starke Asphaltschichte. Es ist nothwendig, der für Isolir-Schichten zu verwendenden Asphaltmasse einen verminderten Kieszusatz und einen vermehrten Zusatz von Bitumen zu geben, um die Masse zäher und elastischer zu gestalten, damit sie dem spätern Setzen des Gebäudes ohne Nachtheil folgen kann.

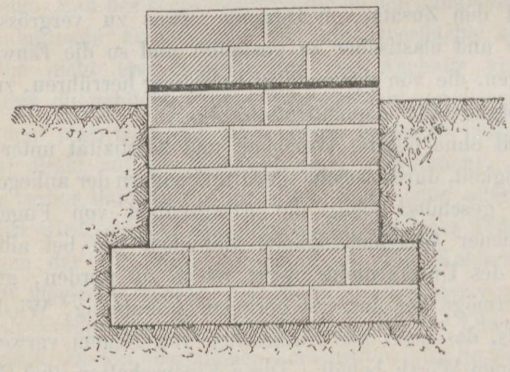


Fig. 3.

In Deutschland wurden bei vielen öffentlichen Gebäuden die Fundamentmauern auf diese Weise isolirt, so in neuester Zeit bei dem Universitätsgebäude in Strassburg. Aehnliche Isolir-Schichten werden auch unter den Fussböden im Erdgeschoss der Gebäude angebracht und dieselben verhindern hier nicht blos das Entstehen des Schwammes oder Mauerfrasses, sondern sie machen auch das Werfen oder Wachsen des Holzes unmöglich, was schon oft in einem bewohnten Raume Anlass zu lästigen Reparaturen gegeben. Es ist diess ein Vortheil, der gar nicht genug gewürdigt wird und mit sehr geringen Kosten erkauft werden kann. Man kann in solchen Fällen, sei es ein Fussboden über einer Anschüttung oder über einem Kellergewölbe, die Ripp- oder Polsterhölzer weglassen und über der Anschüttung, die fest gestampft wird, eine Betonschicht herstellen und darauf die 1 %m starke Asphaltschicht legen. Sind die Bretter des Fussbodens gefügt oder gefälzt, so müssen sie angenagelt werden und zu diesem Zweke ist es nöthig zwischen der Asphaltlage und dem Fussboden Latten anzubringen.

Sind hingegen die Bretter oder Tafeln in Zapfen und Nuth oder in Feder und Nuth zu legen, so können sie von den Enden her mittelst Keilen zusammen getrieben werden, das Nageln der Tafeln fällt in diesem Falle weg, ist der gleichmässigen Unterlage wegen aber auch nicht nöthig. Bei Parquetböden und Riemenböden kann der Blindboden sogar wegfallen und man hat hiefür folgende Konstruktion schon häufig mit gutem Erfolg angewendet, zu der aber allerdings geübte Arbeiter nothwendig sind. Die Parquettafeln werden in den heissen Asphalt eingedrückt und damit sie nachher nicht herausfallen, werden sie, wie Fig. 4 zeigt, in der angegebenen Form zugeschnitten. Es ist dies Verfahren in Frankreich und Deutschland seit einiger Zeit sehr in Aufschwung gekommen, auch in Genf wurde es eingeführt und wird sicher noch weitere Verbreitung finden.

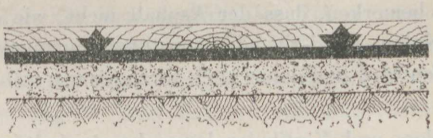


Fig. 4.

Aus gleichem Grunde wie bei diesen Isolir-Schichten wird der Asphalt für Abdeckung von Gewölben angewendet, indem er dieselben vor dem nachtheiligen Einsickern des Wassers vollkommen schützt. Er wird hiezu in gleichem Zustande wie zur Isolirung für Fundamentmauern angewendet d. h. mit Beimischung von möglichst wenig Kies und Zusatz einer grössern Menge von Bitumen. Auf dem Gewölberücken wird zuerst eine Mörtelschicht von 3—4 ^{cm} Stärke gelegt (hydraulischer Mörtel), hierauf kommt die Asphaltlage, 1 ^{cm} dick, und darauf eine Schichte Thon oder sonstige weiche Erde, die den Zweck hat, das Andrücken der Steine an die Asphaltdecke zu verhindern. Der Asphalt besitzt in diesem Zustande Zähigkeit genug, um allfälligen Senkungen der darüber liegenden Erdmasse Widerstand zu leisten. Diese Abdeckung mit Asphalt ist sehr zu empfehlen für Brückengewölbe, Tunnels, Durchlässe und Durchfahrten, Wasserreservoirs sowie für Eiskeller etc. Bei den Festungsbauarbeiten in Frankreich und Deutschland sind vorzugsweise die Kasematten mit Asphalt abgedeckt worden. Eine im Jahr 1853 im Fort de Vincennes bei Paris ausgeführte Arbeit dieser Art wurde 1875, also nach 22 Jahren, untersucht; es hat sich hiebei gezeigt, dass die Decke immer noch vollständig wasserdicht und im Innern keine Spuren von Feuchtigkeit vorhanden waren; dass bei Analysirung der Asphalt-

masse der Bitumengehalt genau in der anfänglichen Proportion gefunden wurde. Der Asphalt kann in dieser Hinsicht nicht wohl durch ein anderes Material ersetzt werden, um das Bauwerk in dem möglichst besten Zustande zu erhalten.

Fussböden.

Hiezu wird der Asphalt vorzugsweise für solche Böden angewendet, die einer häufigen Nässe ausgesetzt sind, z. B. Waschküchen, Badeinrichtungen, Bierbrauereien, Käsereien, Höfe, Keller, Schlachthäuser, Stallungen, Aborte, etc. Bei Stallungen erhält die Oberfläche eine vertiefte Quadrirung, um das Ausgleiten der Thiere zu verhindern; dieselbe kann mittelst eiserner Stäbe oder auch mittelst einer Walze, auf der die vertieften Linien in Relief erscheinen, hergestellt werden. Es ist hiebei noch zu bemerken, dass der Asphalt nicht, wie die gewöhnlichen Cemente und Kalke, von Urin oder sonstigen ammoniakhaltigen Flüssigkeiten angegriffen wird und daher auch vorzugsweise stets sauber gehalten werden kann.

Für Korridors und Vestibules kann der Asphalt auch zu Mosaïk-Fussböden verwendet werden und sind hiebei schon schöne Erfolge erzielt worden. Eine andere bisher noch nicht genannte Eigenschaft des Asphalts ist seine Feuersicherheit. Wenn in einem Raum, dessen Decke mit einer Asphaltlage versehen ist, Feuer entsteht und dasselbe soweit fortgeschritten ist, dass hievon die obere Balkenlage ergriffen wird, so hat die Erfahrung schon mehrmals gezeigt, dass das Gebälke nicht zu brennen anfängt, sondern blos verkohlt, da die Asphaltschicht durch die Wärme blos erweicht wird und somit um so hermetischer jeden Luftzug abschliesst. Das Feuer bleibt in dem untern Raum vollkommen lokalisirt und wird mit der Zeit, da es sich nicht weiter ausbreiten kann erlöschen. Es sind auf Grund dieser Erfahrung in Paris von der Compagnie des Omnibus in Gegenwart der städtischen Feuerwehrbehörden, verschiedene Versuche angestellt worden, die die Feuersicherheit des Asphalts jedesmal bestätigten. Die Compagnie des Omnibus hat sich hierauf entschlossen, sämmtliche Fussböden in ihren Stallungen und Magazinräumen für Futter, zu asphaltiren und hat sich seither schon mehrmals überzeugen können, dass bei Ausbruch eines Brandes in diesen Gebäuden das Feuer immer unter dem Asphaltboden angehalten wurde. Es hat sich ausserdem auch gezeigt, dass wenn die Asphaltdecke auf den Herd des Feuers hinuntergefallen, dasselbe hiedurch vollständig erstickt wurde. Es wäre im Interesse des allgemeinen Wohls zu wünschen

dass dies Verfahren auch weitere Anwendung finden möge, indem viel Unglück verhindert werden könnte; in der Bautechnik wäre es als ein grosser Fortschritt zu bezeichnen.

Dächer.

Der Asphalt ist auch schon vielfach als Belag für flache Dächer in Anwendung gekommen. Dieselben haben in manchen Fällen nicht gut gehalten; der Fehler lag aber nicht am Material selbst, sondern an der unrichtigen Konstruktion der ganzen Dachanlage. Zu einem Asphaltdache müssen die Dimensionen der Hölzer immer etwas stärker genommen werden, weil dasselbe oft mobilen Belastungen ausgesetzt ist, auch ist hier eine möglichst unveränderliche Unterlage von grosser Wichtigkeit. Ist dieselbe durch Gewölbe, die zwischen eisernen Balken gesprengt sind, gebildet, so bedarf es für den Asphaltbelag keiner aussergewöhnlichen Anordnung, anders ist es hingegen, wenn dieselbe aus einem hölzernen Gebälke besteht. Früher hatte man letztere auf zwei Arten dargestellt. Auf die Balkenlage nagelte man Latten, auf diese brachte man eine flache Ziegelabdeckung und darüber noch einen Mörtelguss. Die Konstruktion hat sich aber als zu wenig sicher erwiesen, um den Schwankungen und dem Arbeiten des Holzes zu widerstehen. Eine andere Art bestand darin, dass man statt der Verlattung und Ziegelschichte eine Bretterverschalung anbrachte und auf diese den Mörtelguss oder eine Isolirschicht von Packtuch legte. Dies Verfahren hat sich in den meisten Fällen besser bewährt als das zuerst angeführte und hat auch ganz befriedigende Resultate ergeben; es ist aber in letzter Zeit durch folgende, bis jetzt als am meisten zu empfelende Methode ersetzt worden.

Auf die Balkenlage kommt eine Aufdoppelung mit imprägnirten, konisch zugeschnittenen Latten, die, mit der breitern Fläche nach unten gekehrt, aneinander genagelt werden. (Fig. 5)

Die Latten haben einen trapezförmigen Querschnitt, die längere der parallelen Seiten misst zirka 5,5 %m, die kürzere 3,5 %m und die Höhe zirka 4 %m. Auf diese Verlattung kommt eine 2—3 %m starke Beton-Unterlage, bestehend aus ein Theil Cement mit drei Theilen Sand. Was den Asphalt selbst anbetrifft, der hier als Dachdeckungsmaterial zur Verwendung gelangt, so sollte er, um allen Ansprüchen zu genügen, zwei einander ganz entgegengesetzte Eigenschaften besitzen; erstens sollte er fest und hart sein, um der Einwirkung der Sonnenhitze zu widerstehen, zweitens weich und zähe genug, um dem Arbeiten des Holzes sowie allfälligen Schwankungen und Erschütterungen nachgeben

zu können, ohne dass die Oberfläche gespalten wird. Aus dieser Schwierigkeit sucht man sich dadurch zu helfen, dass man den Asphalt in zwei übereinanderliegenden und von einander unabhängigen Schichten aufträgt. Die untere Schicht etwa 1 $^{m}/_{m}$ stark, die von der Beton-Unterlage durch dazwischen gesiebten Sand oder auch durch Packtuch isolirt wird, hat den Zweck den Bewegungen des Holzes zu folgen; sie wird daher, da sie von der Sonne nicht angegriffen, mit grösserm Zusatz von Bitumen und verminderter Beimischung von Kies erstellt. Die obere Schicht, 1—1,5 $^{m}/_{m}$ stark, wird im Gegentheil weniger reich an Bitumen, dagegen mit grösserm Zusatz von Kies ausgeführt. Die beiden Asphaltdecken werden ebenfalls von einander isolirt, durch einen Anstrich von ganz flüssigem Mörtel und dazwischen gesiebten Sand. Eine solche Konstruktion kann zu den solidesten Dachkonstruktionen gezählt werden. Sie wird nicht blos den unterliegenden Dachraum vor dem Eindringen des Regenwassers schützen, sondern auch als schlechter Wärmeleiter denselben vor der Einwirkung der Temperatur der äussren Luft möglichst bewahren, wie es wohl bei keiner andern Dacheindeckung der Fall sein dürfte. Um einen Anhaltspunkt über die Stärke der Balken zu geben, kann pro Quadratmeter Dachfläche eine Belastung von 200 $^{k}/_{g}$ angenommen werden, mit einer zulässigen Inanspruchnahme von 50 $^{k}/_{g}$ pro Quadratcentimeter und einem mittlern Abstand der Balken von 70 $^{m}/_{m}$. Die Dachfläche soll wenigstens 2% und höchstens 4% Gefäll haben. Bei Anschluss des Asphalts an Mauern wird derselbe der Mauer entlang etwas in die Höhe gezogen.

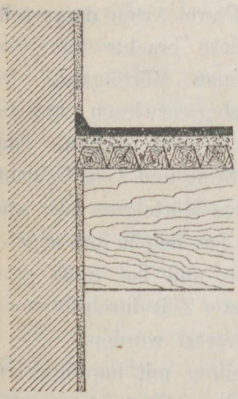


Fig. 5.

Bei steinernen Dachgesimsen wird am hintern Haupt der Hängeplatte eine Rinne in den Stein gehauen, die zugleich dem Asphalt einen festen Anschluss gewährt. Die Konstruktion der Dachrinne

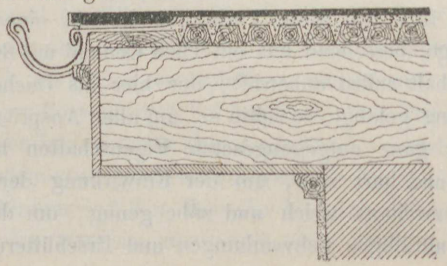
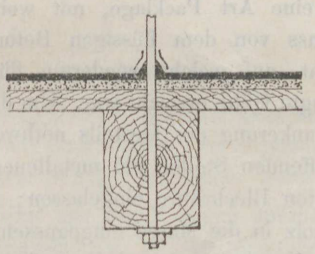


Fig. 6.

ist etwas verschieden von der gewöhnlichen Anordnung. Das Vorschussblech wird auf ein Brettstück von gleicher Stärke wie die Latten befestigt und erhält vornen einen Ansatz nach oben, der ein Auslaufen des Asphalts in die Rinne verhindert. Zugleich wird es hinten aufgebogen, um eine Bewegung der Asphaltdecke nach rückwärts oder eine Lostrennung von der Rinne zu verhüten. Ein gleiches Blechstück wird zum Abschluss der Asphaltfläche auf einem hölzernen Dachgesims ohne Dachrinne angebracht. Dasselbe ist in der nämlichen Weise vornen und hinten aufgebogen. Wenn ein eisernes Geländer auf dem Dache befestigt wird, so lässt man die Geländerpfosten am besten durch die Balken hindurchgehen, um sie auf der untern Seite zu verankern.

Fig. 7.



Der Asphalt wird an diesen Stäben etwas heraufgezogen und damit kein Wasser an der Verbindungsstelle einsickern kann, wird daselbst ein blechernes Käppchen an das Eisen angelöthet und über den Asphalt hinabgezogen. Damit das Löthen mit Erfolg geschieht, werden die Eisenstäbe vorher an der betreffenden Stelle verzinnt.

Wird die Unterseite des Daches vergypst, so ist es von Wichtigkeit, dass dem Holz der Balkenlage der Luftzutritt nicht abgeschlossen bleibe; diess wird erreicht durch Anbringen von Luftlöchern an der Unterseite des Dachgesimses.

Diese kurzen Angaben mögen einige Anhaltspunkte für die Konstruktion gewähren und werden zur Dauerhaftigkeit des Daches nicht wenig beitragen. Was die Feuersicherheit der ganzen Anlage betrifft, so gilt das früher Gesagte auch hier in vollem Maasse.

Verschiedene andere Anwendungen des Asphalts.

Der Asphalt kann ausser zu den schon angeführten Verwendungen noch zu einer Menge anderer Baukonstruktionen gebraucht werden. In jüngster Zeit, wo die Skating rinks Mode geworden, wird überall die Fahrbahn hiemit belegt.

Ebenso eignet er sich ganz vorzüglich zum Belag für Kegelbahnen. Der Asphalt wird für diesen Zweck etwas dicker, zirka 2 $^{m}/_{m}$ stark aufgetragen. Eine andere bis jetzt wenig bekannte Anwendung des Asphalt ist die zu Maschinenfundamenten. Der erste Versuch hievon wurde im Jahr 1862 in den Ateliers der Seyssel-Minen angestellt. Eine horizontale Dampfmaschine von 50 Pferdekräften wurde auf einem Block von sogenanntem Asphaltbeton von 7 $^{m}/$ Länge und 1 $^{m}/$ Breite montirt. Dieser Block wurde in einem aus Dielen hergestellten Model gegossen.

Die Masse bestand aus etwa faustgrossen Kalksteinen, die vorher erwärmt und in einem bituminösen Beton von 60 % Asphalt Mastic und 40 % kleinern Kieselsteinen getränkt wurden. Zuerst wurde mittelst diesen Kalksteinen eine Art Packlage, mit weiten Fugen dargestellt, darauf kam ein Guss von dem flüssigen Beton, hierauf wieder eine nämliche Steinschicht, auf welche wiederum flüssiger Beton gelangte u. s. f., bis die verlangte Höhe erreicht war. Um die Lage der Schraubenbolzen, die zur Verankerung des Gestells nothwendig waren, zu fixiren, wurde an den betreffenden Stellen ein metallener Kern in Gestalt einer mit Thonerde gefüllten Blechröhre eingelassen; nebst dem wurde eine Rahme aus Eichenholz in die Masse eingegossen, auf welche das gusseiserne Gestell zu ruhen kam. Dieser Versuch hat vollkommen reüssirt, ndem die Maschine während 17 Jahren Tag und Nacht ganz regelmässig funktionirte, ohne dass irgend welche Senkung des Fundamentes zu beobachten war. Die Erfahrung hat hier die Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit eines freien Stückes Asphalt gegen eine Formveränderung, wenn das Volumen eine gewisse Grösse überschreitet, z. B. 4—5 Cubikdecimeter, vollkommen gerechtfertigt und zwar bei grossem Temperaturwechsel. Trotz seiner Härte und Festigkeit besitzt dieser Asphaltbeton eine gewisse Elastizität, welche die Stösse der Maschine aufhebt und die Erschütterung des Bodens verunmöglicht, was bei den Fundamenten aus Steinquadern und Cement-Beton nicht wohl der Fall sein dürfte.

Der erwähnte Versuch ist seither schon vielfach nachgeahmt worden und überall mit gutem Erfolg. Ausser Dampfmaschinen wurden auch Dampfhämmer, Broyeurs und verschiedene andere Arbeitsmaschinen auf diese Art fundirt.

Der Asphalt wird oft auch zur Reparatur ausgetretener Stufen sowohl hölzerner als steinerer Treppen verwendet. Die Vorderseite der Stufe wird zu diesem Zweck mit einer gusseisernen oder schmiedeisernen Schiene armirt und der übrige Theil auf die Kantenhöhe der Schiene mit Asphalt-Mastic ausgefüllt, ohne dass es nöthig ist, die Stufe vorher

horizontal abzuarbeiten. Eine solche Reparatur wird der Haltbarkeit einer Treppenstufe von Granit vollständig gleichkommen.

Nebstdem wird der Asphalt noch angewendet zur Fabrikation von Bodenplatten, ähnlich den Cementplatten. Dieselben haben eine Seitenlänge von 30—50 %m und werden, bevor sie gelegt werden, in heissem Wasser erwärmt, damit sie der Oberfläche der Unterlage leichter folgen können. Die Fugen werden mit reinem Asphalt-Mastic ohne Zusatz von Kies ausgegossen. Manchmal haben die Platten noch eine vertiefte Quadrirung, so z. B. wenn sie für Stallungen gebraucht werden. Gegenüber dem gewöhnlichen Asphaltguss haben diese Platten den Vortheil, dass das Legen rascher vor sich gehen kann und hiezu weniger Werkzeuge erforderlich sind.

Schluss-Sätze.

Aus dem Inhalt vorliegenden Berichts geht unstreitig hervor, dass für viele Bauzwecke die Anwendung des Asphalts gegenüber andern Materialien als die allein richtige bezeichnet werden kann.

Wenn diess bis jetzt nur von Wenigen anerkannt worden, so sind die Gründe hievon hauptsächlich in der ungenügenden Kenntniss des Materials zu suchen.

Für kunstgerechte Ausführung einer Asphaltarbeit müssen folgende Hauptbedingungen erfüllt sein:

1. Gutes Material.
2. Richtige Verarbeitung desselben durch geübte Arbeiter.
3. Eine feste und trockene Unterlage.

Es ist Eingangs erwähnt worden, dass der Asphalt schon in frühester Zeit das Opfer einer unlautern Spekulation geworden und viele Bautechniker, die sich mit Asphaltarbeiten beschäftigten, waren dadurch in die schwierige Lage versetzt, das Aechte vom Falschen unterscheiden zu müssen. In Folge dessen haben sie sich lieber andern Materialien zugewendet, deren Studium weiter fortgeschritten und allgemein bekannt war. Die Baubeflissenen würden gut thun, um sich vor Anwendung schlechter Materialien zu schützen, die Fabrikmarke zu beachten oder das Vorzeigen der Frachtbriefe zu verlangen; ferner sollten sie in ihr Pflichtenheft aufnehmen, dass kein Asphalt-Mastic mit Steinkohlentheer oder andern Produkten vermischt werde, statt des natürlichen Bitumen; ebenso wenig künstlicher Asphalt mit natürlichem Bitumen, in dem eine solche Beimischung die Solidität der Arbeit beeinträchtigen würde.

Für das Gelingen der Arbeit trägt auch die Witterung nicht wenig bei, indem bei Regenzeit die Unterlage, wenn sie im Freien gelegen, nass und somit nicht im verlangten Zustande sich vorfindet. Man würde daher gut thun, die Asphaltarbeiten in diesem Falle zu suspendiren und besseres Wetter abzuwarten.

Je mehr diese Hauptbedingungen erfüllt werden, desto günstiger werden die Erfolge sein und es ist nicht daran zu zweifeln, dass auf Grund der in diesem Berichte erfolgten Angaben die Asphalt-Technik, wenn sie einem grössern und allgemeinern Studium unterbreitet wird, ihren Platz, der ihr im Gesammtgebiete der Bautechnik gebührt, mit der Zeit erlangen werde.

Verlag von Orell Füssli & Co. in Zürich.

DIE

BAUSTEINE DER SCHWEIZ.

Im Auftrage des

Schweizer. Ingenieur- & Architecten-Vereins

zusammengestellt

von

HANS v. MURALT

Ingenieur

gr. 8°. Preis M. 1. 50

Die vorstehende Publikation gibt viele äusserst interessante Daten und ist nicht bloss für die Schweiz und deren Nachbarländer, sondern für die gesammte Bautechnik von Wichtigkeit, indem sie ähnlichen Arbeiten als Muster dienen darf.

Das Wasserglas,

seine Natur und seine Bedeutung

für die Industrie und Technik.

Von

Dr. Hermann Zwick,

königl. Gewerbeschullehrer in Coblenz, Redacteur des Deutschen Jahrbuches der Baugewerbe, Mitglied wissenschaftlicher und technischer Vereine.

gr. 8°. geheftet. Preis 2 Mark.

Der als Redacteur des „Deutschen Jahrbuches der Baugewerbe" allen Fachmännern bekannte Verfasser hat in diesem Werkchen alles bisher über das Wasserglas Geleistete für die technischen Kreise zusammengestellt und geordnet. Nach einer Einleitung und Historischem bespricht derselbe die Constitution, Darstellung, Eigenschaften und Verwendung des Wasserglases. Die sehr dankenswerthe und gründliche Abhandlung wird jedem Techniker von Nutzen sein und verdient, auf das Wärmste empfohlen zu werden.

Die

Holzarchitectur der Schweiz.

Von Prof. **E. G. Gladbach.**

Mit 68 Holzschnitten, gr. 8°, gebunden. Preis 5 Mark.

Das mit vortrefflichen Original-Holzschnitten illustrirte Werkchen schildert in lebensvoller und wohlabgewogener Sprache sämmtliche Einzelheiten des Schweizer Holzbaues und zwar in solch' eingehender und fesselnder Weise, dass nicht allein der Fachmann viel Belehrendes schöpfen kann, sondern auch jeder „Freund der Baukunst" diesen so wichtigen Holzbaustyl in allen Theilen richtig kennen lernen wird.

Verlag von Orell Füssli & Co. in Zürich.

Geschichte
der
Mathematischen Wissenschaften
von
Dr. Heinrich Suter.

I. Band. Von den ältesten Zeiten bis Ende des XVI. Jahrhunderts.
Zweite Aufl. Mit 2 lith. Taf. gr. 8° broch. Preis 8 Mark.

II. Band. Vom Anfange des XVII. bis Ende des XVIII. Jahrhunderts.
In 2 Theilen { I. Theil mit 2 lith. Taf. gr. 8° broch. Preis 7 Mark.
II. „ „ 1 „ „ „ „ „ „ 8 „

Jeder Band wird einzeln abgegeben.

Die „Blätter für liter. Unterhaltung" sagen darüber unter Anderm: „Vom ersten Worte an fesselt uns eine reine, edle Sprache; jeder Satz zeigt des Autors Liebe für den Gegenstand und das Streben, diese Neigung auch bei dem Leser zu erwecken. Das Buch sollte im Besitze jedes Gebildeten sein."

Zürich's
Gebäude und Sehenswürdigkeiten.
Beschreibung der Stadt
mit
57 Illustrationen und einem Plan in Farbendruck.
Anlässlich der XXVII. Jahresversammlung
des
Schweizerischen Ingenieur- und Architecten-Vereins
zusammengestellt und bearbeitet
von der
Section Zürich.
gr. 8° gebunden. Preis 5 Mark.

Warmluftheizung
mit
continuirlicher Feuerung
Von
C. LASIUS
Professor am Polytechnikum in Zürich.
Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Ueber Asphalt-Strassen.

Von

E. O. Schubarth

Landrath a. D.

Nebst einem

Plane von Berlin

mit Angabe der

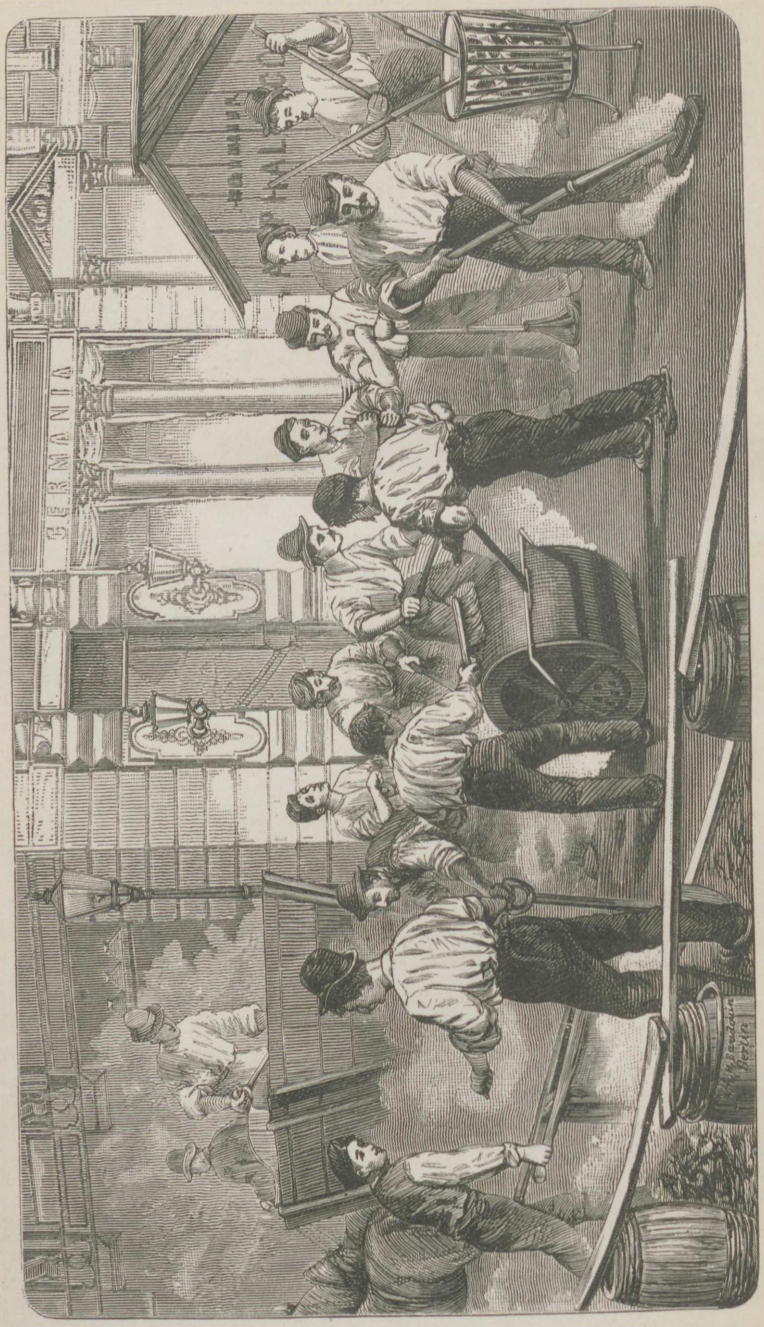
asphaltirten Strassen.

BERLIN 1881.

Polytechnische Buchhandlung (A. Seydel)

Wilhelm-Strasse No. 57/58.

Gebr. Grunert, Berlin.



Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Ueber

ASPHALT-STRASSEN.

Von

E. O. Schubarth
Landrath a. D.

Nebst einem Plane von Berlin mit Angabe der asphaltirten Strassen.

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

BERLIN 1881.

Polytechnische Buchhandlung (A. Seydel)
Wilhelm-Strasse 57/58.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Bei dem lebhaften Interesse, welches — wesentlich wohl in Folge der ausgedehnten Anwendung des comprimirten Asphalts zur Herstellung von Strassen-Fahrdämmen in fast allen grösseren und vielen mittleren Städten Europa's — diesem System der Strassenbefestigung auch in den weiteren Kreisen der städtischen Bevölkerungen ausserhalb der Sphären der mit diesen Fragen direct oder indirect Befassten (der städtischen Ingenieure und der Stadt-Verwaltungen) gegenwärtig gewidmet wird, dürfte es als eine dankenswerthe Aufgabe erscheinen, das für diese Kreise Wissenswerthe und Interessante kurz und übersichtlich zusammenzustellen. Wir glauben daher einem Bedürfnisse zu entsprechen, wenn wir es unternehmen, an der Hand der erschienenen Fachschriften und Berichte städtischer Verwaltungen, Ingenieure und sonstiger Functionaire, eine solche Zusammenstellung ad usum publicum in Nachstehendem zu liefern. Denjenigen, welche sich eingehender über diese Materie zu unterrichten wünschen, empfehlen wir die verdienstvolle Schrift des *Dr. L. Meyn:* „Der Asphalt und seine Bedeutung für den Strassenbau grosser Städte". Halle. 1872, die Schriften des als erste Autorität auf diesem Gebiete zu bezeichnenden Civil-Ingenieurs *Léon Malo* zu Paris: „Guide patrique pour la fabrication et l'application de l'asphalte et des bitumes." Paris. 1861, „Note sur l'état actuel de l'industrie de l'asphalte (1879)." Paris. Dunod éditeur. Quai des Augustins No. 49 und „Conférence, donnée au conservatoire national des arts et métiers à Paris le 14. Novembre 1880 sur l'asphalte, son origine géologique, sa préparation, ses applications." Paris. A. Michels. Passage du Caire 8 et 10, sowie die Abhandlung von *William Henry Delano:* „On the use of Asphalt and mineral bitumen in engineering". London, published by the institution of civil engineers. 25. Great George Street, Westminster. 1880.

Unter Asphalt versteht man — um dies vorauszuschicken — sehr verschiedenartige Natur- und Kunstproducte, und in der Mineralogie etwas ganz anderes, als in der Technik; der **Asphaltstein,** mit dem wir uns hier zu beschäftigen haben, der für den in Rede stehenden Zweck verwendet wird, ist ein **von Bergtheer auf das Innigste durchdrungener reiner, weicher, poröser Kalkstein,** wie er sich namentlich findet:

im Val de Travers im Canton Neufchâtel,

zu Pyrimont bei Seyssel im Departement de l'Ain, südlich von Genf, und an den benachbarten Fundstätten zu Volant, Chavaroche und Forens,

zu Lobsann im Elsass, südwestlich von Weissenburg, unweit der Eisenbahn-Station Sulz,

bei Seefeld in Tyrol,

zu Limmer nahe bei Hannover und bei Vorwohle im Braunschweigischen,

in der sogenannten Hölle bei Heide in Dithmarschen,

auf der Insel Sicilien zwischen Ragusa und Modica im Süden der Insel,

bei Chieti und Pescara in Mittel-Italien am adriatischen Meere und auf der dalmatinischen Insel Brazza.

In der Technik kommt der Asphalt in zwei verschiedenen Formen zur Verwendung: als gegossener oder Guss-Asphalt *(asphalte coulé),* welche Arbeiten vermittelst des **Asphalt-Mastix** (in einem Bade von natürlichem Bergtheer — goudron minéral, in der deutschen Asphalt-Industrie stets nur goudron genannt — geschmolzener pulverisirter Asphaltstein) ausgeführt werden, und als comprimirtes, gestampftes Asphaltstein-Pulver *(asphalte comprimé).*

Auf die Eigenschaft des erwärmten Asphaltpulvers, unter Druck eine feste Decke zu bilden, ist man, und zwar im Val de Travers, dadurch aufmerksam geworden, dass von Wagen, welche Asphaltsteine beförderten, heruntergefallene Stücke, von den Rädern der nachfolgenden Wagen zermalmt, unter der Einwirkung der Sonnenwärme im Sommer (im Winter findet dies nicht statt) zu Staub zerfallen, durch die darüber hinfahrenden Wagen allmählich comprimirt, eine feste Deckschicht über dem darunter liegenden Strassenplanum gebildet hatten. Als Erfinder der jetzt allgemein angewendeten bezüglichen Methode der Strassenbefestigung ist der Ingenieur *A. Merian* von Basel zu bezeichnen, welcher versuchsweise (im Jahre 1849) auf kurzen Strecken der Chaussée zwischen Serrières und Travers erwärmtes Asphaltpulver auf die Strasse schütten und dann solches künstlich zusammen drücken liess. Es ist

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

indessen das Verdienst französischer Ingenieure, diesen Werth des Asphalts richtig erkannt zu haben und alsdann in der Anwendung desselben allen anderen Nationen vorangegangen zu sein. Schon 1850 erklärte *Darcy*, inspecteur général des ponts et chaussées, in einem Berichte an den Minister der öffentlichen Arbeiten, dass die Zukunft der städtischen Strassenbefestigungen dem Asphalt gehöre, indem er gleichzeitig vorschlug, einen Theil der Boulevards zu asphaltiren. Man ging indess damals nicht darauf ein und erst 1854 wurde der erste Versuch damit in der rue Bergère unternommen, welche längs des conservatoire de musique mit comprimirtem Val de Travers-Asphalt belegt wurde, der sich sehr gut bewährte. Immerhin vergingen aber doch noch einige Jahre bis (in den Jahren 1858 bis 1861) in grösserem Umfange derartige Anlagen ausgeführt wurden. Vom Jahre 1861 ab nahm dann die Anwendung dieses Systems der Strassenbefestigung schnell und in ausgedehntem Masse zu und verbreitete sich von Paris nach fast allen grossen Städten Europa's.

Die **Vorzüge,** welche die **Asphaltirung der Strassen** gegenüber der Steinpflasterung bietet, bestehen hauptsächlich in Folgendem:

1. In der **Geräuschlosigkeit des sich über die Strassen bewegenden Wagenverkehrs** im Gegensatze zu dem nervenerschütternden Lärm, den derselbe auf dem Steinpflaster verursacht, — ein Vorzug, der Allen, sowohl den Bewohnern der angrenzenden Häuser, wie denjenigen, welche zu Fuss oder in Wagen die Strassen passiren (wir erinnern nur an das Zusammenschrecken, welches den Fahrgast befällt, wenn sein Gefährt von Asphalt auf Steinpflaster übergeht) zu Statten kommt. Man hat aus dieser Geräuschlosigkeit einen Vorwurf für die Asphaltirung hergeleitet, aber sicherlich mit Unrecht; denn, wenn man auch das Geräusch der herankommenden Wagen nicht hören sollte, so hört man doch jedenfalls das Getrappel der Pferde, genügend, die Fussgänger zu warnen, ganz abgesehen davon, dass man bei Anwendung von Gummi-Rädern Ersteres auch nicht hört und auf Schnee keines von Beiden. Diese Eigenschaft macht die Asphaltirung der angrenzenden, vorbeiführenden Strassen namentlich werthvoll für öffentliche Anstalten, wie Schulen, Kirchen, Gerichts- und Verwaltungs-Gebäude, in denen Verhandlungen in nach der Strasse gelegenen Räumen stattfinden, Krankenhäuser, Institute für wissenschaftliche Zwecke (Laboratorien, Sternwarten), wo die durch das Fahren der Wagen über Steinpflaster erzeugte Erschütterung der Häuser die Vornahme subtiler Untersuchungen unmöglich macht, u. dergl. m. Aber auch für das allgemeine Wohlbefinden der Bewohner grosser verkehrreicher Städte ist

die Beseitigung des Rasselns und Getöses des schweren Lastwagen-Verkehrs auf dem Steinpflaster und des durch denselben erzeugten Bebens der angrenzenden Häuser von grosser Wichtigkeit, wie dies in der bekannten medicinischen Zeitschrift *„the Lancet“* (No. XIV de 1879) näher ausgeführt und in einem Gutachten des Chefs des Gesundheits-Amtes zu St. James, London, des bekannten Gesundheits-Statistikers *Dr. Lankester* vom 30. Juni 1871 besonders hervorgehoben worden ist. (U. A. wird in Folge der Asphaltirung der Strassen eine bessere Ventilation der Wohnungen ermöglicht, da deren Bewohner in der Lage sind, häufiger die Fenster öffnen zu können, was bei dem betäubenden Lärm des Wagenverkehrs über Steinpflaster ausgeschlossen ist). Allerdings bewirkt die Gewöhnung von Jugend auf, dass man gegen diesen Strassenlärm abgehärtet wird; ganz unempfindlich wird man aber nie gegen denselben, wie es jeder aus der Sommerfrische, aus Waldeseinsamkeit oder vom Meeresstrande in die Stadt Zurückkehrende auf das Unangenehmste in der ersten Zeit nach seiner Rückkehr an sich empfindet. Und dann gilt Obiges doch auch nur von gesunden, nervenstarken Personen; nervenschwache, kränkliche oder reizbare leiden ganz empfindlich unter diesem unaufhörlichen, vom frühen Morgen bis in die späte Nacht hinein währenden Getöse und der beständigen Erschütterung der Häuser. Sehr richtig bemerkt *Dr. Meyn* in seiner Eingangs empfohlenen Schrift, **„dass, wenn man in den Städten dieses Getöse niemals gekannt, wenn man z. B. von jeher asphaltirte Strassen gehabt hätte, und man der grösseren Wohlfeilheit wegen Steinpflasterung einführen wollte, Jedermann in den betreffenden Strassen auf das Energischste dagegen protestiren würde“.** Umgekehrt sollte man jetzt aber auch nicht säumen, nachdem man das Mittel zur Beseitigung jenes unerträglichen Zustandes gefunden, dasselbe zur Anwendung zu bringen.*) Der Asphalt entspricht aber, was die

*) In London hat die Asphaltirung von Strassen sofort die lebhafteste Bewegung unter den Kaufleuten und Geschäftsinhabern benachbarter Strassen hervorgerufen, um auch auf dieselben diese Art der Strassenbefestigung ausgedehnt zu sehen und der augenfälligen Vortheile derselben theilhaftig zu werden. So haben sich, nachdem die Threadneedle Street mit einer Asphaltirung versehen worden, (der ersten in London, ausgeführt im Mai 1869 von der Val de Travers Asphalt Company auf eigene Kosten) die Banquiers und Kaufleute in Old Broad Street in einer mit zahlreichen Unterschriften versehenen Denkschrift an die betreffende Behörde (the Commissioners of Sewers) mit dem Gesuche gewandt, auch diese Strasse asphaltiren zu lassen, welchem Gesuche denn auch entsprochen wurde; so hat ferner die im October 1870 vollendete Asphaltirung von Cheapside und Poultry und die Erkenntniss der Vortrefflichkeit des neuen Systems die Veranlassung zu zahlreichen Bittschriften und Denkschriften gegeben, in welchen die Asphaltirung weiterer Strassen beantragt wurde.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Ertragung der schwersten über denselben fortzuschaffenden Lasten anbetrifft, wegen seiner Widerstandsfähigkeit in Folge der ihm eigenen Elasticität allen zu stellenden Ansprüchen auf das Vollkommenste. *Colonel W. Haywood*, der Ober-Ingenieur der Londoner City, theilt in seinem Berichte vom 24. Juli 1871 mit, dass im April des vergangenen Jahres ein Granitblock von einem Gewicht von 17,500 Kg. auf einem vierräderigen Wagen mit einem Eigengewicht von ungefähr 3000 Kg. von Cheapside nach dem neuen Postamt in St. Martin's le Grand transportirt worden sei und dass die mit breiten Radfelgen versehenen Räder, auf welchen ein Gewicht von ungefähr je 5000 Kg. gelastet, keinen Eindruck auf dem Asphalt zurückgelassen hätten. Es ist der Transport dieser gewaltigen Masse ohne irgend einen Lärm und ohne die geringste Wahrnehmung desselben in den angrenzenden Häusern bewirkt worden.

2. In der **geringeren Abnutzung des Fahrmaterials,** der **bedeutend leichteren Fortbewegung von Lasten** in Folge der wesentlich geringeren Reibung und, dadurch bedingt, in der **grösseren Schonung der Pferde.** Wie in dem vorstehend angezogenen Berichte des Ober-Ingenieurs der Londoner City *Haywood* hervorgehoben, wird wegen der völligen Ebenheit der Oberfläche des Asphalts und der Abwesenheit von Fugen die zum Ziehen der Fuhrwerke und Lasten erforderliche Kraft in Folge der verminderten Reibung, des verminderten Widerstandes wesentlich verringert und rollen in der That die Räder auf Asphalt so leicht und ohne Reibung dahin, wie auf den Geleisen einer Pferdebahn (ja sogar ist in den Curven der Letzteren die Reibung wesentlich grösser, als auf der ebenen Asphaltfahrbahn). In Folge dessen werden denn auch die Wagen weniger gerüttelt, weniger angegriffen und leiden (wie auch das Zugmaterial) weniger. *Darcy* ist Inhalts seines vorerwähnten Berichts der Ansicht, dass, wenn in einer Stadt, wie Paris, das Steinpflaster durch Asphalt ersetzt würde, dies eine Verminderung der Kosten der Unterhaltung und Erneuerung der Wagen und Pferde um die Hälfte und nach den angestellten Berechnungen eine wahrscheinliche Ersparniss von 9,000,000 Francs jährlich zu Gunsten deren Eigenthümer zur Folge haben würde. *Léon Malo* hat ermittelt, dass die in Paris erzielte Ersparniss auf das Pferd beinahe 120 Francs, auf den Wagen 300 Francs jährlich betragen hat. Ferner entnehmen wir einer Notiz in dem kürzlich erschienenen Berichte über die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Berlin (II. Heft S. 45), dass nach einer überschläglichen Berechnung unter Berücksichtigung der Anfangs 1877 in Berlin vorhanden gewesenen Pferde und Wagen die Abnutzung derselben jährlich rund 8,703,000 Mark beträgt, wovon voraussichtlich

durch Einführung überhaupt eines besseren Pflasters (also noch garnicht einmal der Asphaltirung der Strassen) jährlich rund 3,200,000 Mark gespart werden würden, d. h. fast 37 %. Der Bericht über die städtische Bauverwaltung (No. XVI des Verwaltungs-Berichts des Magistrats zu Berlin pro 1878 S. 9) berechnet sogar die Ersparnisse, welche durch die Herstellung eines besseren Pflasters, auch abgesehen von der Erleichterung des Verkehrs, bei der Unterhaltung des Pflasters sowie der Wagen und Pferde zu erwarten stehen — im Falle einer Verbesserung des Pflasters in der ganzen Stadt — auf **jährlich über 6,000,000 Mark.**

3. In der **werthvollen Eigenschaft, weder Staub noch Schmutz hervorzubringen und leichter rein erhalten werden zu können.** Der Asphalt liefert selbst gar keinen Staub, da derselbe durch den Wagenverkehr so gut wie gar nicht abgenutzt wird. Es bedarf daher bei gutem Wetter nur der regelmässigen, prompten Beseitigung des gefallenen Pferdedüngers und sonstigen auf die Strasse gekommenen Unraths, um die Fahrbahn stets rein zu erhalten; die völlige Ebenheit der Asphaltdecke, die Abwesenheit von Fugen und Zwischenräumen zwischen dem Befestigungs-Material der Strasse (wie solche sich beim Steinpflaster und auf macadamisirten und chaussirten Strassen vorfinden), in denen sich Unreinigkeiten aller Art ansammeln und allmählich in Fäulniss übergehen, erleichtern wesentlich die Arbeit der Reinigung und gestatten, vollkommenere Instrumente*) und diese mit vollkommenem Erfolge anzuwenden; eine geringe Besprengung genügt, um die Asphaltdecke völlig rein zu waschen, indem die durch das Wasser aufgelösten Unreinigkeiten zur Seite gespült oder mit Leichtigkeit gekehrt oder geschoben werden, während die zurückgebliebene Feuchtigkeit schnell verdunstet. Ebenso spült bei Regen das Regenwasser die Asphalt-Strasse völlig rein, fliesst rasch ab und nach Aufhören des Regens verdunstet das zurückgebliebene Wasser auf der absolut wasserdichten Asphaltdecke schnell, so dass die Strasse binnen kürzester Frist wieder vollkommen trocken ist. Dagegen werden die Steine der macadamisirten und chaussirten Strassen allmählich durch den Wagenverkehr zu Staub zermahlen (die jährliche Abnutzung einer macadamisirten Strasse von bestem Granit berechnet sich in London auf der

*) Als sehr wirkungsvoll erweist sich auf der ebenen Asphaltbahn ein, in London squeegee, in Berlin Gummischrubber genanntes Instrument, welches aus einer kaum 2 cm. dicken Gummiplatte besteht, die an einer, in der Mitte mit einem schräg angebrachten Stiel versehenen Latte befestigt ist, und mit welchem während starker Regengüsse die Oberfläche der Fahrbahn völlig rein abgestrichen wird.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

ganzen Fläche, je nach dem Verkehr, auf 2,50 bis 10 cm., auf der Westminster Bridge sogar auf 12,50 cm.) und auch das Granit-Steinplaster unterliegt der Abnutzung, wie dessen nach einigen Jahren erforderliche Erneuerung beweist. Die zerkleinerten Steintheile, Steinmehl, bilden nun, in Verbindung mit dem in Fäulniss übergegangenen Inhalte der Fugen des Steinpflasters oder, falls dieselben mit Cement vergossen sind, mit zerkleinerten Mörteltheilen, gefallenem Pferdedünger und sonstigen Unreinigkeiten, welche bei trockenem Wetter unter der Einwirkung der Sonne durch den Wagenverkehr zu Staub zermahlen werden, den Strassenstaub, welcher sich unter dem, auch bei windstillem Wetter, durch die dahin rollenden Wagen erzeugten Luftzuge in die Luft erhebt und bei Wind zu förmlichen Wolken verdichtet. Die gewöhnliche Reinigung erweist sich zur Beseitigung dieses Strassenstaubes als unzureichend, ja zum Theil wird durch dieselbe der Staub erst recht vom Boden gelöst und aufgewirbelt; ebensowenig vermag eine leichte Besprengung der Strassen dem Staube wirksam zu begegnen und eine stärkere Besprengung (wie solche erforderlich, um einen Erfolg zu erzielen) erzeugt wiederum Schlamm, den man allerdings als das Geringere der Uebel betrachten muss. Bei Regenwetter bildet sich aber aus jenen Bestandtheilen des Staubes Koth, der bei der Unebenheit der Fahrbahn auch durch die sorgfältigste Reinigung sich nicht völlig beseitigen lässt. In verstärktem Masse treten diese Uebelstände bei macadamisirten und nun gar bei chaussirten Strassen auf, welche bei gutem Wetter unleidlichen Staub (namentlich belästigend und ungesund ist der Staub von Kalkstein-Chausséen) hervorbringen und bei Regenwetter, da das Wasser von denselben nicht abfliessen kann, sondern stehen bleibt (was wiederum die schnelle Zerstörung solcher Strassen herbeiführt) durch den sich bildenden Schlamm für Fussgänger völlig unpassirbar werden und daher füglich aus den Städten verbannt sein sollten. Um ein Bild davon zu geben, um welche Quantitäten zu Staub zermahlenen Steinmaterials es sich hierbei handelt, erwähnen wir nur, dass London neben grossen Quantitäten anderen Strassenbefestigungs-Materials (wie Ballast von Schiffen und selbst des auf dem Continent verpönten Flintsteins) jährlich 13 Millionen Centner Granit verschlingt, welche alljährlich zum grössten Theil jenem Prozesse verfallen, wahrlich nicht zum Vortheil der Gesundheit der Bewohner der Weltstadt. Einen interessanten Belag über den bedeutenden Unterschied in den Quantitäten, welche bei der Reinigung von verschieden befestigten Strassen abgefahren werden, entnehmen wir einem Berichte der Strassen-Reinigungs-Commission in London, über welchen am 1. August 1879 in einer Versammlung des Vereins der Ingenieure und Techniker der dortigen

städtischen Verwaltung der Ingenieur *E. B. Ellice-Clark**) referirt hat. Darnach ist **eine** Fuhre Strassenabraum oder Kehricht entfernt worden

von	300	square yards**)	Macadam,
„	500	„ „	Granitpflaster,
„	1500	„ „	Holzpflaster und
„	3500	„ „	Asphalt!

Es würde uns hier zu weit führen, wollten wir auf die Nachtheile für die Gesundheit, die Schäden an allen Gegenständen auf den Strassen und in den Häusern, welche der auf Steinpflaster, macadamisirten oder chaussirten Strassen sich entwickelnde Staub verursacht, näher eingehen und dieselben aufzählen; wir constatiren nur, dass alle diese Uebel mit den auf solche Art befestigten Strassen untrennbar verbunden, auf denselben auch durch die sorgsamste Reinhaltung nicht zu vermeiden sind, wogegen Asphalt-Strassen von denselben absolut frei gehalten werden können. Wenn dies thatsächlich sich nicht immer erreichen lässt, so liegt dies häufig — wovon man sich an solchen Stellen durch den Augenschein überzeugen kann — daran, dass der Schlamm von angrenzenden nicht asphaltirten Strassen durch den Wagenverkehr auf die Letzteren geschleppt wird, wie denn umgekehrt auch die Reinheit des asphaltirten Fahrdammes den angrenzenden Bürgersteigen zu Statten kommt, auf welche sonst von der Fahrstrasse der Schmutz durch den Verkehr der Fussgänger übertragen wird.

Das beste Verfahren, Asphalt-Strassen rein zu halten, ist nach den in London gemachten Erfahrungen das System der Reinigungsposten, verbunden mit Kehren am Morgen und gelegentlichem Waschen — ein Verfahren, welches auch in Berlin angewendet wird und sich vollkommen bewährt. Zu diesem Behufe sind eiserne Behälter in Zwischenräumen längs der Bürgersteige aufgestellt, um den Koth, den die Reinigungsposten, sowie derselbe gefallen ist, zusammenfegen, aufzunehmen; in den Behältern befinden sich ferner kleine Sandvorräthe, um den Asphalt damit zu bestreuen, sobald Glätte eintritt (s. S. 13). Wenn es genügend regnet, fegen die Reinigungsposten den vorhandenen Schlamm mit Kratzen und den Gummischrubbern (s. S. 8) gegen die Bordkanten und das Wasser läuft in die Canäle ab. Man hat die Wahrnehmung gemacht, dass dieses System die Arbeit beim Kehren am Morgen, welches stattfindet, ehe die Reinigungsposten ihr Werk beginnen, erheblich verringert, die abzuführenden Massen vermindert, den Werth des gesammelten Düngers gegenüber dem auf Strassen gesammelten, welche

*) Verfasser der Abhandlung „Asphalt and its application to street paving.

**) 1 square yard = 0,835 □ Meter.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

täglich einmal gefegt werden, erhöht und die Asphalt-Strasse in einem Zustande der Sauberkeit erhält, welcher auf Fahrstrassen mit anderem Material unerreichbar ist. Dieser hohe Grad von Sauberkeit macht nach *Haywood*'s Ansicht das Besprengen der Asphalt-Strasse unnöthig. Letzteres mag für London, bei der dort vorherrschenden feuchten Witterung, wohl angänglich sein; für Berlin empfiehlt es sich jedoch nicht, die Besprengung der Asphalt-Strassen zu unterlassen. Denn wenn auch das Strassenbefestigungs-Material, der Asphalt, selbst keinen Staub erzeugt, und wenn auch der frisch gefallene Pferdedünger und sonstige auf die Strasse gelangten Stoffe möglichst prompt beseitigt werden, so ist es doch absolut unmöglich, zu verhindern, dass nicht Theile derselben auf der Strasse zurückbleiben und unter der Einwirkung der Sonnenwärme, auf der erwärmten Asphaltdecke, durch die darüberhin rollenden Wagen zu Staub zermahlen werden, wozu sich dann noch von anderen Strassen hergeschleppter Staub gesellt. Wenn es sich nur darum handelte, denselben zu löschen, so würde eine leichte Besprengung der Strasse völlig genügen; eine solche würde aber gerade — worüber wir den nächsten Absatz zu vergleichen bitten — Schlüpfrigkeit der Fahrbahn erzeugen. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich daher, auf den Asphalt-Strassen häufiger und reichlich zu sprengen, wie wir denn auch in Paris beobachtet zu haben meinen, dass dieselben im Sommer ziemlich nass gehalten werden.

Schliesslich führen wir noch an (um auch dies nicht unerwähnt zu lassen), dass, wie die Erfahrung gelehrt hat, der Schnee sich leichter und schneller von Asphalt-Strassen, als von solchen mit irgend einer anderen Befestigung, wegschaffen lässt*) und dass nach den langjährigen Beobachtungen, die man hat anstellen können, der Frost nicht den mindesten Einfluss auf die Asphaltirung ausübt. Wenn in Berlin, in den Strassen, in welchen Pferdebahn-Geleise liegen, die Reinhaltung der asphaltirten Fahrbahnen im Winter bisweilen zu wünschen übrig lässt, so ist dies nicht den Letzteren und deren Eigenschaften zur Last zu legen, sondern dem von den Pferdebahn-Gesellschaften geübten Verfahren des Streuens von Seesalz auf die Schienen — ein Verfahren,

*) Die Berliner Zeitungen berichteten jüngst über die grosse Anzahl Fuhren und die bedeutenden Unkosten, welche die Abfuhr des in den Strassen der Stadt gefallenen Schnee's erfordere und verursache. Wir meinen, dass man diese Kosten, soweit solche Asphalt-Strassen betreffen, sparen könnte, indem man durch einen starken Wasserstrahl aus den Hydranten die Schneemassen zur schnellen Auflösung und zum Schmelzen brächte und das Wasser dann durch die Canäle abführte. Selbstverständlich ist ein solches Verfahren nur bei eingetretenem Thauwetter angänglich. — Auf einen Versuch könnte man es immer einmal ankommen lassen.

welches für den Pferdebahn-Verkehr von grossem Vortheil, ja nothwendig sein mag, für den sonstigen Strassen-Verkehr aber unleugbar grosse Unzuträglichkeiten mit sich bringt.

4. In dem, dem Auge angenehmen Anblick der **glatten, durch keine Fugen unterbrochenen Fläche des Fahrdammes** — eine, für die Gesammtheit der Verschönerungen einer Stadt keineswegs unwesentliche Eigenschaft. Wenn man diese verhältnissmässige Glätte der Fahrbahn, die Abwesenheit von Fugen in derselben als für die Pferde gefährlich und deren Ausgleiten befördernd bezeichnet hat, so haben dies die in Paris und London zu verschiedenen Jahreszeiten bewirkten amtlichen statistischen Aufnahmen keineswegs bestätigt, vielmehr haben dieselben ergeben, dass auf asphaltirten Strassen nicht mehr, sondern sogar weniger Unfälle vorkommen, als auf solchen von Granit- oder Porphyr-Pflaster.*) Ingleichen hat sich bei den in Berlin in der Zeit vom 7. Oktober bis 3. November (der für Asphalt ungünstigsten Jahreszeit) 1879 stattgehabten Zählungen herausgestellt, dass „bei unvollkommener Reinigung der Asphalt-Strassen und bei geringer Ausdehnung derselben die Sicherheit der Pferde allerdings keineswegs eine sehr hohe ist, dass dieselbe aber bei einer grösseren Ausdehnung der Asphaltirung und bei sorgfältiger Behandlung der Reinigung derselben, d. h. bei sofortiger Beseitigung des frisch gefallenen Pferdedüngers in auffallend starker Progression wächst, so dass alsdann für die Sicherheit der Pferde auf Asphalt und auf gutem Granitpflaster ein Unterschied kaum mehr zu constatiren sein möchte.“ Wir entnehmen diese Nachricht dem Berichte über die städtische Bauverwaltung des Verwaltungsberichts des Magistrats zu Berlin pro 1879, dessen bezüglichen Abschnitt wir in extenso**) anschliessen. Bereits in ihrem Berichte pro 1878 (S. 11) war die städtische Bauverwaltung in der Lage gewesen, mittheilen zu können, dass die, nach Ablauf des Winters 1878/79, der wegen seiner langen Dauer, der starken Schneefälle und des häufig eingetretenen Glatteises, wie kaum eine andere Zeit geeignet gewesen sei, sich ein Urtheil über die Asphaltirung von Fahrdämmen zu bilden, um eine Meinungs-Aeusserung bezüglich der Letzteren angegangenen Sachverständigen (die betreffenden Behörden, die Vorstände öffentlicher Fuhrwerks-Associationen, die renommirtesten Fahr- und Reitinstitute

*) Sehr richtig bemerkt *Haywood* in einem seiner Berichte, dass, wo Asphalt noch etwas Neues sei, mehr Aufhebens davon gemacht zu werden pflege, wenn **ein** Pferd auf demselben stürze, als wenn 50 Pferde auf Granit fielen; dergleichen Unfälle würden auf Granit als selbstverständlich angesehen und erregten wenig oder gar kein Aufsehen.

**) Siehe Anlage A.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

und einige der bedeutenderen Wagenbau-Anstalten), deren Besitz an Zugpferden sich auf mindestens 12,000 Stück belaufe, sich in ihrer überwiegenden Mehrzahl dahin ausgesprochen hätten, dass Asphalt, sofern er gehörig gereinigt werde, selbst für die verkehrreichsten Strassen ein sehr geeignetes Befestigungsmittel abgebe, dass die Sicherheit für die Pferde eine um so grössere werde, je ausgedehnter die mit diesem Material befestigten Strecken seien und dass schliesslich eine sehr wesentliche Ersparniss für die Pferde- und Wagenbesitzer mit der Einführung desselben verbunden sei.

Erfahrungsmässig ist die Asphalt-Strasse bei ganz nassem oder ganz trockenem Wetter für die Pferde nicht im Mindesten gefährlich. Namentlich im Sommer bietet die Asphaltdecke, welche sich unter der Sonnenwärme immerhin, wenn auch in geringem Grade, erweicht, den Hufen der Pferde einen gewissen, sicheren Halt- und Stützpunkt dar, wogegen gerade das Granitpflaster bei grosser Trockenheit ausserordentlich glatt wird; auch im Frühjahr und Herbst wiederholt sich, namentlich bei scharfen Winden, letztere Erfahrung. Dies bestätigt denn auch *Haywood*, Inhalts dessen Berichts vom 24. Juli 1871 bei grosser Trockenheit, wenn es dabei sehr heiss oder sehr kalt ist, Asphalt weniger glatt als Granit ist. Solche Zustände der Glätte werden aber für die Pferde auf gepflasterten Strassen wegen der erforderlichen stärkeren Wölbung derselben stets gefährlicher, als auf den sehr schwach gewölbten asphaltirten Strassen. Nur, wenn bei geringem Regenfall, bei starkem Nebel oder feuchtem Niederschlag, in Folge der Auflösung von, aus benachbarten Strassen übertragenem Staub, Pferdedünger und anderen Unreinigkeiten durch die Feuchtigkeit, sich ein seifenähnlicher Teig, Schlamm, bildet, wird die völlig ebene Oberfläche der Asphaltbahn durch denselben schlüpfrig — ein Zustand, der aber, weil bei der Undurchdringlichkeit der Asphaltdecke dieselbe schnell abtrocknet, nur von kurzer Dauer ist und dem man durch prompte Reinigung, Wegschaffung des Schlammes, durch leichtes Bestreuen mit etwas Sand*) oder noch einfacher, wenn ausführbar, durch Abspülung der Strasse vermittelst Wasser leicht und schnell abhelfen kann. Man könnte vielleicht aus diesem Erforderniss einer prompten Reinigung (deren Unkosten, nach den in London gemachten Erfahrungen, wenn alle Um-

*) Der Dirigent der Strassenreinigung in London hat berichtet, dass die anfänglich verbrauchte Sandmasse beträchtlich gewesen sei, dass dieselbe sich aber bedeutend vermindert habe, seitdem man wahrgenommen, dass eine äusserst geringe Quantität zu diesem Zwecke genüge. — In Wien scheint man nach unseren Beobachtungen mit dem Streuen von Sand oder vielmehr Kies auf die Asphaltbahnen über das Bedürfniss hinaus etwas zu freigebig zu sein, sowohl was die Quantität als die Häufigkeit anbelangt.

stände in Rechnung gezogen werden, sich übrigens nicht wesentlich höher stellen, als diejenigen der sonst und auf Steinpflaster üblichen Reinigung) — welches Erforderniss*) bezüglich der Steinpflasterungen in gleichem Umfange im Interesse des Verkehrs allerdings nicht obwaltet, — deduciren, dass also die Reinhaltung der Asphalt-Strassen den Städten eine ungerechtfertigte vermehrte Ausgabe verursache. Dem ist indessen nicht so; wir glauben die **möglichst vollkommene Reinhaltung der Strassen als ein öffentliches Erforderniss bezeichnen und im Interesse der Bewohner der Städte in Anspruch nehmen zu dürfen,** dem man nur eben auf, mit anderem Material befestigten Strassen nicht in dem Umfange, wie auf Asphalt, beziehungsweise gar nicht, selbst bei Aufwendung der grössten Mühe und der grössten Kosten zu entsprechen vermag, aus welchem Grunde man sich schlechterdings mit dem erreichbaren minderen Mass von Reinhaltung begnügen muss.

Bei Schneefall, wenn der Schnee festgefahren, ist die Glätte bei allen Arten der Strassenbefestigung die gleiche, indess wird dieselbe auf Asphalt weniger gefährlich wegen der Ebenheit der Oberfläche und der geringen Wölbung derselben, wogegen (namentlich schlechtes) Steinpflaster über jedem einzelnen Steine eine gewölbte glatte Oberfläche bietet, die so den Pferden vermehrte Veranlassung zum Ausgleiten giebt.

In London ist beobachtet worden, dass bei Schneefällen die Glätte des Asphalts nicht grösser war, als die des Granits; in einem Falle, wo starker Frost auf Regen folgte, wurde das Granitpflaster der City davon glatt und unpassirbar, die Asphalt-Strassen blieben aber davon völlig verschont, weil sie schnell abgetrocknet waren. In umgekehrten Fällen, wo Regen auf Kälte folgte, hat man in Berlin die Beobachtung gemacht, dass der Asphalt ebenfalls vom Glatteis verschont bleibt, was vermuthlich seinen Grund in der dem Asphalt innewohnenden höheren Temperatur hat; es findet daher die Umwandlung des auf den Asphalt gefallenen Regenwassers in Eis nicht statt, welcher auf dem wesentlich kälteren Steinpflaster sich vollziehende Vorgang die Bildung von Glatteis zur Folge hat. (Am Leichtesten und Häufigsten bildet sich übrigens Glatteis auf Holzpflaster, weil dieses stets von Wasser imprägnirt ist). *Haywood* berichtet allerdings von einem in Paris beobachteten Falle, wo

*) Wir glauben nicht fehlzugreifen, wenn wir in den Folgen der Vernachlässigung dieses Erfordernisses neben einer zu geringen Ausdehnung des Asphalt-Strassen-Netzes den hauptsächlichsten Grund der Vorurtheile und Voreingenommenheiten erblicken, die in manchen Städten und Stadtvertretungen (wir meinen in Wien solche Stimmungen wahrgenommen zu haben) gegen Asphalt-Strassen sich geltend machen.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

auf Regen unmittelbar starker Frost folgte und in Folge dessen der Asphalt ausserordentlich glatt wurde; indessen wird die gleiche Erscheinung sicherlich auch ebenso auf Granitpflaster und Macadam eingetreten sein. Jenem Uebelstande half man durch Bestreuen der Oberfläche mit Sand ab.

Capitain Shaw, der Chef der Londoner Feuerwehr, hat auf das an ihn gerichtete bezügliche Ersuchen seine Ansicht betreffs der Sicherheit des Asphalts dahin zu erkennen gegeben, dass er überzeugt sei, für die Pferde der schweren Dampfspritzen, welche jährlich mehr als 32,180 Klmtr. in grösster Eile auf den Strassen Londons zurücklegten, sei auf dem Asphalt weniger Gefahr vorhanden, als auf dem Granitpflaster; er erachtet Ersteren als bequemer für die Pferde*) und als sicherer für schwere, schnell fahrende Fuhrwerke; die Pferde, welche sich stets in schneller Gangart befänden, stürzten auf Asphalt nur aus Mangel an Gewohnheit, weil sie beim Verlassen des Steinpflasters vor dem eigenthümlichen Geräusch ihrer eigenen Füsse, dem plötzlichen Schlaffwerden der Stränge und der Geräuschlosigkeit der von ihnen gezogenen Spritzen oder Wagen erschreckten; diese Schreckhaftigkeit der Pferde sei auch jedesmal zu bemerken, wenn sie von Granit- auf Holzpflaster oder von Holz- auf Granitpflaster übergingen oder wenn überhaupt ein Wechsel im Strassenbefestigungs-Material eintrete; es riefen daher kurze Asphaltstrecken mehr Unfälle hervor, als die längeren; die Führer der Spritzen mässigten, sobald sie auf Asphalt kämen, augenblicklich die Schnelligkeit der Gangart ihrer Pferde, gerade wie sie es machten, sobald sie auf Granitpflaster gelangten, nachdem sie macadamisirte Strassen verlassen, nähmen aber, sobald sich die Pferde an das andere Strassenbefestigungs-Material gewöhnt hätten, ihre gewöhnliche Geschwindigkeit wieder auf.

Allerdings erfordert das Fahren auf asphaltirten Strassen eine etwas grössere Aufmerksamkeit Seitens der Kutscher, namentlich auch weil das Anhalten der Wagen auf der völlig ebenen Fläche schwieriger ist, als auf Steinpflaster, indessen verschwinden hieraus in der ersten Zeit etwa erwachsene Nachtheile oder Unzuträglichkeiten schnell, so-

*) Wir müssen übrigens doch hierbei bemerken, dass in London, wie überhaupt in England, berechtigter Weise viel Werth auf guten und rationellen Hufbeschlag gelegt wird, der bei uns, — wie uns versichert wird, — leider noch zu wenig Studium erfahre. — Für Asphalt empfehlen sich nur völlig flache Eisen, ohne Stollen, welche Letzteren, den Pferden auf Asphalt doch keinerlei Hülfe bieten, da sie nirgends eingreifen können, vielmehr nur Unsicherheit des Auftretens erzeugen, indem das Pferd auf drei erhöhten Punkten steht. Die grösste Reibung und daher auch den grössten Halt gewährt dem Pferde ein völlig flaches Eisen.

bald die Kutscher sich einmal an die bis dahin ungewöhnte Ebenheit der Fahrbahn gewöhnt haben, wie sie denn auch regelmässig beim Umbiegen in eine andere asphaltirte Strasse die Gangart der Pferde mässigen, was wiederum der Sicherheit der, den Fahrdamm an einer solchen Stelle überschreitenden Fussgänger zu Statten kommt.

Auf Asphalt richten sich gestürzte Pferde zwar schwerer auf als auf Granit; dem ist aber leicht durch das Unterbreiten einer Pferdedecke oder durch Streuen einer Hand voll Sand abzuhelfen, wodurch das Ausgleiten des Pferdes bei seinen Anstrengungen, sich wieder zu erheben, erschwert und demselben ein vermehrter Halt gegeben wird. Dagegen ist aber statistisch nachgewiesen, dass die Pferde beim Stürzen auf dem ebenen Asphalt nur in seltenen Fällen sich Verletzungen zuziehen, während die Gefahr einer Beschädigung beim Stürzen auf dem wesentlich rauheren Steinpflaster erheblich grösser ist, und nun gar auf einer macadamisirten Strasse ein Pferd durch einen Sturz, namentlich auf frische Steinschüttung, nicht selten völlig unbrauchbar wird. (Wir erinnern hierbei nur an obwaltende analoge Verhältnisse bezüglich eiserner, steinerner oder hölzerner Treppen).

5. In der **kürzeren Zeitdauer, innerhalb welcher Asphaltirungen sowie Reparaturen an solchen ausgeführt werden können***), — ein Umstand, der namentlich für verkehrreiche Strassen und Städte von grossem Werthe ist, da bei solchen die betreffenden Strassen oder Strecken derselben nur für kürzere Zeit zu sperren beziehungsweise dem Verkehre zu entziehen sind, — ferner in der **Geräuschlosigkeit,** mit welcher diese Arbeiten ausgeführt werden, wogegen Steinpflasterungen durch den betäubenden Lärm, welchen sie verursachen, den angrenzenden Hausbewohnern und den Passanten der Strasse zum Schrecken gereichen und nun gar erst die Macadamisirung oder Chaussirung einer Strasse von der Anfuhr der klein geschlagenen Steine oder des Kieses an bis zum Festwalzen derselben vermittelst der schweren Walzen von Tausenden von Kilogramm (die Ballaison'sche Dampfwalze hat ein Gewicht von 13,200 Kg.) eine fortlaufende Kette von Leiden für Jene bildet.

6. In dem **werthvollen Dienste,** welchen die Asphaltirung der Strassen der **öffentlichen Gesundheitspflege** leistet und der darin

*) So, wie jetzt das Geschäft der Asphaltirung von Strassen organisirt ist, wo die Vorbereitung vorher ausserhalb der Baustelle erfolgt, ist die Asphaltirung grösserer Strassenzüge in wesentlich kürzerer Zeit zu bewirken, als die Steinpflasterung solcher. In Berlin ist z. B. im vorigen Jahre in der Leipzigerstrasse die Leistung erreicht worden, dass täglich ca. 1400 □ Meter Beton und auf trocken gewordener Beton-Unterlage ca. 1400 □ Meter Asphaltbahn von den drei Unternehmern gelegt wurden.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

besteht, dass die Asphaltschicht als eine undurchdringliche Decke jegliche Verbindung zwischen dem Untergrunde und der atmosphärischen Luft verhindert, also sowohl das Eindringen des Regenwassers (welches genöthigt ist, sich vollständig und mit voller Kraft in die Canäle zu stürzen und dieselben zu spülen) mit den durch dasselbe aufgelösten Unreinigkeiten in den Untergrund, als auch demnächst bei eintretender Wärme das Aufsteigen von Miasmen aus dem Letzteren unmöglich macht. Auf diese Eigenschaft der „Wasserdichtigkeit, welche verhindere, dass animalische oder vegetabilische Stoffe enthaltendes Wasser in das Pflaster eindringen könne, — eine bei allen anderen Pflasterarten unausbleibliche Folge, welche namentlich bei heissem Wetter übelriechende, ungesunde Ausdünstungen hervorbringe," begründet *Dr. Lankester* in seinem vorangezogenen Gutachten vom 30. Juni 1871 neben der Leichtigkeit der Reinhaltung sein Urtheil aus Gesundheits-Rücksichten zu Gunsten der Asphaltirung. Wir können nicht umhin, bei dieser Gelegenheit zu erwähnen, dass in der in Rede stehenden Beziehung gegen das sonst manche Vorzüge besitzende Holzpflaster gewichtige Bedenken obwalten, wie denn der mehrgenannte Ober-Ingenieur der Londoner City *Haywood* in einem Berichte vom 17. März 1874 über die relativen Verhältnisse des Holzes und des Asphalts zu Zwecken der Strassenbefestigung*) hervorhebt, dass er in der Nähe von Droschkenhalteplätzen auf Holzpflaster schreckliche Ausdünstungen wahrgenommen habe, und der Inspector der öffentlichen Gesundheitspflege in New-York *Dr. Raymond* in einem an diesen Verein erstatteten Berichte (New-York Times vom 12. December 1878) ausdrücklich den aus dem Holzpflaster aufsteigenden Miasmen den grossen Umfang der Verheerungen zuschreibt, welche die letzte Epidemie des gelben Fiebers in New-Orleans verursacht hat, wo in wenigen Wochen 12,000 Menschen dieser Seuche erlagen.

Die **Ausführung** der **Asphaltirung** von **Strassen** erfolgt im Allgemeinen (wir glauben, von dem Eingehen auf Specialitäten absehen zu dürfen) folgendermassen:

Zunächst wird das Planum der zu asphaltirenden Strasse bis auf etwa 20 bis 25 cm. (in Berlin: ca. 25 cm.) unter der Oberkante

*) Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes haben wir gemeint, es nicht unterlassen zu sollen, die Schlussfolgerungen, zu welchen *Haywood* gelangt, zum Abdruck zu bringen (s. Anlage B.) und einige Aeusserungen des mit dem Pflasterwesen in New-York betrauten Deputirten über diesen Punkt, sowie Auszüge aus bezüglichen Berichten der städtischen Bau-Verwaltung in Berlin und Wien anzuschliessen.

der herzustellenden Asphaltdecke ausgeschachtet und regulirt, eine Arbeit, die in Berlin auf Kosten der Stadt erfolgt, welche dem Unternehmer der Asphaltirung das so regulirte Strassenplanum übergiebt. Hierauf wird eine 15 bis 23 cm. (in Berlin: 20 cm.) starke Betonschicht, je nach dem Verkehre auf der Strasse (in Berlin: in einem Mischungs-Verhältniss von 1 Tonne Cement auf 1 cbm. groben, möglichst lehmfreien Kies) aufgebracht und nach Massgabe der Wölbung, welche die Asphalt-Strasse demnächst erhalten soll, profilirt. Nachdem der Beton möglichst erhärtet ist, wird das auf 90 bis 130° (je nach der Beschaffenheit des verwendeten Asphaltsteins) erwärmte Asphaltpulver gleichmässig in einer Höhe, die etwa $^2/_5$ mehr betragen muss, als demnächst die comprimirte Asphaltdecke erhalten soll (in Berlin also: ca. 7 cm. Höhe) aufgebracht, wobei wohl darauf zu achten ist, dass das Asphaltpulver überall nicht nur die gleiche Höhe, sondern auch die gleiche Dichtigkeit hat, da sonst die dichteren Theile (weil das erwärmte Asphaltpulver sich sehr leicht setzt) nach der Comprimirung Buckel, Erhöhungen, die weniger dichten Theile aber Verflachungen, Einsenkungen an der Oberfläche zeigen würden. In seinem neusten Werke erwähnt *Léon Malo* mit Anerkennung und als eine Verbesserung ein bei den Strassen-Asphaltirungs-Arbeiten in Berlin mit Erfolg angewendetes verstellbares Richtscheit zur Regelung der Gleichmässigkeit des aufgebrachten Asphaltpulvers (eine Erfindung des Directors der Neuchatel Asphalte Company in Berlin *John W. Louth*). Dasselbe wird durch, an seinen Enden angebrachte, auf Rädern laufende Ständer in der erforderlichen Höhe über dem (fertig gestellten) Beton erhalten und regelt bei der Fortbewegung über das geschüttete Asphaltpulver die durchgängig gleichmässige Höhe desselben; eine oder mehrere angebrachte Stellschrauben dienen dazu, der Unterkante des Apparats und dadurch dem Pulver die erforderliche Wölbung zu geben.

In demselben Werke bezeichnet es *Malo* als eine Aufgabe für die Asphalt-Ingenieure, eine praktische Methode ausfindig zu machen, um die vorgängige Erwärmung des Asphaltpulvers zu umgehen. Dass dasselbe in kaltem Zustande sich gleichfalls comprimiren lasse, sei durch Versuche mit vollständigem Erfolge festgestellt worden, so bei einer im Jahre 1870 in der Avenue d'Antin in Paris ausgeführten Asphaltirung, wobei eine Dampfwalze von 30,000 Kg. Gewicht und allerdings Vorsichtsmassregeln sowie eine sehr complicirte Einrichtung angewendet worden seien, die bei den gewöhnlichen laufenden Arbeiten sich verböten. Diesem Vorschlage *Malo's* steht jedoch das gewichtige Bedenken entgegen, dass es bei der Comprimirung des kalten Asphaltpulvers auch durch die complicirtesten Vorkehrungen kaum zu erreichen sein dürfte,

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

die in demselben enthaltene Feuchtigkeit — diesen hauptsächlichsten und gefährlichsten Feind der Asphaltirung — völlig aus demselben zu entfernen und dass dem gegenüber die Umstände und Unkosten der vorhergehenden Erwärmung doch sehr in den Hintergrund treten.

Das geschüttete Asphaltpulver wird sodann auf etwa $^2/_3$ seiner Höhe (in Berlin: auf 5 cm.) vermittelst stark erhitzter eiserner Walzen und Stampfen comprimirt und schliesslich die Oberfläche vermittelst heisser Glätteisen vollkommen geglättet. Wenige Stunden nachher, sobald die Asphaltdecke abgekühlt ist, kann die Strasse dem Wagenverkehr eröffnet werden. Die Vollendung der Comprimirung des Asphaltpulvers erfolgt erst mit der Zeit durch den über die Strasse sich bewegenden Wagenverkehr, wesswegen auch Strassen ohne einen solchen von einem gewissen Umfange sich nicht dazu eignen, mit einer Asphaltdecke aus comprimirtem Asphalt versehen zu werden; für solche eignet sich besser Guss-Asphalt. Um jene Wirkung des späteren Wagenverkehrs früher zu erreichen, hat man den Vorschlag gemacht, eine grössere Anzahl Wagenräder von gleichem Durchmesser, auf derselben Achse laufend, unmittelbar den Walzen folgen zu lassen.

Durch das im Vorstehenden beschriebene Verfahren wird, wie *Malo* bemerkt, der Asphaltstein in seinem natürlichen Zustande mit derselben Cohärenz und Festigkeit und demselben Aussehen vollständig wieder hergestellt, so dass man also sagen darf, die Asphaltdecke bestehe aus dem natürlichen Asphaltstein.

Die wichtigste Bedingung für eine gute dauerhafte Asphaltirung ist die **Herstellung einer soliden, unveränderlichen, undurchdringlichen** und **möglichst trockenen Beton-Unterlage,** indem die auf dieselbe aufgebrachte, verhältnissmässig dünne Asphaltschicht weniger die Bestimmung hat, selbst einen Widerstand zu leisten, als die, als eine unveränderliche Schutzdecke zwischen der festen Unterbettung und den Rädern der Wagen und Eisen der Pferde zu dienen und durch ihre verhältnissmässige Elasticität (*Malo* vergleicht die Asphaltdecke mit einer Decke von gehärtetem Kautschuk) Erstere gegen die Abnutzung durch Letztere zu schützen. Der Hauptfeind für die Erhaltung der Asphaltdecke ist aber die von unten aus einer nicht hinlänglich ausgetrockneten Unterbettung in Folge der Erwärmung des Asphalts aufsteigende Feuchtigkeit, welche allmählich Risse in der Decke hervorbringt und dieselbe mosaikartig in Fragmente (die von den französischen Asphalt-Arbeitern sogenannten *macarons*) auflöst, wodurch deren einheitliches Gefüge und Zusammenhang gelockert und bald deren völlige Zerstörung herbeigeführt wird. In seinem jüngsten Vortrage

verweist *Malo* auf die in London ausgeführten Asphalt-Strassen, wo man die in Paris gemachte Beobachtung des Erfordernisses einer trockenen, nicht nachgebenden, undurchdringlichen Unterbettung mit Erfolg benutzt habe; die dort unter dieser Vorsichtsmassregel ausgeführten Asphalt-Strassen, wie diejenige von Cheapside, mit ihrem enormen Wagenverkehr hätten nie ernstliche Deteriorationen zu erfahren gehabt. Das Gleiche gilt auch von Berlin, wohl mit in Folge der durchgängigen Verwendung von Cement-Beton. Aus dem in Rede stehenden Grunde muss es auch, wenn irgend thunlich, unterlassen werden, Arbeiten oder Reparaturen an Asphalt-Strassen bei sehr nassem Wetter auszuführen und sollten solche, wenn das Wetter nicht genügend trocken ist, lieber ausgesetzt werden. Dagegen können im Winter, vorausgesetzt, dass das Wetter trocken und nicht zu kalt ist, Arbeiten und Reparaturen an der Asphaltdecke ohne Nachtheil vorgenommen werden, was bei Granitpflaster nicht angeht. Ebenso schädlich für den Bestand der Asphaltdecke, wie die aus der Unterbettung aufsteigende Feuchtigkeit, ist aber auch die, in Folge nicht hinlänglicher Erwärmung oder wegen Mangels genügender Vorrichtungen zum Entweichen während des Erwärmungs-Prozesses in dem erwärmten Asphaltpulver etwa zurückgebliebene Feuchtigkeit. Dieselbe unterbricht dann den inneren, einheitlichen Zusammenhang der comprimirten Asphaltdecke, was zur Folge hat, dass der Wagenverkehr, welcher immer in derselben Richtung die Asphaltdecke angreift, allmählich Verschiebungen in derselben erzeugt, welche sich unter der sich stets gleichbleibenden Einwirkung des Letzteren (welche nie durch eine Einwirkung in entgegengesetzter Richtung aufgehoben oder abgeschwächt wird) endlich zu förmlichen Wellen verdichten.

Anlangend die zulässigen **Steigungen** und die erforderliche **Wölbung** asphaltirter Strassen, so sollte man Steigungen von mehr als 1 : 70 vermeiden und genügt eine Wölbung von den Seiten zur Mitte von 1 : 50 bis 1 : 60 vollkommen. *Haywood* bezeichnet in seinem vorangeführten Berichte vom 24. Juli 1871 — bis weitere Erfahrungen gesammelt seien — 1 : 60 als das zulässige Maximum, welches mit Ausnahme besonderer Umstände nicht überschritten werden sollte, (allerdings hat in der Londoner City die Queen Street eine Steigung von 1 : 57 und das westliche Ende der Broad Street sogar eine solche von 1 : 46 und zwar, ohne dass sich Unzuträglichkeiten für den Verkehr in Folge dessen bemerkbar gemacht hätten), indessen wird man doch gut thun, wenn man eine Asphalt-Strasse mit einer stärkeren Steigung als 1 : 70 ausführen sollte, die Fahrbahn durch flache Ein-

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

schnitte in der Querrichtung derselben zu unterbrechen (zu riffeln), um den Pferden einen sichereren Halt zu bieten und das zu leichte Herunterrollen der Wagen zu verhindern; diese Einschnitte, welche durch den Verkehr allmählich verschwinden, könnten von Zeit zu Zeit nachgearbeitet werden.

Bei sorgfältiger Ausführung und bei Verwendung von Asphaltpulver von guter, durch längere Erfahrung bewährter Qualität ist die **Dauerhaftigkeit** einer solchen Asphaltirung eine bedeutende, da die Abnutzung bei dem gewöhnlichen mittleren Verkehr in grossen Städten nach dem Verlaufe der ersten 2 bis 3 Jahre, während welcher die Comprimirung des Asphaltpulvers durch den sich über die Strasse bewegenden Wagenverkehr verstärkt und eigentlich erst vollendet wird (wie dies durch, von 6 zu 6 Monaten aus einer Asphaltirung auf dem Platze des palais royal zu Paris genommene Proben constatirt worden), eine minimale ist. Als im Februar 1870 die Asphaltdecke der rue Bergère, deren wir als der ersten in Paris im Jahre 1854 asphaltirten Strasse vorstehend gedacht haben, aufgebrochen wurde, ergab die vorgenommene Untersuchung, dass dieselbe im Laufe der 16 Jahre von einer Dicke von 60 mm. auf 43 mm. reducirt worden und die Verminderung des Gewichts verhältnissmässig noch geringer war, — sie betrug nur 5 % des ursprünglichen — wodurch wiederum obige Beobachtung bestätigt wird. Aehnliche Wahrnehmungen hat man in London an den Asphaltdecken in der Threadneedle Street bei der Bank of England und in Poultry gemacht. In dieser Eigenschaft einer grossen Dauerhaftigkeit in Verbindung mit der ferneren Eigenschaft, dass sich etwa nöthig werdende Reparaturen leicht und wirkungsvoll ausführen lassen (wovon später; s. S. 25), wodurch man in den Stand gesetzt ist, stets die gleiche Güte der Fahrbahn zu erhalten, liegt ein grosser, entscheidender Vorzug der Asphaltirung vor jeder anderen Art der Strassenbefestigung.

Die **Kosten** der **Asphaltirung** von Strassen-Fahrdämmen stellen sich an den verschiedenen Orten, wo solche ausgeführt worden sind, sehr verschieden. Es haben darauf Einfluss: der Umstand, ob an dem Platze hierauf eingerichtete Geschäfte bestehen mit den nothwendigen Apparaten, Utensilien und namentlich dem geübten Arbeiter-Personal, die Weite des Transports des Asphaltpulvers, zu dessen Herstellung sehr kräftige Maschinen und complicirte Einrichtungen erforderlich sind, die Kosten des Cements, die mit Rücksicht auf die Verhältnisse des Untergrundes erforderliche grössere oder geringere Stärke der Beton-Unterbettung, die Höhe der Arbeitslöhne und die Leistungsfähigkeit

der zahlreich erforderlichen Hülfs-Arbeiter und Handlanger, die Ausdehnung der einzelnen Arbeit, indem umfangreichere Arbeiten bei dem nothwendigen Ineinandergreifen der einzelnen Operationen sich verhältnissmässig billiger ausführen lassen, als beschränkte.

Die Stadt **Berlin** zahlt für den □ Meter auf die vorstehend beschriebene Weise hergestellten Asphalt-Fahrdamm 16,50 Mark (die von der Stadt getragenen Kosten der Beseitigung des Steinpflasters und der Regulirung des Strassenplanums werden sich auf etwa 60 bis 70 Pfg. pro □ Meter belaufen) und hat der Unternehmer während der ersten 5 Jahre die Garantie für die Güte der Ausführung **ohne** Entschädigung und während weiterer 15 Jahre die Unterhaltung gegen eine Entschädigung von 50 bis 75 Pfg. pro □ Meter und Jahr*) (letzterer Preis wird in Strassen, wo Pferdebahn-Geleise liegen, gewährt) zu übernehmen. Es stellen sich hiernach die **Kosten** der Asphalt-Strassenbefestigung pro □ Meter wie folgt:

Herstellungskosten	16,50 Mark,
Unterhaltungskosten 5 Jahre unentgeltlich	
„ 15 „ à 50 Pfg. .	7,50 „
also während 20 Jahre	24,00 Mark.

Eine **Vergleichung** dieser Kosten einer Asphaltirung mit denjenigen einer Steinpflasterung hat ihre grossen Schwierigkeiten, und müssen wir uns ausser Stande erklären, eine solche an der Hand der zugänglichen Materialien aufstellen zu können. Was zunächst die Asphalt-Strasse anbetrifft, so ist zu bemerken, dass nach Ablauf der 20 Jahre die Asphaltirung keineswegs werthlos und unbrauchbar ist, vielmehr muss nach den abgeschlossenen Verträgen von dem Unternehmer die Strasse in gut fahrbarem Zustande übergeben werden, so dass mit Bestimmtheit behauptet werden darf, dass nach Ablauf jener Frist die Asphaltirung noch mehrere Jahre ohne Reparatur — *Haywood* nimmt (wohl um sicher zu gehen) 4 Jahre an, was als das Minimum zu bezeichnen sein dürfte — halten wird, ehe sie als abgenutzt anzuerkennen ist und erneuert werden muss. Aber auch dann behält die aufgenom-

*) In Paris und London sind die Leistungen der Stadt an die Unternehmer für Uebernahme der Unterhaltung der Asphalt-Strassen wesentlich höher, indem dafür in London nach 2jähriger unentgeltlicher Unterhaltung während weiterer 15 Jahre 0,89 bis 1,79 Mark und in Paris 1 Franc pro □ Meter und Jahr gewährt wird, wogegen Unternehmer verpflichtet sind, sämmtliche vorkommende Schäden wieder herzustellen. — Ausbesserungen über Aufgrabungen für Gas- oder Wasserleitungen, Entwässerungs- oder sonstige unterirdische Anlagen werden selbstverständlich besonders vergütet.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

mene Asphaltdecke immer noch einen Werth, da der Asphalt zu Guss-Asphalt verwendet, umgeschmolzen wird, und die Beton-Unterbettung wahrscheinlich, wenn nicht aussergewöhnliche Umstände obgewaltet haben, ihren vollen, ursprünglichen Werth, so dass sie ohne Weiteres als Unterlage für eine neue Asphaltdecke benutzt werden kann. Alle diese Momente, bezüglich deren es hier noch an den erforderlichen Erfahrungen und daher an den zuverlässigen Zahlen mangelt, müssten nothwendiger Weise bei Ermittelung der jährlichen durchschnittlichen Herstellungs- und Unterhaltungs-Kosten einer Strassen-Asphaltirung in Rechnung gestellt werden, und dürfte aus Vorstehendem erhellen, dass eine derartige Berechnung, um zutreffend zu sein, sich über einen sehr lang ausgedehnten Zeitraum erstrecken müsste.

Zu einer Vergleichung mit den so festzustellenden Kosten der Asphaltirung dürften dann nur diejenigen einer gleich guten, also mit bestem Material ausgeführten Steinpflasterung herangezogen werden, und zwar dürften nur Strassen verglichen werden, in denen alle Bedingungen möglichst gleiche wären, also solche von gleicher Breite, von gleichstarkem und gleichartigem Verkehr, da alle diese Momente in sehr bedeutendem Masse auf die Dauer und die Kosten der Strassenbefestigung von Einfluss sind. Zur Aufstellung einer solchen vergleichenden Berechnung der jährlichen durchschnittlichen Herstellungs- und Unterhaltungs-Kosten einer analogen Steinpflasterung lassen uns aber die uns zugänglichen Veröffentlichungen ebenfalls im Stich. Dem im Jahre 1877 erschienenen, von dem hiesigen Architecten-Vereine herausgegebenen Werke „Berlin und seine Bauten", Band II. S. 8—11 entnehmen wir, dass in den letzten Jahren die Kosten der Herstellung des Strassenpflasters (d. h. des ausgeführten besten, wie solches allein mit Asphaltirung zum Vergleiche gezogen werden kann) einschliesslich der Erdarbeiten, Kiesbettung, Rinnsteinbrücken etc. betragen haben pro □ Meter bei Verwendung von rechtwinklig behauenen

Märkischen Granit-Steinen	12,70	Mark,
Pfälzer Porphyr-Steinen	14,10	„
Belgischen Porphyr-Steinen	17,00	„
Sächsischen Porphyr-Steinen	16,60	„
und bei einem im Jahre 1857 in der Friedrich-Strasse zwischen der Behren-Strasse und der Strasse „Unter den Linden" angestellten Versuche zur Ermittelung der vortheilhaftesten Pflasterung für die Strassen Berlin's . . .	20,10	„

Die Kosten der seit 1879 in den Hauptverkehrs-Strassen ausgeführten Umpflasterungen, wobei allgemein das sogenannte Wiener Würfel-

Pflaster*) mit Steinen I. Klasse zur Anwendung kommt, berechnen sich nach dem Berichte über die Städtische Bau-Verwaltung pro 1879 auf 21,13 bis 26,28 Mark pro □ Meter. Wir müssen indess darauf aufmerksam machen, dass diese Zahlen keineswegs die Kosten der Steinpflasterung allein darstellen, ebensowenig wie die vorstehend mitgetheilten aus früherer Zeit, dass vielmehr wie in diesen, so in jenen die Kosten für mancherlei bei dieser Gelegenheit erforderlich gewordene Neben-Anlagen und Arbeiten enthalten sind. Ueber die Unterhaltungskosten dieser in den letzten Jahren mit vorzüglichem Material (der weitaus grösste Theil der in Berlin zur Verwendung gelangenden besseren Steine wird aus Schweden und Belgien bezogen) und grösster Sorgfalt ausgeführten, als mustergültig zu bezeichnenden, der Städtischen Verwaltung zu hoher Ehre gereichenden Steinpflasterungen, über die Dauer derselben und die Kosten der nach einer gewissen Reihe von Jahren erforderlich werdenden Umpflasterung mit der Erneuerung der fehlerhaft gewordenen Steine, beziehungsweise der Nacharbeitung der zeitigen Oberfläche derselben mangeln z. Z. noch die Erfahrungen und, wenn man sich solche aus den Wahrnehmungen während der kurzen Zeitdauer, dass diese Steinpflaster liegen, construirt haben sollte, mangelt es doch an der Veröffentlichung derselben. Bezüglich der früheren Verhältnisse giebt das vorangezogene Werk an, dass für die Unterhaltung, Um- und Neupflasterung des fiscalischen Strassenpflasters durchschnittlich jährlich pro □ Meter verausgabt worden seien: in den Jahren 1854—63 11 Pfg., 1865—71 22 Pfg., 1873/74 57 Pfg. und dass die durchschnittliche Dauer des Strassenpflasters anzunehmen sei: in den frequentesten Strassen zu 6 bis 10 Jahren und in weniger frequenten zu 12 bis 15 Jahren. Diese Zahlen sind indess für unseren Zweck nicht zu verwenden, da das frühere fiscalische Berliner Strassenpflaster auch nicht im Entferntesten mit einer asphaltirten Strasse verglichen werden kann, wie solche jetzt die Hauptstadt zieren. — Nach Vorstehendem dürfte es einleuchtend sein, dass die Ermittelung der jährlichen durchschnittlichen

*) Wir führen bei dieser Gelegenheit an, dass man in London allgemein nur Steine von schmalem Format (15—22,8 cm. hoch, 15—17,5 cm. lang, 7,5—7,6 cm. breit) verwendet. Es geschieht dies aus dem Grunde, weil die Abnutzung der Steine zunächst an den Rändern stattfindet, so dass dieselben allmählich mit der Zeit eine gewisse Wölbung erhalten, ein Uebelstand, der sich dann namentlich bei grossen Steinen mit quadratischer Oberfläche für den Wagenverkehr unangenehm bemerkbar und fühlbar macht, indem die Räder der Wagen den Erhöhungen und abwechselnd Vertiefungen der Oberfläche der Fahrbahn folgen, wogegen bei schmalen Steinen Letzteres vermieden wird. — Wer sich näher für diese Frage interessirt und über dieselbe zu unterrichten wünscht, den können wir nur auf die (während der Drucklegung erschienene) Abhandlung des Professors *Dietrich*: „Soll man mit grossen oder kleinen Steinen pflastern?“ verweisen.

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Herstellungs- und Unterhaltungskosten einer Steinpflasterung von einer, einer Asphaltirung ebenbürtigen Qualität und unter analogen Verhältnissen nur Gegenstand specieller Aufnahmen sein kann, und zwar nur solcher von amtlicher Seite, welcher alle die einzelnen Angaben zu Gebote stehen, aus denen sich die veröffentlichten Durchschnitts- und Gesammtzahlen zusammensetzen. Und wenn dann wirklich diese beiderseitigen Kosten so genau, als nur irgend thunlich ermittelt sein sollten, müssten wir doch gestehen, dass eine Vergleichung derselben aus dem Grunde nicht zutreffend wäre, weil es sich auf beiden Seiten nicht um das Nämliche handelt, insbesondere ein anderer Massstab an die Ebenheit einer Steinpflasterung, als an diejenige einer Asphaltirung angelegt wird und man sich bei Ersterer schon mit einem minderen Grade begnügen muss, da eine, derjenigen der Asphaltbahn gleiche Ebenheit absolut nicht zu erreichen ist, — ein Unterschied, der sich im Laufe der Jahre immer mehr steigert, indem auch das beste Steinpflaster der Abnutzung unterliegt, sich verschlechtert, wogegen von der Asphaltbahn immer der gleiche Zustand der Ebenheit verlangt und auch geleistet wird. Von den sonstigen grossen Vorzügen, welche die Asphaltirung der Strassen gegenüber der Steinpflasterung bietet und deren wir vorstehend gedacht haben (s. S. 5—17), wollen wir hierbei ganz absehen, obgleich sich dieselben (wie die Verminderung der Abnutzung an Wagen und Pferden) zum Theil auch in Zahlen ausprägen.

Reparaturen an Asphalt-Strassen bieten gar keine Schwierigkeiten und lassen sich schnell ausführen. Wenn sich in der Asphaltdecke ein Loch gebildet hat oder sonst eine fehlerhafte Stelle zeigt,*) was auf das Vorhandensein fremder, unter das Asphaltpulver gekommener Stoffe oder auf mangelhafte Vorbereitung desselben (namentlich auf Anbrennen beim Erwärmen) zurückzuführen ist, so schneidet man um die fehlerhafte Stelle herum ein Stück bis auf den Beton heraus, bringt neues Asphaltpulver auf und verfährt, wie bei der ersten Herstellung. Dieses Ausschneiden muss übrigens in geraden Linien erfolgen, nicht in krummer Linie, weil sich so der innige Anschluss der neuen Decke an die alte sicherer vollzieht, dagegen die krummlinigen Verbindungen selten länger als 1 oder 2 Jahre halten; ferner muss es erfolgen möglichst rechtwinklig zur Längenrichtung der Strasse — nicht, wie sonst empfohlen wird, in schräger Richtung zu derselben,

*) Die bisweilen sich vorfindenden, nur bei nassem Wetter bemerkbaren schwachen Einsenkungen der Asphaltdecke sind auf eine ungleichmässige Comprimirung zurückzuführen, die aber sehr schwer ganz zu vermeiden ist.

weil in diesem Falle, da das neue Stück wegen der erst allmählich eintretenden völligen Comprimirung etwas höher sein muss, als die dasselbe umgebende alte Asphaltdecke, an der, den herankommenden Wagen zugewendeten Seite durch deren Räder eine Abschleifung des Randes verursacht werden würde; und endlich muss der Einschnitt nicht rechtwinklig, sondern schiefwinklig zur Oberfläche stehen, weil auf diese Weise eine bessere Verbindungsfläche erzielt wird. Bei geringen Verflachungen empfiehlt *Léon Malo*, über der betreffenden Stelle ein stark erhitztes Eisenblech von 10 bis 12 mm. Dicke in der Entfernung von einigen Centimetern über der Asphaltdecke anzubringen; in wenigen Minuten erweicht die Hitze die Letztere bis auf 1 bis 2 cm. Tiefe, dann kratzt man die Oberfläche auf, um den reinen Asphalt freizulegen, bringt neues erwärmtes Asphaltpulver in der genügenden Quantität, um die Verflachung auszufüllen, (mit einer geringen Ueberhöhung) auf und stampft dasselbe kräftig fest. Die beiden Pulver schliessen sich vollständig an einander an und trennen sich nicht mehr. Auf diese Weise ausgeführte Reparaturen an Asphalt-Strassen in Lyon haben sich vollkommen bewährt.

Reparaturen kleinerer Flächen der Asphaltdecke können schneller, als diejenigen einer Steinpflasterung ausgeführt werden und sind, wo ein starker Verkehr stattfindet, nach 1 bis 2 Wochen kaum mehr zu bemerken. Die Reparaturen sind ferner, wie die in Paris, London und anderwärts gemachten Erfahrungen beweisen, von Erfolg, wogegen dieselben bei Steinpflasterungen selten von Werth sind.

Schwieriger werden allerdings die Reparaturen, wenn es sich in Folge erforderlich gewordener Reparaturen an den Gas-, Wasser- oder sonstigen in den Strassenkörper versenkten Leitungen um Aufnahme der Beton-Unterlage handelt, doch trifft dies in gleichem oder ähnlichem Masse auch gut ausgeführte Steinpflasterungen auf Beton- oder Schotter-Unterbettung. Ja sogar führen derartige Reparaturen unter Asphalt-Strassen geringere Unbequemlichkeiten und Störungen des Verkehrs mit sich, als solche unter Steinpflaster, da in letzterem Falle ein Streifen von ungefähr 50 cm. zu jeder Seite der nothwendigen Oeffnung aufgenommen werden muss, wogegen die Asphaltdecke und die Betonirung genau in der erforderlichen Breite herausgenommen werden können und keine weiteren Arbeiten, darüber hinaus, dadurch verursacht werden. Aus jenem Grunde sollte man im financiellen Interesse der betreffenden Städte, wie dies auch in Berlin geschieht, an derartige, in ihrer Anlage doch immerhin kostspieligere Strassenbefestigungen nicht eher herangehen, so lange nicht die Verlegung von Gas- und Wasserleitungs-Rohren, die Ausführung einer Canalisation,

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8⁰ broch. Preis 1 Mark.

die Legung von Telegraphen-Kabeln und dergleichen unterirdische Anlagen im Strassenkörper seit einiger Zeit (in Berlin wartet man 2 Winter) beendet sind und der Boden sich wieder vollständig gesetzt hat. Auch abgesehen von dieser nothwendigen Vorsichtsmassregel bezeichnet es *Léon Malo* als sehr wünschenswerth, dass man — soweit nicht diese Anlagen in breiten Strassen (wie dies in Berlin geschieht) unter die Bürgersteige verlegt werden können — dem Beispiele London's folge, wo man vielfach jene Leitungen in die Canäle verlegt hat, in denen sie stets und leicht zugänglich sind. Wir schalten bei dieser Gelegenheit ein, dass, da die Asphaltdecke mit ihrer Unterbettung eine Befestigung der Fahrstrasse bildet, die den Druck ungleich mehr vertheilt als gewöhnliches Steinpflaster, beziehungsweise den Untergrund (und was in ihm liegt) gegen von oben kommenden Druck und Erschütterung völlig schützt, die unter der Betonirung liegenden Röhren und sonstigen Leitungen keinerlei Beschädigungen durch den sich über die Strasse bewegenden Verkehr, namentlich bei Beförderung ungewöhnlich schwerer Lasten ausgesetzt sind, wie denn schon die Ausführung einer Asphalt-Strasse (bei der Abwesenheit jeder Erschütterung) gar keine Veranlassung zu einer Beschädigung jener Leitungen giebt — im Gegensatze zur Pflasterung einer Strasse mit der damit verbundenen Erschütterung des Bodens durch die Ramm-Arbeiten oder der Macadamisirung einer solchen mit derjenigen durch die sich darüber hinbewegenden schweren Dampfwalzen. Bei Reparaturen der in Rede stehenden Art ist vor Allem ganz besondere Sorgfalt darauf zu verwenden, dass die verfüllte Erde sich erst wieder völlig gesetzt und verdichtet hat, was durch Feststampfen nach Möglichkeit erreicht wird, bevor neuer Beton, und zwar in der Regel, um ein schnelleres Trocknen zu erreichen, mit einem stärkeren Cement-Zusatze gelegt wird. Nachdem derselbe möglichst trocken geworden, wird eine neue Asphaltdecke aufgebracht, überhaupt wie bei einer Neu-Anlage verfahren. Indessen muss aus dem mehrfach erwähnten Grunde der erst mit der Zeit durch den Wagenverkehr erfolgenden Vollendung der Comprimirung des Asphaltpulvers die neue Decke etwas stärker als die alte (bereits comprimirte) aufgebracht werden; würde man diese Vorsicht verabsäumen, so würde mit der Zeit, nach erfolgter völliger Comprimirung der neuen Asphaltdecke, dieselbe gegenüber der alten eine Vertiefung (wenn auch noch so unbedeutend, aber doch stets bei Regen wahrnehmbar) darbieten.

Wenngleich es an und für sich als eine Widersinnigkeit zu bezeichnen ist, in die beste und ebenste Strassen-Fahrbahn, wie eine

solche unleugbar die Asphaltirung darstellt, Schienen-Geleise einzulegen*), so dürften doch auch berechtigte Ausnahmefälle anzuerkennen sein, namentlich wenn es sich darum handelt, die Wagen der Pferde-Eisenbahnen von den äusseren Stadttheilen und den Vororten tiefer in das Innere der Stadt hineinzuführen, was bei den meistentheils angewandten Formen und Constructionen der Räder und Wagen ohne grosse Umstände und Umänderungen nicht angänglich wäre. Wir glauben daher es nicht unterlassen zu sollen, auch dieser Frage der **Einlegung von Schienen-Geleisen in Asphalt-Strassen** einige Bemerkungen zu widmen. — An Stelle des bisher angewandten Systems der Oberbau-Construction mit Querschwellen und Schienen mit einseitiger Lauffläche dürfen in Berlin jetzt nur symmetrische Schienen mit doppelter Lauffläche auf Langschwellen verlegt werden. Die grosse Berliner Pferde-Eisenbahn-Gesellschaft wendet bei ihren neueren, als mustergültig zu bezeichnenden Ausführungen das System ihres Ober-Ingenieurs *Fischer-Dick***) an: die zur symmetrischen ausgebildete *Larsen*'sche Sattelschiene (133 mm. breit, 65 mm. hoch, 25,5 Kg. per l. m. schwer) auf eichenen, genau nach der Schiene profilirten Langschwellen. Bei der Einlegung von Schienen-Geleisen in asphaltirte Strassen-Dämme hat man in England (und auch in Berlin auf der Belle Alliance-Brücke) die Erfahrung gemacht, dass der unmittelbare Anschluss der comprimirten Asphaltdecke an die Schienenstränge sich nicht empfiehlt, weil mit der Zeit auch die beste Schienenbefestigung etwas locker wird und dann in Folge der durch den Verkehr entstehenden beständigen Erschütterungen der an die Schienen anschliessende Asphalt abbröckelt und fortwährender Reparaturen bedarf. Um dem vorzubeugen, hatte man sich zuerst (bei der bezüglichen Anlage in der Potsdamer Strasse) dadurch geholfen, dass man zu beiden Seiten der Schienenstränge je eine Reihe von Pflastersteinen I. Qualität (Würfelpflaster) in Cement-Mörtel verlegte, an welche sich die Asphaltirung fest anschliesst. Durch diese Anordnung ist zwar jener Zweck vollständig erreicht worden, indem der Anschluss des Asphalts an die Pflastersteine völlig intact geblieben ist; es hat sich aber ein anderer Uebelstand herausgestellt, nämlich, dass beim Fahren des Strassen-Fuhrwerks über diese Steinreihen (mit ihrer doch immerhin rauhen Oberfläche und den vielen Querfugen) ein, durch

*) Wir können bezüglich dieser Frage nur unser vollkommenes Einverständniss mit den Ausführungen des Professors *Dietrich* in seiner Abhandlung: „Die zukünftige Entwickelung der Berliner Verkehrs-Verhältnisse (Strassenbahn und Omnibuswesen)" erklären.

**) Vergl. *Fischer-Dick*: „Ueber die Entwickelung des Oberbaues bei Strassen-Eisenbahnen". Berlin 1880. Polytechnische Buchhandlung (*A. Seydel*).

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

den Gegensatz des geräuschlosen Fahrens über die Asphaltbahn in erhöhtem Grade empfindlicher Lärm erzeugt wird. So ist man denn dahin gekommen, bei der letzten bezüglichen Anlage (in der Leipziger Strasse) diese Steinreihen durch Steinschwellen mit sorgfältig bearbeiteten Ober- und Stossflächen, durch Holzpflaster oder einen Streifen Guss-Asphalt zu ersetzen. Die Erfahrung wird nun lehren, welches von diesen Systemen sich am besten bewährt. — In den mit dem neuen Würfel-Steinpflaster versehenen Strassen sind die Langschwellen, welche nebst Schienen die gleiche Höhe wie die Pflastersteine haben (20 cm.), direct auf der höchst soliden Fundamentirung verlegt; in den asphaltirten Strassen erhalten die Schienen-Geleise in der Breite zwischen den äussersten Reihen der Einfassungs-Steine eine Beton-Unterbettung von 12 bezw. (unter den Schwellen und Einfassungs-Steinen) 15 cm. Stärke (bei ca. 2 cm. starker Unterstopfung von Guss-Asphalt), so dass unter der zwischen den Schienen liegenden Asphalt-Fahrbahn von 5 cm. Stärke eine Betonirung von 32 cm. liegt.

Wie schon vorstehend beiläufig erwähnt worden, ist, um des Erfolges sicher zu sein, besonders auf **Verwendung eines geeigneten Asphalts, von guter, durch langjährige Erfahrung bewährter Qualität,** zu achten. Durch vielfache ungünstige Erfahrungen ist nämlich constatirt worden, dass zu diesen Strassenbefestigungen vermittelst comprimirten Asphaltpulvers sich keineswegs alle Sorten Asphaltsteine eignen*); man darf nur solche verwenden, deren Gehalt an Bitumen nicht viel von 10 % abweicht und die namentlich keine, dem letzteren beigemischte ölige Bestandtheile enthalten. Verwendet man einen an Bitumen reicheren Asphaltstein, so muss man solchen mit ärmerem, möglichst aus denselben Lagerstätten, vermischen; es

*) Nach *Haywood's* Berichte vom 17. März 1874 haben sich von 11 verschiedenen Sorten Asphalt (worunter auch Guss- und künstliche Asphalte), welche in der Zeit vom Juni 1869 bis November 1873 in London zu Fahrdamm-Anlagen verwendet worden sind, 5 als völlig unbrauchbar und ungeeignet erwiesen, so dass sie nach sehr kurzer Zeit haben beseitigt werden müssen (sie wurden durch comprimirten Val de Travers-Asphalt ersetzt), andere befanden sich in einem wenig befriedigenden Zustande, einige zeigten unfehlbare Spuren von Verfall und die Nothwendigkeit einer baldigen Erneuerung und gründlichen Reparatur. Comprimirte Asphalte hatten sich bis dahin als die Haltbarsten erwiesen, und hatte die im Jahre 1873 bewirkte sorgfältige Prüfung derjenigen, welche am längsten lagen, ergeben, dass die Abnutzung auf denselben eine höchst geringe und die Oberfläche in gutem Zustande war. Von diesen ältesten Strassen-Asphaltirungen liegen jetzt nur noch die aus comprimirtem Val de Travers-Asphalt und aus Limmer-Guss-Asphalt hergestellten. Ueber die in den letzten Jahren in Paris gemachten unbefriedigenden Erfahrungen s. S. 30.

giebt nämlich nur wenig Asphalt-Sorten, welche sich mit anderen mit günstigem Erfolge vermischen lassen, und ergeben vielmehr derartige Mischungen meistens ungünstige Resultate. (*Malo* bezeichnet ein solches Verfahren als: neutraliser les défauts des uns par le vice des autres). Es ist dies dadurch zu erklären, dass, wie durch zahlreiche Versuche festgestellt worden, sehr häufig der Wärmegrad, auf welchen der Asphalt erwärmt werden muss, um comprimirt zu werden, bei Asphalten von verschiedenen Lagerstätten ein verschiedener ist.

Zu den in Paris bis zum 31. Dezember 1877 ausgeführten Strassen-Asphaltirungen ist von der damit betraut gewesenen compagnie générale des Asphaltes de France ausschliesslich Asphalt aus den Gruben des **Val de Travers** und von **Pyrimont-Seyssel** verwendet worden. Die von dieser Gesellschaft hergestellten Strassen haben sich — abgesehen von solchen Mängeln, die ihren Grund darin hatten, dass das Asphaltpulver zu früh auf nicht hinlänglich trockene oder auch nicht genügend starke Unterbettung aufgebracht worden, durchaus bewährt. Seit dem Jahre 1878 befindet sich die Ausführung der Strassen-Asphaltirungen in Folge Minderforderung in den Händen eines anderen Unternehmers, welcher, wie es scheint, zu seinen Arbeiten eine Mischung des ziemlich bitumenreichen Asphaltsteins von Lobsann mit dem sehr mageren Material von Forens (vergl. die Analyse S. 33) verwendet. Die von diesem Unternehmer hergestellten Asphaltirungen haben sich indess schlecht bewährt. Der Grund hiervon scheint in dem nicht unbeträchtlichen Gehalte des erstgenannten Asphalts an Schwefelkies (ungefähr $9^1/_2$ %) zu liegen, welcher bei der erforderlichen Erwärmung des Asphaltpulvers etwa die Hälfte seines Schwefelgehaltes verliert und sich in einfaches Schwefeleisen (Eisensülfür) verwandelt, welches unter dem Einflusse der Luft sich oxydirt und in schwefelsaures Eisenoxydul umbildet. Dieses lösliche Salz vernichtet den Zusammenhang der Asphaltdecke und führt in kurzer Zeit das völlige Verderben derselben herbei. **Derartige üble Erfahrungen und ungünstige Ergebnisse bei Verwendung ungeeigneten Materials dürfen jedoch nicht dem in Rede stehenden System der Strassenbefestigung zur Last gelegt werden.** — In Paris liegen jetzt ca. 500,000 □ Meter Fahrdämme aus comprimirtem Asphalt. In London begann man 1869 mit Ausführung von Strassenbefestigungen vermittelst dieses Materials, und zwar solchen von **Val de Travers.** Gegenwärtig besitzt die Londoner City Asphalt-Strassen in einer Länge von 11 Kilometer, zum grössten Theil aus comprimirtem Val de Travers-Asphalt, mit welchem gerade die frequentesten, die Hauptfahrstrassen belegt sind, die — wie Cheapside, Poultry, Moorgate Street,

Professor am Polytechnikum in Zürich.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Threadneedle Street mit einem täglichen Verkehr von 12—13,000, 9600, 7400 resp. 4200 Fuhrwerken innerhalb 24 Stunden — dem grössten, gedrängtesten und zerstörendsten Verkehre der Welt ausgesetzt sind. Diese Asphaltirungen haben sich nach den Urtheilen der städtischen Behörden, insbesondere denjenigen des mehrfach erwähnten Ober-Ingenieurs der Londoner City *Haywood*, selbst bei dem enormen specifischen Verkehr in Cheapside von 500,000 Tonnen per Meter Strassenbreite vortrefflich gehalten und vollkommen bewährt. In Berlin beläuft sich die gesammte mit comprimirtem Val de Travers-Asphalt belegte Fläche der Strassendämme etc. gegenwärtig (1880) auf ca. 86,000 □ Meter, bezw. 7 Kilometer Strassenlänge, von denen in den beiden letzten Jahren ca. 50,000 □ Meter hergestellt wurden. In Pest sind 20,000 □ Meter Fahrstrassen mit diesem Material gelegt, mit welchem ferner in grösserem oder geringerem Umfange derartige Anlagen in Wien, Brüssel, Genf, Warschau, New-York, Dresden, Leipzig, Hamburg, Bukarest ausgeführt worden sind.

Das Material von **Seyssel** (Pyrimont) ist vielfach in Frankreich verwendet; ausserhalb desselben, neben weniger umfangreichen Ausführungen in Wien und Moskau, namentlich in Jassy, wo über 36,000 □ Meter Strassen und Plätze damit belegt sind. In Berlin wurde mit demselben im Jahre 1880 die Asphaltirung von Fahrdämmen mit einem Gesammt-Flächeninhalt von ca. 9000 □ Meter hergestellt.

Seit dem Jahre 1877 ist in London zur Herstellung von Fahrdämmen nach dem in Rede stehenden System ein neues Material, **sicilianischer Asphalt** zur Verwendung gebracht worden. Die mit demselben ausgeführten Arbeiten haben sich bis jetzt gut bewährt. In Berlin sind mit diesem Material in den Jahren 1879 und 1880 ca. 14,400 □ Meter Fahrdämme belegt worden. Ferner sind mit demselben in jüngster Zeit Strassen-Asphaltirungen in Magdeburg von 1135 □ Meter Flächeninhalt ausgeführt worden.

Wir dürfen übrigens nicht verschweigen, dass man auch in Berlin einen misslungenen Versuch mit comprimirtem Asphalt zu verzeichnen gehabt hat. Es wurden nämlich bei der im Jahre 1878 ausgeführten Asphaltirung der Ostseite des Wilhelms-Platzes von der Kaiserhof-Strasse bis zum Zieten-Platz, auf einer Fläche von 416 □ Meter, in die festgestampfte Asphaltdecke 1 cm. breite und ebenso tiefe, diagonal zur Strassenachse laufende Einschnitte gemacht; bereits 14 Tage nach der Vollendung der Arbeit zeigten sich jedoch schon an verschiedenen Stellen Ausbröckelungen, die schnell um sich griffen und sich zu grossen, bis auf die Beton-Unterlage reichenden Löchern gestalteten, so dass nach Fortgang des Schnee's im März 1879 Gefahr für den Verkehr

entstand und die Strasse gesperrt werden musste. Die Unternehmer wurden deshalb angehalten, auf ihre Kosten die gesammte Asphaltfläche aufnehmen und durch eine neue aus gestampftem Val de Travers-Asphalt ersetzen zu lassen. — Die Gründe dieses Misserfolges sind darin zu finden, dass die Arbeit von unerfahrenen Unternehmern ohne die geringste fachmännische Kenntniss, durch völlig ungeübte Arbeiter, mit gänzlich unbrauchbaren Maschinen und vollständig verbranntem Material ausgeführt worden ist, so dass also das ungünstige Ergebniss dieses Versuches nicht überraschend war und von Sachverständigen schon während der Arbeit vorausgesagt wurde.

Was die weitere **Entwickelung des Berliner Asphalt-Strassen-Netzes** anbetrifft, so glauben wir es wohl als leitenden Gesichtspunkt aufstellen zu dürfen: grosse, durchgehende asphaltirte Strassenzüge zu schaffen, dass man also im Anschlusse an die bereits asphaltirten Strassen und als deren Fortsetzung zusammenhängende Strassenzüge, in denen ein grosser durchgehender Verkehr stattfindet, zu asphaltiren haben wird. Hierbei wird namentlich die nördlich-südliche Richtung in's Auge zu fassen sein, da die Stadtbahn und die durchgehenden Pferdebahn-Routen wesentlich mehr dem in östlich-westlicher Richtung sich bewegenden Verkehre dienen und es in jener an einer bequemen durchgehenden Verbindung mangelt, worin Baurath *Orth* in seiner jüngst erschienenen Schrift: „Die Zukunft Charlottenburg's" namentlich ein Hinderniss für die Entwickelung der nördlichen Stadttheile erblickt, indem er es gleichzeitig beklagt, dass nicht vor dem Bau des Stettiner und des Anhalter Bahnhofes auf Durchführung einer zweiten Eisenbahn-Verbindung durch die innere Stadt in der Richtung vom Stettiner und Nord-Bahnhof nach dem Anhalter und Dresdener Bedacht genommen worden sei, was damals unter Verwerthung der für die erstgedachten Personen-Bahnhöfe verwendeten Flächen financiell leicht ausführbar gewesen wäre. Jene Verbindung kann aber auf keine andere Weise billiger und schonender für die bestehenden Verhältnisse geschafft werden, als durch Asphaltirung der betreffenden Strassenzüge. Ohne Herstellung solcher zusammenhängender asphaltirter Strassen ist die Omnibus-Gesellschaft gar nicht in der Lage, leichtere und bequemere Wagen einstellen und die Fahrzeit abkürzen zu können; im Gegentheil bieten kurze Asphalt-Strecken hinter und zwischen schlechtem Steinpflaster eher eine Gefahr für die Sicherheit der Pferde, und der Vortheil der ebenen Fahrbahn Jener kann entsprechend gar nicht ausgenutzt werden. — Ein specieller Plan für solche zu asphaltirende Strassenzüge kann indess zur Zeit noch nicht aufgestellt werden, da nicht abzusehen ist,

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

welchen Einfluss die Stadtbahn, deren Eröffnung wohl nun bald entgegenzusehen ist, auf die Entwickelung des Strassen-Verkehrs in gewissen Richtungen ausüben wird. Wir haben indessen doch geglaubt, auf der angeschlossenen Karte einige solcher Routen andeuten zu sollen, deren durchgängige Asphaltirung im öffentlichen, allgemeinen Interesse wünschenswerth wäre, neben denen allerdings auch noch die Strassen in der Umgebung der Kirchen, Schulen und der S. 5 genannten Anstalten, sowie die früher ruhigeren, stilleren Nebenstrassen der Friedrichstadt, in denen jetzt nach Asphaltirung der die Letztere durchziehenden Hauptverkehrs-Adern der Lärm des Wagenverkehrs doppelt empfunden wird, mit Asphalt zu belegen sein möchten.

Die, von *Durand-Claye* im Laboratorium der école des ponts et chaussées zu Paris ausgeführten, von *Malo* veröffentlichten **Analysen** von Proben von Val de Travers-, Seyssel-, Lobsann-, Forens- und von sicilianischem Asphalt haben nachstehende Zusammensetzung ergeben:

An	Val de Travers.	Seyssel.	Sicilianischer.	Lobsann.	Forens.
Wasser und sonstigen bei 100° sich verflüchtigenden Bestandtheilen[1]	0,50	1,90	0,80	3,40	0,25
Bitumen	10,10	8,00	8,85	11,90[2]	2,25
Kohlensaurem Kalk	87,95	89,55	87,50	69,00	97,00
Kiesel	. . .	. . .	0,60	3,05	. . .
Thonerde und Eisenoxyd	0,25	0,15	0,90	5,70[3]	0,15
Schwefel	. . .	. . .	. . .	5,00	. . .
Kohlensaurer Magnesia	0,30	0,10	0,95	0,30	0,20
Verschiedenen, in Säuren unlöslichen Bestandtheilen	0,45	0,10	. . .	. . .	0,05
Quantitativ nicht zu bestimmenden Bestandtheilen und Verlust	0,45	0,20	0,40	1,65	0,10
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1) Die Quantität des in den Proben enthaltenen Wassers war je nach dem Grade ihrer Trockenheit, in welchem sich dieselben im Augenblicke der Analyse befanden, sehr verschieden. Die vorstehend angegebenen Verhältnisszahlen für das Vorhandensein von Wasser sind daher nicht als von Einfluss auf das Resultat der Gewichtsbestimmung der übrigen Bestandtheile der Asphalt-Proben zu betrachten.

2) Diese Quantität scheint einen gewissen Theil, dem Bitumen beigemischten Oel's zu enthalten, der sich aber nicht genau bestimmen liess.

3) Einbegriffen 4,85 % Eisen, verbunden mit dem Schwefel.

Zu diesen Analysen muss indess bemerkt werden, dass an den meisten Fundorten (vielleicht mit einziger Ausnahme des Val de Travers) der Asphaltstein in den verschiedenen Lagerstätten mit verschiedenem Gehalt an Bitumen vorkommt und aus diesem Grunde nicht selten Mischungen nothwendig macht, dass überhaupt eine Analyse über die Verwendbarkeit eines Asphaltsteins zur Stampf-Arbeit nicht entscheiden kann, hierüber allein die technische Beobachtung beziehungsweise Bewährung das schliessliche Urtheil abzugeben vermögen.

Die ersten Versuche mit **Trottoirs** aus comprimirtem Asphalt wurden vor etwa 16 Jahren in Paris in der grossen Halle des Nordbahnhofes ausgeführt, wobei man eine Asphaltdecke von 3 cm. Stärke anwendete, und haben sich über alles Erwarten gut bewährt. Später erfolgte Herstellungen von Trottoirs nach diesem System in den Strassen von Paris und Lyon haben ebenfalls die besten Resultate ergeben, wie auch die gleichen Ausführungen in der Londoner City, wo die Trottoirs aus comprimirtem Val de Travers-Asphalt in Strassen, in denen weder die besten Yorkshire-Steinplatten noch Guss-Asphalt-Trottoirs dem enormen Verkehr widerstehen konnten, ausgezeichnet die Probe bestanden haben. In Berlin liegen mehrere derartige Trottoirs aus comprimirtem Asphalt und zwar aus Val de Travers: „Unter den Linden“ an der Ecke der Friedrich-Strasse bei Kranzler und auf einem der Perrons des neuen Anhaltischen Bahnhofes; aus sicilianischem: an der Ecke der Friedrich- und Französischen Strasse vor dem Neubau der Germania.

Das Rüstzeug (die Maschinen, Apparate und Utensilien) für Herstellung und Reparatur von Asphaltirungen vermittelst Stampf-Arbeit ist complicirt, kostspielig, schwierig zu transportiren und verlangt zu seiner Handhabung speciell geübte Arbeiter, so dass ausserhalb der grösseren Städte, in denen sich hierauf eingerichtete Geschäfte befinden, bei Ausführung weniger umfangreicher Arbeiten, welche die beträchtlichen Unkosten des Transports des Rüstzeuges und der Arbeiter nicht rechtfertigen würden (wir glauben 1000 □ Meter als das Minimum einer solchen Arbeit bezeichnen zu dürfen), die Anwendung dieses Systems mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist. Diese Unzuträglichkeiten soweit möglich zu vermeiden, hat man auf den Rath von *Léon Malo* aus **comprimirtem, erwärmten** und selbst **kalten Asphaltpulver Pflastersteine, Platten** und **Fliesen** verfertigt, welche, dicht neben einander verlegt, die gewöhnliche Asphaltdecke ersetzen. Nach vielfachen Versuchen ist man dahin gelangt, solche Platten von 1 □ deci-

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

meter und von 4 bis 6 cm. Stärke unter einem Druck von 200 Kg. auf den □ cm. herzustellen. Die in Vorstehendem erwähnte compagnie générale des Asphaltes de France hat von diesem System an mehreren Stellen und mit vollem Erfolge Anwendung gemacht; auch ausserhalb Frankreichs sind nach demselben Strassen ausgeführt worden, so in Rom, Chieti, Neapel, Warschau, und zwar mit Pflastersteinen aus Asphalt von den Gruben zu Lettomanopello bei Chieti, auf einer Beton-Unterlage von 15 cm. Stärke ohne Verbindungs-Material; nur einige unvermeidliche Zwischenräume sind mit erwärmtem Asphaltpulver ausgefüllt worden. Man hat diese Pflastersteine von 1 □ decimeter und 6 cm. Stärke mit einem flachvertieften Rande um den Kopf hergestellt (wodurch nach dem Versetzen der Steine flache quadratische Einschnitte in der Asphaltdecke entstehen), um das Ausgleiten der Pferde zu verhüten, doch hat sich in Warschau, von wo uns ein Bericht vorliegt, dieses Pflaster nicht so gut, wie die dort ebenfalls ausgeführte Strassenbefestigung mit comprimirtem Val de Travers-Asphalt bewährt. Da es nach den oben von uns berichteten Erfahrungen im Interesse der Sicherheit der Pferde der Herstellung von Unterbrechungen der ebenen Fläche der Fahrbahn nicht bedarf, so hat man in neuerer Zeit von solchen Abstand genommen und die Asphalt-Pflastersteine oder Platten eben gelassen, dergestalt, dass eine mit denselben gepflasterte Strasse eine völlig ebene Oberfläche darbietet. Nach diesem System ist in Berlin in der Leipziger Strasse vor dem Gebäude der Reichs-Postverwaltung ein Stück der Strasse mit Asphaltplatten, und zwar aus Val de Travers-Asphalt, von 25 cm. im Quadrat (16 solcher Platten auf 1 □ Meter) und 5 cm. Stärke belegt worden. Für Höfe, Ein- oder Durchfahrten u. dergl. mag dagegen die Anbringung von Unterbrechungen der Oberfläche (durch Versetzung von Asphalt-Steinen mit einem flach vertieften Rande um den Kopf oder von grösseren Platten mit eingepressten quadratischen Einschnitten) sich immerhin als praktisch empfehlen. Doch bietet überhaupt dieses System der Asphalt-Steinpflasterung für grössere Städte oder grössere Ausführungen, wo man die zur Stampf-Arbeit benöthigten Maschinen, Apparate, Utensilien und geübten Arbeiter zur Stelle hat oder mit verhältnissmässigen Kosten zur Stelle schaffen kann, soweit sich die Sache gegenwärtig übersehen lässt, im Vergleich mit der Letzteren keinen sonderlichen Vortheil, namentlich nicht bezüglich der möglichen grösseren Schnelligkeit der Ausführung, auch stellt sich dasselbe keineswegs billiger als Arbeiten vermittelst comprimirten Asphalts und behält nur seinen Werth für Ausführungen in kleinerem Umfange und an entfernteren Orten, sowie für Reparaturen, namentlich bei ungünstiger Witterung.

Wir glauben das Ergebniss der vorstehenden An- und Ausführungen nicht besser zusammenfassen zu können, als indem wir die Schlussfolgerungen wiedergeben, zu welchen *Haywood* in seinem Berichte vom 24. Juli 1871 über die Vorzüge und Kosten der Strassen-Asphaltirungen im Vergleiche zu denjenigen der Steinpflasterungen gelangt:

1. Die Asphaltirung des Fahrdammes bietet dem Verkehr grosse Annehmlichkeit und vermindert die Anstrengung der Pferde und die Abnutzung der Wagen.
2. Bei grosser Reinlichkeit und gehöriger Sorgfalt ist Asphalt im Allgemeinen für den Verkehr ebenso sicher, wie Granit; aber unmittelbar nach leichtem Regen und kurz, bevor Trockenheit eintritt, ist derselbe in Strassen mit starkem Verkehr, oder wenn diese nicht ordentlich rein gehalten werden, schlüpfriger als Jener*). Die Dauer des letztbezeichneten Zustandes ist jedoch nur kurz.
3. Grosse Reinlichkeit ist bei Asphalt wesentlich. Derselbe kann reiner erhalten werden, als irgend ein anderes Pflaster. Die Kosten hierfür sind nicht viel höher, als die für andere Strassenbefestigungen und bei gehöriger Reinigung ist ein Besprengen unnöthig.
4. Eine Asphaltirung kann so schnell gelegt und ausgebessert werden, wie Granit, erfordert jedoch zu einer ordentlichen Ausführung besseres Wetter**). Nach Beendigung der Arbeit verursacht sie weniger Unbequemlichkeiten, als Granit; bei Ausbesserungen über Aufgrabungen wird die Aufnahme geringerer Flächen erforderlich, aber die Kosten werden sich höher stellen, als bei Granit.
5. Die Haltbarkeit des Asphalts wird geringer sein, als die des Granits***); über das Mass derselben hat man sich hier zu Lande noch keine Erfahrung bilden können.

---

*) Bezüglich der günstigen in Berlin durch prompte Reinigung erzielten Ergebnisse verweisen wir auf Anlage A.

**) Ein Umstand, der bei den in London herrschenden klimatischen Verhältnissen wohl von Belang ist, weniger anderwärts, wo gutes Wetter nicht so zu den Seltenheiten gehört (über die in Berlin bei Legung von Strassen-Asphaltirungen erreichte Schnelligkeit s. S. 16).

***) Es dürfte sehr schwer, wenn nicht unmöglich sein, hierüber zu einem abschliessenden Urtheile zu gelangen, da die Veranstaltung einer Probe über die Haltbarkeit des Asphalts schon durch die Interessen des Verkehrs und mit Rücksicht auf dieselben durch die mit den Unternehmern abgeschlossenen Verträge ausgeschlossen ist, wie denn überhaupt ein verschiedener Massstab an den Zustand der Unterhaltung der asphaltirten und der mit Steinpflaster versehenen Strassen angelegt wird und bei Ersteren häufig eine Oberflächen-Erneuerung stattfindet, wo man beim Steinpflaster sich bei dem eingetretenen mangelhaften Zustande der Fahrbahn einfach beruhigt (vergl. übrigens die Ausführungen S. 25).

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

6. Die Anlagekosten für Asphalt sind ungefähr dieselben, wie für Granit; aber die Unterhaltung wird in verkehrreichen Strassen kostspieliger und je nach dem Charakter der Strasse und dem Verkehr auf derselben wechseln. Im Allgemeinen wird daher Asphalt kostspieliger sein, als Granitpflaster*).
7. Wo viel Verkehr ist, wird Asphalt wohlfeiler sein, als macadamisirte Strassen, und ist derselbe frei von den Unannehmlichkeiten derselben.
8. Nach den vorliegenden Erfahrungen ist es im Allgemeinen nicht rathsam, Asphalt auf steileren Fahrstrassen, als 1: 60 zu verwenden**).
9. Asphalt ist auf allen Strassen mit geeignetem Gefälle anwendbar, ausgenommen solche, in denen besondere Handelszweige betrieben werden, in denen es schwer sein möchte, einen gehörigen Reinlichkeits-Zustand zu erhalten***).

Diese Bemerkungen beziehen sich, wie *Haywood* am Schlusse derselben ausdrücklich hervorhebt, bezüglich des Asphalts vorzugsweise auf comprimirten Val de Travers-Asphalt.

Wenn diese vorstehenden Ansichten auf Grund seitdem und anderwärts gemachter Erfahrungen Berichtigungen unterliegen, so finden solche nur zu Gunsten des Asphalts statt, und dürfte der Ausspruch *Léon Malo's* wohl als berechtigt anzuerkennen sein, dass die **Fahrstrasse aus comprimirtem Asphalt, hergestellt aus gutem Material, durch geschickte Arbeiter, mit den vervollkommneten Apparaten, auf einer festen und trockenen Unterbettung, unzweifelhaft die Fahrstrasse par excellence** darstelle.

Lange, fast 30 Jahre, bevor man den Versuch machte, Trottoirs aus comprimirtem Asphalt herzustellen, war dafür der **Guss-Asphalt** in Anwendung gebracht worden, und zwar ist diese Verwendung, wie

---

*) Für Berlin stellen sich die Anlagekosten der Asphaltirung geringer, als die der Steinpflasterung mit Steinen I. Klasse und sind hier die Unterhaltungskosten der Ersteren wesentlich niedriger, als in London (0,50 Mark pro □ Meter nach 5jähriger, gegen 0,89 bis 1,79 Mark nach 2jähriger unentgeltlicher Unterhaltung). Eine völlig zutreffende Vergleichung der jährlichen durchschnittlichen Herstellungs- und Unterhaltungs-Kosten einer Asphaltirung mit denjenigen der Steinpflasterung wird sich, wie wir in Vorstehendem (S. 22—25) ausgeführt haben, kaum aufstellen lassen, weil es sich eben um ungleichartige Grössen handelt, ganz abgesehen davon, dass sich die grossen Vorzüge der Ersteren zum Theil gar nicht in Geld darstellen lassen.

**) vergl. das S. 20 Bemerkte.

***) Eine Einschränkung, die für Berlin bei den polizeilichen Vorschriften nicht eintreten könnte.

überhaupt der Aufschwung (oder, sagen wir richtiger: die Wiederbegründung), welchen die Asphalt-Industrie seit den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts genommen, auf die im Jahre 1802 entdeckten Asphaltstein-Gruben bei Seyssel und den Grafen *Sassenay*, welcher dieselben im Jahre 1832 erwarb, zurückzuführen. Dort, in Seyssel, kam man zuerst darauf, zum Umschmelzen des Asphaltsteins, wozu *Eirinis**), der Begründer der modernen Asphalt-Industrie, noch schwedisches Pech genommen hatte, den natürlichen Bergtheer (5 bis 10% des Gewichts des Asphaltsteins) zu benutzen und dem so hergestellten Asphalt-Mastix zur Verwendung in der Technik Kies zuzusetzen, wodurch dem Material eine grössere Festigkeit, eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung verliehen wird.

Zur Herstellung solcher **Asphalt-Trottoirs** wird der Asphalt-Mastix unter einem Zusatze von 5 % natürlichem Bergtheer mit 50 % (des Gewichts des Asphalt-Mastix) reinem, sand- und lehmfreiem fein gesiebten Kies**) zusammengeschmolzen; diese Masse wird auf einer Beton-Unterbettung aufgebracht, vermittelst hölzerner Spatel mit raschem Druck ausgebreitet und geebnet, noch warm hinreichend mit feinem Sande bestreut und dieser durch anhaltendes Reiben gleichmässig in die oberste Asphaltschicht hineingedrückt, dergestalt, dass dieselbe mit dem Sande völlig gesättigt wird. Nach diesem System in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts ausgeführte Trottoir-Anlagen aus Seyssel-Asphalt, von einer Stärke von 15 bis 20 mm., haben sich vortrefflich bewährt; wir nennen nur aus der grossen Anzahl derselben die Trottoirs des pont royal und der place de la concorde in Paris, des pont Morand, der place des Célestins, der place des Terreaux und des quai de l'hôpital in Lyon. Paris besitzt ca. 2,000,000 □ Meter solcher Guss-Asphalt-Trottoirs, aus Seyssel- und Val de Travers-Asphalt. In Potsdam liegt vor Schloss Sanssouci nach der Strassenseite ein solches Trottoir von heute noch ausgezeichneter Beschaffenheit, welches

---

*) *Eirinis*, ein griechischer Arzt, welcher bei der Berner Regierung eine Function als Sachverständiger bekleidete, hatte von dem Vorkommen des Asphaltsteins im Val de Travers Kenntniss erhalten und sich im Jahre 1712 von dem Könige Friedrich I. von Preussen, als Schutzherrn des Cantons Neuchâtel, eine Concession für alle Asphalt-Lagerstätten in diesem Fürstenthume ausgewirkt. Derselbe ist — wie gesagt — als der Begründer der modernen Verwendung des Asphalts für Bauzwecke zu bezeichnen, indem er die Umschmelzung des zerkleinerten Asphaltsteins zu einem wasserdichten Kitt lehrte.

**) Der Kiesgehalt beträgt also hiernach etwa 32 % der Guss-Asphalt-Masse. Nicht selten wird aber ein grösserer Kieszusatz genommen, was dann die Vermehrung des Zusatzes an goudron zur Folge hat, wodurch eine zu grosse Weichheit der Asphaltirung, namentlich bei höherer Temperatur, erzeugt wird.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

bereits im Jahre 1840 gelegt worden ist. Gerade der Seyssel- oder eine Mischung von Seyssel- und Val de Travers-Asphalt eignen sich vorzugsweise zu Trottoir-Anlagen wegen des geringeren Gehalts des Ersteren an Bitumen, wodurch das Material widerstandsfähiger wird, namentlich gegen die Einwirkungen einer höheren Temperatur. Dieser Grund hat dazu geführt, dass in manchen deutschen Städten (wie z. B. Köln und Magdeburg) nur diese Asphalte zu Trottoir-Anlagen verwendet werden dürfen. — Die **Dauer** eines solchen Trottoirs ist auf 20 bis 25 Jahre mit Sicherheit zu veranschlagen, da dasselbe bei der Zähigkeit des Materials eine Abnutzung bis zu einer minimalen Dicke zulässt, ohne zu zerreissen. — Der im Jahre 1843 entdeckte Limmer Asphaltstein (s. S. 4) bezw. der aus demselben dargestellte Asphalt-Mastix in Verbindung mit dem mageren Asphaltsteine von Vorwohle als Zuschlag eignet sich gleichfalls zu Trottoir-Anlagen, wie dieses die bezüglichen Ausführungen in der Stadt Hannover beweisen. — Die **Vorzüge** solcher Trottoirs aus Guss-Asphalt bestehen in deren Ebenheit ohne Glätte, der verhältnissmässigen Weichheit, Elasticität, Wasserdichtigkeit, die den Grundmauern der anliegenden Häuser zum Schutze gereicht, in der Zähigkeit des Materials, welche verhindert, dass der Trottoir-Belag bei einer Veränderung der Unterlage rissig wird, in deren grossen Dauerhaftigkeit und der Möglichkeit der Wiederbenutzung des Materials, welches nach dem Aufbrechen des Trottoir-Belags wieder eingeschmolzen werden kann, also einen Werth behält. Es sind dies dieselben Eigenschaften, welche die Trottoirs aus comprimirtem Asphalt auszeichnen, die nur den Vorzug einer grösseren Widerstandsfähigkeit und dadurch einer grösseren Dauerhaftigkeit besitzen.

Auch zu **Fahrdämmen** ist der Guss-Asphalt angewendet worden und zwar zuerst in Paris und Lyon. Während die in ersterer Stadt gemachten Versuche, wobei man aus zerschlagenen Chaussée-Steinen und Asphalt-Mastix gegossene Quadern auf Sandbettung stellte und die Fugen mit heissem Asphalt-Mastix vergoss, ein ungünstiges Ergebniss lieferten, haben sich die bezüglichen in Lyon aus Seyssel-Asphalt mit einer Mastixlage von 5 cm. Stärke unter einem Kieszusatz von 40 % auf einer Beton-Unterbettung von 10 cm. Stärke hergestellten Anlagen recht gut gehalten. Auch in London sind Fahrdämme aus Guss-Asphalt in ähnlicher Weise, und zwar aus Val de Travers- und aus Limmer und Vorwohler Asphalt ausgeführt worden, indess haben die Letzteren zum grossen Theil durch solche aus comprimirtem Asphalt ersetzt werden müssen, wie denn in Paris gar keine Fahrdämme aus Guss-Asphalt hergestellt werden. In Berlin liegen Fahrdämme aus

Guss-Asphalt, und zwar aus Limmer und Vorwohler in der Beuth-Strasse, in der Friedrich-Wilhelm-Strasse vom Thiergarten bis zur Kaiserin Augusta-Strasse, am Wilhelms-Platz (nordöstliche Ecke), in der Strasse am Gebäude der National-Gallerie. Letztere 3 sind auf einer 20 cm. starken Beton-Unterlage in zwei Schichten von je 3 cm. Stärke hergestellt, und zwar die untere mit der gewöhnlichen Kiesbeimischung, die obere mit einem Zusatz von gemahlenem Limmer Asphaltstein.

Bei solchen Arbeiten aus Guss-Asphalt ist, wie bei denjenigen aus comprimirtem, deren Güte und Haltbarkeit bedingt durch die Vorzüglichkeit des verwendeten Materials, die Sorgsamkeit der Arbeiter und namentlich durch die Solidität, Festigkeit und Trockenheit der Unterbettung, wozu sich eine Beton-Unterlage als die zuverlässigste empfiehlt. Anlangend die Vorzüge der Trottoirs und Fahrdämme aus Guss-Asphalt gegenüber Steinpflasterungen, so können wir uns auf das vorstehend bezüglich solcher aus comprimirtem Asphalt Berichtete beziehen, was gleichfalls im Allgemeinen auch von Ersterem gilt. So unbestreitbar die Vorzüge des comprimirten Asphalts zur Befestigung von Strassen mit einem Verkehre von einem gewissen Umfange sind, so müssen wir doch für Strassen und Plätze, welche einen solchen Verkehr entbehren, den Guss-Asphalt als mehr geeignet bezeichnen, da wegen der erst allmählich mit der Zeit durch den Wagenverkehr sich vollziehenden vollständigen Comprimirung der Asphaltdecke dort, wo ein solcher nicht stattfindet, in derselben leicht Risse entstehen. Nach den in London und Berlin angestellten Beobachtungen scheint indess des Guss-Asphalt, der die Winter-Kälte, und zwar selbst eine langandauernde und strenge gut aushält, nicht ebenso gut den Einwirkungen einer hohen Sommer-Temperatur widerstehen zu können, namentlich wenn zur Darstellung des Asphalt-Mastix ein an Bitumen reicherer Asphaltstein genommen worden ist. Ferner ist zu erwähnen, dass die Herstellung von Fahrdämmen aus Guss-Asphalt zur Zeit noch fast die doppelte Zeit beansprucht, als solche aus comprimirtem Asphalt, und auch, da die Kessel zum Umschmelzen des Asphalt-Mastix auf der Baustelle aufgestellt werden, wegen der sich aus denselben entwickelnden Dämpfe mit einer gewissen Belästigung der angrenzenden Hausbewohner und der Passanten verbunden ist — welche Mängel und Uebelstände, wie *Haywood* richtig bemerkt, sich aber doch wohl mit Nachdenken und Kunst sollten vermeiden lassen.

Indess besitzt der Guss-Asphalt in seiner grösseren Schmiegsamkeit eine sehr werthvolle Eigenschaft, die ihn besonders geeignet erscheinen lässt zu Fahrbahn- und Trottoir-**Belägen auf eisernen Brücken.** Vermöge dieser Eigenschaft ist derselbe im Stande, den stattfindenden

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Bewegungen des Metalls in Folge der Witterungs-Einflüsse und der durch den Lastenverkehr verursachten Erschütterungen und Schwankungen im vollkommensten Masse nachzugeben, ohne Risse oder Spalten zu bekommen. Auch wenn die über solche Brücken geführten Fahrdämme und Trottoirs in comprimirtem Asphalt ausgeführt werden, empfiehlt es sich, dieselben auf einer 15—20 cm. starken Schicht von Asphalt-Beton (s. S. 43) ruhen zu lassen, da dieser die dem comprimirten Asphalt schädlichen Vibrationen aufhebt und absorbirt. Für solche Arbeiten ist es angezeigt, den Zusatz an Bitumen zum Guss-Asphalt etwas zu vergrössern, um die Masse zäher und elastischer zu machen.

Ungleich ausgedehnter noch als zu derartigen Anlagen (Trottoirs, Fahrdämmen und dergleichen) ist die Verwendung des Guss-Asphalts zu **Isolirschichten für Fundamente, Mauern, Keller** zur Sicherung gegen von unten aufsteigende oder von aussen eindringende Feuchtigkeit,*) zu **Abdeckungen** von **Gewölben Brücken,**) Tunnels, Viaducten, Durchfahrten, Durchlässen, Wasser-Reservoirs, Eiskellern,** zu **Festungs-Bauarbeiten*****) zu **Dachdeckungen, Fussboden-Belägen** für **Waschküchen, Bade-Einrichtungen, Bierbrauereien, Schlachthäuser, Stallungen, Aborte** u. dergl., wozu der Asphalt wegen seiner Wasserdichtigkeit und Elasticität verbunden mit Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiss das werthvollste Material, welches durch kein anderes ersetzt wird, liefert. Aus der grossen Zahl sonstiger Verwendungs-Zwecke heben wir noch die Herstellung von **Kegelbahnen** und der in neuerer Zeit sehr in Aufnahme gekommenen **Skating rinks** sowie die **Reparatur ausgetretener Stufen** hölzerner sowohl, wie auch steinerer Treppen, wodurch eine derjenigen des Granits gleiche Haltbarkeit erzielt wird, hervor. Der Berg-Ingenieur *Henri Fournel* erzählt

---

*) In dieser Beziehung leistet der Asphalt die werthvollsten Dienste namentlich in Gegenden und Ländern, in denen ein feuchtes Klima vorherrschend ist und in Städten, die auf feuchtem, sumpfigem Boden erbaut sind. (Wir haben hierbei namentlich Holland im Auge, wo nach unseren Wahrnehmungen der Asphalt noch lange nicht die verbreitete Anwendung gefunden hat, die derselbe in so hohem Grade verdient.) —

**) An der grossen Loire-Brücke zu Saumur bewährten sich nur die 2 Bogen, über denen die neue Asphalt-Chaussée lag, als gegen das Durchdringen des Regenwassers vollkommen geschützt, wogen die übrigen 17 Bogen dasselbe durchliessen, trotzdem sie auf das Sorgfältigste mit einer Abdeckung in hydraulischem Mörtel versehen waren.

***) Die im Jahre 1853 im Fort von Vincennes zur Abdeckung des Gewölbes in einer Stärke von 1 cm. auf einer Mörtel-Unterlage von 5 cm. aufgebrachte Mastix-Decke (aus Seyssel-Asphalt) wurde bei einer Untersuchung im Jahre 1875 noch als vollständig undurchdringlich befunden; die Kasematten zeigten nicht die geringste Spur von Feuchtigkeit. Vergl. „Note sur les chapes de voûtes en mastic bitumineux de Seyssel" par *M. P. Coignet,* ancien officier du génie. Paris. Gauthier-Villars 1875.

in seiner im Jahre 1838 erschienenen Abhandlung über den Asphalt, dass er in dem Hause eines Herrn Coulin in Couvet im Val de Travers eine steinerne Treppe gesehen habe, die noch aus den Zeiten der Schüler des *Eirinis* stammte, deren, mit einer Asphaltdecke von 13—17 mm. Stärke versehene Stufen des ersten Stockwerks trotz der wesentlich stärkeren Benutzung vollkommen gut erhalten waren, wogegen die, ohne diesen Schutz gelassenen, erheblich weniger benutzten Stufen des zweiten Stockwerks sich tief ausgeschlissen fanden.

Wie aus comprimirtem Asphalt, so stellt man auch aus Guss-Asphalt **Fussboden-Platten, Belag-Platten, Fliesen** her, welche unter gewissen Verhältnissen den gewöhnlichen Guss-Asphalt vortheilhaft zu ersetzen geeignet sind, weil die zu Letzterem erforderlichen Apparate nicht nöthig sind und das Legen rascher vor sich geht. Auch **Pflastersteine** hat man aus Guss-Asphalt hergestellt, neuerdings mit einem Zusatze von Schlacke, der eine bedeutende Härte hervorbringen soll.

Eine wenig bekannte Eigenschaft besitzt der Asphalt, als wirkungsvoller **Isolator gegen Ausbreitung eines entstandenen Brandes,** zu welchem Behufe man die Fussböden feuergefährlicher Räume mit einer 10—12 mm. starken Guss-Asphaltschicht bedeckt, wodurch verhindert wird, dass ein etwa unter diesen Räumen entstandenes Feuer sich denselben mittheilen kann, da die Asphaltschicht dem Feuer völlig widersteht und durch die Hitze nur erweicht wird, was durch vielfache Versuche (willkürliche und unwillkürliche) bewiesen worden ist. Aus diesem Grunde hat die Pariser Omnibus-Gesellschaft ihre über den Pferdeställen gelegenen Haferböden asphaltiren lassen, wodurch dieselben gleichzeitig gegen die aus Jenen aufsteigenden Ausdünstungen gedichtet werden. *Malo* berichtet von einer Feuersbrunst, der er beigewohnt, im Erdgeschosse einer grossen Fabrik (es war die Seysseler Asphalt-Hütte); das Feuer war so heftig, dass, bevor die Hülfeleistung organisirt werden konnte, die Flamme das Gebälk, auf welchem der Fussboden des oberen Stockwerkes ruhte, ergriffen hatte und dieser heruntergestürzt war. Es stand nun zu befürchten, dass, nachdem dieses Hinderniss einer Weiterverbreitung von den Flammen beseitigt war, das Feuer sich dem Gebälk des Daches des ausgedehnten Etablissements mittheilte, welches, von bituminösen Dämpfen ganz durchdrungen, sofort in Flammen aufgegangen sein würde. Glücklicher Weise war die herabgestürzte Fussboden-Dielung mit einer 10—12 mm. starken Asphaltdecke belegt, welche, durch die Hitze erweicht, die Consistenz eines dichten, unverbrennbaren Stoffes angenommen hatte, der, auf den Heerd der Feuersbrunst herabstürzend, dieselbe vollständig einhüllte und so erstickte.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Endlich hat man auch den Guss-Asphalt zu **Asphalt-Beton für Maschinen-Fundamentirungen,** namentlich für Dampfhämmer und ähnliche, grosse Erschütterungen des Bodens verursachende Maschinen mit bemerkenswerthem, durch längjährige Bewährung bestätigtem Erfolge verwendet. Nach *Malo's* Angaben wurde eine solche Anlage im Jahre 1862 ausgeführt. Es handelte sich dabei um die Fundamentirung einer liegenden Dampfmaschine von 50 Pferdekräften mit einem Rahmstück von 7 Meter Länge und 1 Meter Breite, wozu einen Monolith zu finden schwierig war. Man half sich also durch eine Asphalt-Betonirung und seitdem ist die Maschine Tag und Nacht in Betrieb gewesen, ohne auch nur einen einzigen Tag in Unstand zu gerathen und ohne dass die Fundamentirung auch nur um einen Millimeter sich gesetzt hätte. Die vorzüglichen Eigenschaften des Asphalts: seine ausserordentliche Zähigkeit, seine vollkommene Widerstandsfähigkeit gegen eine Deformation (sobald die asphaltische Masse ein gewisses Volumen — 3 bis 4 Cubikdecimeter — übersteigt), und dies bei jeder atmosphärischen Temperatur, und endlich (ungeachtet dieser Eigenschaften) eine gewisse Elasticität, welche die Erschütterungen aufnimmt, haben sich hier auf das Glänzendste bewährt und einen vollkommenen Erfolg herbeigeführt.

Nicht eindringlich genug kann vor der Verwendung von **künstlichem Asphalt** (einem werthlosen Gemisch von eingekochtem Steinkohlen-Theer, Gas-Theer, Harz oder Erdölen, die aus der Destillation bituminöser Schiefer gewonnen werden, mit Kreide-, Thon- oder Kalkstücken, Mergel, Chaussée- und Strassen-Abraum u. dergl.) zu Arbeiten, welche der Berührung mit der Luft, der Einwirkung derselben oder der Abnutzung durch den Strassenverkehr ausgesetzt sind, **gewarnt** werden, wenn auch immerhin dieser künstiche Asphalt unter bestimmten beschränkten Bedingungen und Verhältnissen Dienste zu leisten vermag. **Gerade die mit solchen Nachahmungen und sogar Fälschungen gemachten vielfachen schlechten Erfahrungen haben Vorurtheile gegen den Asphalt erzeugt, die aber in keiner Weise begründet sind.** Auch zum Umschmelzen des Asphalt-Mastix darf man sich stets nur des natürlichen goudron bedienen; meist wird dazu der Trinidad-Asphalt verwendet.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Anlage A.

Auszug

aus dem

Verwaltungs-Berichte des Magistrats zu Berlin

pro 1879. No. XVII.

Bericht über die städtische Bau-Verwaltung.

Das Asphaltpflaster erfreut sich im Publikum, namentlich bei den Bewohnern der betreffenden Strassenstrecken, in denen dasselbe zur Anwendung gekommen, wegen des erheblich verminderten Wagengerassels ganz besonderer Beliebtheit; die Zahl der Petitionen um Herstellung geräuschlosen Pflasters sowohl seitens der Anwohner verschiedener Strassen, als seitens der Behörden ist bereits sehr gross und wächst noch fortwährend.

Von den Behörden, welche mit derartigen Gesuchen an die städtische Verwaltung herangetreten, sind zu erwähnen:

das Civil-Kabinet Seiner Majestät des Kaisers,
die Hofmarschall-Aemter Ihrer Kaiserlichen und Königlichen Hoheiten des Kronprinzen und des Prinzen Karl,
das Reichskanzler-Amt,
das Auswärtige Amt,
das Präsidium des Reichstages und
des Abgeordnetenhauses,
der General-Postmeister,
der Rector der Universität,
die Charité-Direction und
die Vorstände verschiedener Kliniken,
der Director der Sternwarte,
Directoren von höheren Lehranstalten,
Vorstände mehrerer Kirchen,
das Reichs-Eisenbahn-Amt und
die Ministerial-Bau-Commission.

Da trotz dieser unzweifelhaften Kundgebung des Publikums für die Asphalt-Strassen und gegenüber den in dem Berichte pro 1878 bereits

besprochenen zustimmenden Gutachten von Behörden, öffentlichen Fuhrwerks-Associationen, Fahr- und Reitinstituten, Wagenbauanstalten etc. die Zulässigkeit der weiteren Ausbreitung der Asphalt-Strassen von einer Seite immer noch bezweifelt wird, so sind Zählungen über das Stürzen der Pferde auf Granit- und Asphalt-Strassen angeordnet worden, welche in der Zeit vom 7. October bis 3. November 1879*) stattgefunden haben, und hat es sich dabei herausgestellt, dass bei unvollkommener Reinigung der Asphalt-Strassen — wie sie früher und in der Zeit vom 3. bis 6. October noch stattgefunden — und bei kurzer Ausdehnung derselben die Sicherheit der Pferde eine nicht sehr hohe ist, dass dieselbe aber **bei einer grösseren Ausdehnung des Asphalt-Pflasters und bei der sorgfältigen Behandlung der Reinigung desselben** — wie solche seit dem 19. October 1879 eingeführt ist — d. h. bei sofortiger Beseitigung des frisch gefallenen Pferdedüngers in auffallend schneller Progression wächst, so dass alsdann für die Sicherheit der Pferde auf Asphalt und gutem Granitpflaster ein Unterschied kaum mehr zu constatiren sein möchte, wie aus der folgenden Zusammenstellung auf das Deutlichste hervorgeht:

Bezeichnung der Strassen.			Art des Pflasters	In der Zeit: vom 7. bis 16. October fiel ein (resp. kein) Pferd nach zurückgelegtem Wege von km.	In der Zeit: vom 19. Oct. bis 3. Novbr. fiel ein (resp. kein) Pferd nach zurückgelegtem Wege von km.
	von	bis			
Leipziger Strasse.	Leipziger Platz.	Wilhelm-Strasse.	Asphalt.	411,64	2713,96
Friedrich-Strasse.	Mohren-Strasse.	Tauben-Strasse.		37,71	2201,97
Markgrafen-Str.	Jäger-Strasse.	Französische Str.		414,55	2250,47
Unter den Linden.	Friedrich-Strasse.	Charlotten-Str.	bestes Granit-Pflaster.	kein Unfall	kein Unfall
Rosenthaler Str.	Hacke'scher Markt.	N. Schönhauser Str.		1570,89	nicht gezählt.
Leipziger Strasse.	Jerusalemer Str.	Kommandanten-Str.	schlecht. Granit-Pflaster.	2345,78	14,308

*) Der für Asphalt ungünstigsten, für Granit günstigsten Jahreszeit.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Wenn man berücksichtigt, dass in den, mit Steinpflaster befestigten Strassen eine Aenderung in der Art der Reinigung überhaupt nicht stattgefunden hat, dass es also gleichgültig ist, welcher Zeitraum für den Vergleich gewählt wird, so ergiebt sich aus der vorstehenden Zusammenstellung ohne Weiteres, dass ein Pferd, bevor es zu Falle kam, einen Weg zurückgelegt hatte:

in der Rosenthaler Strasse (bestes Granitpflaster) von rot. 1571 km.
in der Friedrich-Strasse (Asphalt-Pflaster) . . „ „ 2202 „
in der Markgrafen-Strasse (Asphalt-Pflaster) . . „ „ 2250 „
in der Leipziger Strasse (Asphalt-Pflaster) . . „ „ 2714 „

oder mit anderen Worten, die Sicherheit gegen das Stürzen der Pferde war bei besserer Reinigung der Asphalt-Strassen auf diesen rot. 43 % grösser, als auf dem besten Steinpflaster der Rosenthaler Strasse. Ferner lässt die Tabelle erkennen, dass die Strecke, welche ein Pferd zu durchlaufen hatte, ehe es stürzte, betrug:

in der Rosenthaler Strasse (bestes Granitpflaster) rot. . 1571 km.
unter den Linden (bestes Granitpflaster) . . . „ . 10,822 „
in der Leipziger Strasse (schlechtes Steinpflaster) 2346 bis 14308 in. med. rot. . . . . 5138 „

d. h. das beste Granitpflaster in der Rosenthaler Strasse gewährte gegen das Fallen der Pferde eine um 86 % geringere Sicherheit, als die ebenfalls mit bestem Granitpflaster befestigte Strasse „Unter den Linden", während die mit schlechtem Pflaster versehene Strecke der Leipziger Strasse in Bezug auf Sicherheit für den Verkehr in dem Zeitraum vom 7. bis 16. October um ca. 79 % hinter der Strasse „Unter den Linden" zurückblieb, in den Tagen vom 19. October bis 3. November dagegen sie sogar um 32 % übertraf.

Es zeigen also diese Zahlen bei dem Granit noch so grosse Differenzen, dass dieselben zur Bildung von Durchschnittswerthen nicht füglich benutzt werden können. Hierzu hätten jedenfalls länger dauernde Beobachtungen stattfinden müssen.

Dagegen legt die auffallende Uebereinstimmung der in den 3 Asphalt-Strassen während der Zeit vom 19. October bis 3. November von einem Pferd zurückgelegten Wegelängen

von 2202, 2250 und 2714 km.,

bevor dasselbe stürzte, die Vermuthung nahe, dass diese Zahlen in Bezug auf die Sicherheit des Asphalt-Pflasters im Allgemeinen von dem Mittelwerth nicht weit entfernt sind.

Und dass diese durchschnittliche Sicherheit der Asphalt-Strassen für den allgemeinen Verkehr ausreichend ist, dürfte unzweifelhaft daraus hervorgehen, dass dieselbe, wie oben dargethan, sich um rot. 43 %

grösser erwiesen, als die des besten Pflasters in der Rosenthaler Strasse und wohl noch Niemand behauptet hat, dass das Pflaster in der Rosenthaler Strasse nicht hinreichende Sicherheit böte.

Im Uebrigen ist in Paris nach den dort angestellten Beobachtungen auf dem Asphalt-Pflaster von 1409 Pferden 1 Pferd gefallen, während nach den vorliegenden Zählungen hier in Berlin während der Zeit der besseren Reinigung vom 19. October bis 3. November von 20,000 bis 25,000 Pferden nur ein Pferd gefallen ist, und in London hatte ein Pferd, bevor es fiel, nur einen Weg von 307 km.*) zurückgelegt, während dieser Weg hier in Berlin während der Zeit der besseren Reinigung rot. 2200 bis 2700 km. betrug.

Es ist also während dieser Zeit hier in Berlin gegen London eine 8-fache und gegen Paris sogar eine 15- bis 18-fache Sicherheit der Asphalt-Strassen erreicht worden.

---

*) Bei Gelegenheit dieser Beobachtung wurde in London festgestellt, dass auf Granitpflaster ein Pferd in medio 212 km. zurücklegen müsse, ehe es zu Falle kommt. (vergl. „Report on the accidents to horses on carriageway pavements". London. 1874). Diese Zahlen betreffen übrigens **alle** Unfälle von Pferden, auch Kniefälle und Hüftenfälle. Ziehen wir nur die „vollständigen Fälle" in Betracht, was wohl auch von den in Berlin stattgehabten Zählungen gelten dürfte, so ergab sich bei den Londoner Zählungen die auf Asphalt zurückgelegte Entfernung, bevor ein Pferd vollständig fiel, zu 1104 km., und dürfte sich hiernach der berechnete grosse Unterschied gegen London wesentlich ermässigen — auf das 2-fache statt dem 8-fachen.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Anlage B.
betreffend Holzpflasterungen.

I. In seinem ausführlichen Berichte vom 17. März 1874 über die **relativen Vortheile** des **Holzes** und des **Asphalts** zu Zwecken der Strassenbefestigung, sowie über die voraussichtlichen Kosten und die Haltbarkeit dieser Materialien fasst der Ober-Ingenieur der **Londoner City** *William Haywood* seine eingehenden Erörterungen in nachstehenden Schlussfolgerungen zusammen:

1. Was die **Annehmlichkeit** anbelangt:

Asphalt ist das ebenste, trockenste, reinste, dem Auge wohlgefälligste und im Allgemeinen angenehmste Pflaster, Holz dagegen das ruhigste.

2. Was die **Reinigung** anbetrifft:

Holz kann reiner gehalten werden, als es bisher geschehen, seine Reinigung aber, wenn sie von Erfolg sein soll, ist schwerer und kostspieliger, als die des Asphalts; beide Pflaster können gelegentlich Bestreuen mit Sand oder Kies erfordern; es besteht somit kein grosser Unterschied in dieser Hinsicht zwischen ihnen.

3. Was die **Herstellung** und **Reparatur** anbetrifft:

Sowohl Asphalt, wie auch Holz können zu jeder Jahreszeit und Witterung mit ungefähr gleicher Leichtigkeit gelegt und reparirt werden, aber die kleinsten, zierlichsten, reinsten und haltbarsten Reparaturen gestattet der Asphalt.

4) Was die **Sicherheit** anbelangt:

Wenn man die Entfernung, welche ein Pferd zurücklegen kann, bevor es einen Unfall erleidet, oder die Art dieses Unfalls oder die Leichtigkeit, mit welcher ein Pferd wieder auf die Füsse kommt, oder die Schnelligkeit, mit welcher es sicher laufen kann, oder die Steigung, auf welcher das Material gelegt werden kann, berücksichtigt, so ist Holz dem Asphalt überlegen.

(Nach den in Berlin gemachten Beobachtungen (vergl. Anlage A.) dürften diese Vorzüge des Holzpflasters vor der Asphaltirung doch nur auf die Leichtigkeit der Wiederaufrichtung gestürzter Pferde, die mit Sicherheit zulässige Schnelligkeit des Laufens und die zulässigen Steigungen zu beschränken sein.)

5. Was die **Haltbarkeit** und die **Kosten** anlangt:

Holzpflaster einschliesslich Reparaturen hat in London eine Dauer zwischen 6 bis 19 Jahren erlebt; es kann daher mit Nachbesserungen für dasselbe eine durchschnittliche Dauer von 10 Jahren angenommen werden. Die Haltbarkeit des Asphalts ist unbekannt, sie kann aber unter dem herrschenden Unterhaltungs-System gleich der des Holzes erachtet werden. Vergleicht man bei Pflastern, welche in ihrer Art die besten sind, die Angebote für Herstellung und Unterhaltung auf eine Reihe von Jahren, so wird Holz das theuerere von Beiden sein.

(Für die in Berlin obwaltenden Verhältnisse vergl. Pos. III. dieser Anlage B.)

Um Missverständnissen vorzubeugen, erachtet der Berichterstatter es schliesslich noch für angezeigt, zu constatiren, dass diese Bemerkungen in den meisten Fällen auf Asphalt- und Holzpflaster im Allgemeinen anwendbar sind, dass sie sich aber specieller auf comprimirten Asphalt der Val de Travers Company und auf das Holzpflaster der Improved Woot Company beziehen; ferner, dass sie von Strassen London's mit grossem Verkehr gelten und dass selbstverständlich, wo anderes Klima und andere Zustände herrschten, man auch andere Ergebnisse rücksichtlich der Sicherheit, der Kosten etc. erwarten müsste.

II. In **New-York** hat man dagegen sehr üble Erfahrungen mit dem Holzpflaster gemacht. Der Deputirte für die öffentlichen Arbeiten der Stadt New-York (Commissioner of Public Works of the City of New-York) *Geo. M. van Nort* spricht sich wenigstens in seinen Berichten an den Board of Aldermen bezw. den Mayor von New-York vom 6. Februar 1873 bezw. 17. Dezember 1874 und in seinem Schreiben an die Commissioners of Sewers der Stadt London vom 10. Februar 1873 dahin aus:

„dass seine Erfahrung dahin gehe, dass in Strassen, welche schwerem Verkehre unterworfen seien, auch das beste Holzpflaster fast unbrauchbar sei";

„dass Holzpflaster besonders da zu verwerfen sei, wo die Drainage ungenügend oder der Boden von Natur feucht, da dasselbe in diesen Fällen schneller Zerstörung ausgesetzt sei";

„dass alle innerhalb weniger Jahre in New-York gelegten verschiedenen Arten von Holzpflaster sich als sehr kostspielig, sowohl in der Anlage, wie in der Unterhaltung erwiesen hätten und es zweifelhaft sei, ob irgend eine Art und Form der Bearbeitung von Holz gefunden werden könne, welche

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

dasselbe ohne Aufwendung bedeutender Kosten haltbarer mache, und vor der schnell eintretenden Fäulniss bewahre";

„dass, seitdem die Fäulniss das Holzpflaster ergriffen habe, über die dadurch verursachten ungesunden und ekelhaften Ausdünstungen viele Klagen laut geworden seien, man sich auch darüber beklage, dass an vielen Stellen die Passage unmöglich gemacht worden sei";

„dass, sobald der Zersetzungs-Prosess bei dem Holzpflaster erst einmal Macht gewonnen habe, derselbe, beschleunigt durch die fortwährende Abnutzung, den Druck der Wagenräder und die, dem dortigen Klima eigene fortwährende Temperatur-Veränderung, schnell und unaufhaltsam fortschreite";

„dass man schon in den Jahren 1835 und 1836 die Beobachtung gemacht habe, dass das Holzpflaster bereits nach 2 bis 3jähriger Dauer sehr kostspielige Reparaturen erfordere, und dass die durchschnittliche Dauerhaftigkeit einen Zeitraum von 5 Jahren nicht übersteige"; (an einer anderen Stelle:) „dass das Holzpflaster im Verhältniss von 25 % sich abnutze";

und diesen Ansichten schliesst sich sein Amts-Nachfolger, *Fritz John Porter*, in einem, an dieselbe Londoner Stadt-Verwaltungs-Commission gerichteten Schreiben vom 19. Mai 1875 durchgehends, in ihrem vollen Umfange und in allen einzelnen Punkten an, indem er gleichzeitig die in New-York ausgeführten Holzpflasterungen als absolut werthlos bezeichnet.

III. In Bezug auf das Holzpflaster bemerkt der in Anlage A. angezogene Verwaltungs-Bericht des Magistrats zu **Berlin** pro 1879. (No. XVII., Bericht über die städtische Bau-Verwaltung S. 13), dass auf der Friedrichs-Brücke amerikanisches Pitchpine-Holz zur Verwendung gelangt sei, welches sich wegen seines grossen Harzgehaltes besonders auszeichne; zu dem Pflaster in der Oberwall-Strasse und in der Strasse am Opernhause sei dagegen theils schwedisches, theils oberschlesisches und westpreussisches Kiefernholz in verschiedenen Lagen neben einander verwendet worden.

Die Holzklötze auf der Friedrichs-Brücke haben 13 cm. Breite, 26—27 cm. Länge, die in der Oberwall- und Opernhaus-Strasse haben theils eine Breite von 10 cm., eine Länge von 20—22 cm., theils eine Breite von 8 cm., eine Länge von 23 cm. Die Höhe der Klötze ist in allen 3 Strassen überall gleich und zwar 13 cm.

Die Unterbettung des Pflasters ist bei der Friedrichs-Brücke aus einer 15 cm. starken, bei den beiden anderen Strassen aus einer ca. 20 cm. starken Beton-Schicht gebildet; der Beton besteht

aus einer Mischung von grobkörnigem Kies und Cement, in dem Verhältniss von einer Tonne Cement auf einen cbm. Kies. Auf diese Beton-Bettung sind die Holzklötze direct aufgesetzt in geraden Reihen, normal zur Strassenrichtung mit engschliessenden Stossfugen und mit 6—7 mm. weiten (auf der Friedrichs-Brücke mit 10 mm. weiten) durchgehenden Längsfugen. Nach Versetzung der Klötze ist das Pflaster stückweise bis zu $^2/_3$ der Fugenhöhe mit heissem, flüssigen Pech und das obere Drittel der Fugen mit Cement-Mörtel ausgegossen.

Die Kosten der Herstellung dieses Pflasters stellen sich für die Friedrichs-Brücke (amerikanisches Holz) auf 18 Mark pro □ Meter, für die beiden anderen Strassen und zwar für die Strecke mit schwedischem Holz auf 16 Mark, für die Strecke mit deutschem Holz auf 16,50 Mark pro □ Meter.

Betreffs der Unterhaltung haben die Unternehmer die Verpflichtung übernommen, die ersten 3 Jahre das Pflaster auf eigene Kosten und die folgenden 12 Jahre gegen eine Entschädigung von 1 Mark pro □ Meter und Jahr zu unterhalten.

Ueber die Haltbarkeit dieses Pflasters lässt sich ein bestimmtes Urtheil noch nicht abgeben. Es hatten sich aber bei dem anhaltenden Ostwinde während des letzten Winters durch das Zusammentrocknen des Holzes mehrere starke Spalten gebildet, die zwar inzwischen wieder verschwunden sind, jedenfalls aber erkennen lassen, dass eine Bewegung des Holzes auf der Beton-Unterlage und ein Oeffnen einzelner Fugen stattgefunden hat.

IV. Wesentlich theurer stellen sich in **Wien** nach einem Berichte des Stadt-Bau-Directors *Niernsee* vom 22. Dezember 1876 die Kosten der dort ausgeführten Holzpflasterungen.

Es ist dort nämlich im October 1875 ein Theil der Alserbach-Strasse (mit mittlerer Frequenz nach dem System *Norris*, einem in London eingeführten Verfahren) mit Holzpflaster versehen worden, dessen Herstellungs-Kosten 9 Gulden 18 Kreuzer per □ Meter betragen. Bei Erstattung des Berichts, also nach 1jähriger Dauer, befand sich die Pflasterung noch in gutem Zustande. — Die Kosten der im April 1876 auf der Fahrbahn der Aspern-Brücke nach einem patentirten Verfahren durch *G. Rütgers* ausgeführten Holzpflasterung belaufen sich allerdings nur auf 6 Gulden 95 Kreuzer per □ Meter, aber in beiden Fällen haben die Unternehmer die Haltbarkeit nur während 3 Jahre garantirt.

Druck von Gebr. Grunert in Berlin, Junker-Str. 16.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Mit 1 lithograph. Tafel.
gr. 8° broch. Preis 1 Mark.

Im unterzeichneten Verlage sind ferner erschienen:

Blankenstein, H., Stadtbaurath, Ueber bautechnische Statistik. Mittheilungen aus Berlin mit tabellarischen Zusammenstellungen. 1880. 1 Mark.

Fischer-Dick, Ober-Ingenieur der grossen Berliner Pferdebahn-Gesellschaft, Ueber die Entwickelung des Oberbaues bei Strassen-Eisenbahnen. Mit 67 Abbildungen auf 10 Tafeln. 1880. . . 3 Mark.

Fuchs, Abtheilungs-Baumeister der Königl. Ostbahn, Beitrag zur billigen Gestaltung des Bau und Betriebes normalspuriger Bahnen von untergeordneter Bedeutung. Mit 5 lithographirten Tafeln. 1880. . . . . 2 Mark.

Haarmann, A., Hüttendirector, Ueber den Werth der verschiedenen Eisenbahn-Oberbau-Construktionen (Vortrag, gehalten im Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin am 18. Januar 1881). Mit 10 Abbildungen im Text und 3 doppelten Tafeln. 1881. . 2 Mark.

Hostmann, W., Grossh. Sächs. Baurath, Die Vorzüge und Nachtheile der Schmalspurbahnen, insbesondere der schmalspurigen Strassenbahnen gegenüber den normalspurigen Secundärbahnen. Ein Beitrag zur Förderung des Baues von Lokalbahnen. 1880. 1 Mark 50 Pfg.

Nieden, Dr. Julius zur, Eisenbahn-Bauinspector, Der Bau der Strassen- und Eisenbahnen, einschliesslich der für den Betrieb der Eisenbahnen erforderlichen Einrichtungen mit besonderer Berücksichtigung der bestehenden Gesetze, Reglements, Instructionen etc. und unter Hinweis auf die in Zeitschriften etc. besprochenen ausgeführten Beispiele, sowie auf andere Quellen. Mit 540 Abb. in Holzschn. und 3 Tafeln, 519 Seiten gr. 8°. 1878. Geh. Preis 10 Mark.

Rowan, W. R., Civil-Ingenieur, Ein System für Betrieb und Anlage von Lokalbahnen nebst Beschreibung der Gribskovbahn (Dänemark). Aus dem Dänischen übersetzt. Mit 14 Abbild. 1881. 2 Mark 50 Pfg.

Stumpf, G., Civil-Ingenieur, Vademecum von Verordnungen und Bekanntmachungen der Bau-Gewerbe-Strassen- etc. Polizei für die Stadt Berlin und das platte Land der Provinz Brandenburg. Enthaltend die Bau-Polizei-Ordnung für die Stadt Berlin in ihrer heutigen Gestalt. 1879. . . Geh. 3 Mark, geb. 3 Mark 75 Pfg.

Wendland, Reg.-Baumeister, Veranschlagung der Betriebskosten von Primär- und Secundär-Bahnen. Mit 2 Tabellen. 1881. 1 Mark.

Wildungen, Dr. jur., Praktische Darstellung des Baurechts und Baupolizei-Rechts. Ein Taschenbuch für Baumeister, Bauhandwerker, Hauseigenthümer und Verwaltungs-Beamte. Als Anhang: Die Berliner Bau-Polizei-Ordnung. 1874. 156 Seiten. Geh. 1 Mark.

Woas, Franz, Reg.-Bauführer, Der Asphalt, seine Geschichte, Gewinnung und Verwendung. Sep.-Abdruck aus Glaser's Annalen. 1880. . . . . 60 Pfg.

Obige Werke sind zu beziehen **direct** von der unterzeichneten Verlags-Handlung, wie auch durch die Vermittelung jeder anderen grösseren Buchhandlung des In- und Auslandes.

Polytechnische Buchhandlung

A. SEYDEL

Berlin W., Wilhelm-Str. 57/58.

Gefl. Beachtung empfohlen!

Im unterzeichneten Verlage erscheint:

Wochenblatt

für

Architekten und Ingenieure.

Herausgegeben

unter Mitwirkung von Mitgliedern des

Architecten-Vereins zu Berlin.

Redaction: **Ad. Boetticher** und **P. Wallé.**

Dritter Jahrgang. 1881.

Wöchentlich 2 Nummern. Abonnement vierteljährlich 3 *M.* — *₰*
mit Portozuschlag für directe Postversendung . . . . 3 *M.* 75 *₰*
Inserate: die 1mal gespaltene Petitzeile . . . . . — *M.* 35 *₰*
Probe-Nummer auf Verlangen gratis! — Preis der einzelnen Nummer 30 Pfg.

Inhalt der Nummern 1/14 vom Jahrgang 1881:

Der Dammrutsch zwischen Ronhaide und Astenet. — Thesen für die Erweiterung der Stadt Köln. — Die Befugnisse der Strombau-Verwaltung gegenüber den Uferbesitzern an öffentlichen Flüssen. — Die Aussichten im Staats-Baufache. — Einige Notizen über die Anlage von Schwimm-Bassins. — Der Oder-Spree-Canal. — Betrachtung über Verminderung der Eisenbahn-Unterhaltungskosten. — Zur Stellung der Eisenbahn-Techniker. — Officiöses über die neunklassigen Gewerbeschulen. — Einbringung des Betons. Mit Abb. — Montirung des Dachstuhls im Joachimsthal'schen Gymnasium. M. Abb. — Ueber barometrische Traci-rungsarbeiten. — Zur Innungsfrage. — Der künstlerische Nachlass Viollet le-Duc's. — Das Kaiserbad zu Aachen. Mit Abb. — Die Schifffahrt auf der Oder. — Reise-Notizen von der Bauausführung des Albert-Docks bei London. Mit Abb. — Geschäftsumfang der Eisenbahn-Betriebsbeamten. — Das neue Remorqueur-System des Fabrikanten Paul Jacquel aus Natz-weiler i./Els. — Zur Stellung der Staats-Eisenbahn-Beamten. — Zur Frage über das gleiche Stimmrecht in den technischen Vereinen. — Die Eisstopfungen auf dem Rheine an der Lurley. — Die evangelische Kirche zu Siegburg. Mit Abb. — Ueber die Entwickelung der Wasser-strassen in Frankreich, England und Schweden. — Aus dem Parla-mente. — Lieferungs-Vertrags-Stempel. — Bemerkungen über Kreuzungs-Bahnhöfe mit Keil- und Inselbetrieb. Mit Abb. — Brunnenanlage für die Wasserleitung in Königsberg. — Die Verstaatlichung des geistigen Eigenthums. — Ein Gebäude-Transport bei Mainz. M. Abb. — Die Concurrenz für den Centralbahnhof zu Frankfurt a. M. M. Abb. — Ausser vorstehenden längeren Abhandlungen bringt das „Wochen-blatt" aber noch eine grosse Anzahl kleiner Mittheilungen unter dem Titel: Vermischtes; ferner: umfangreiche Kammer-Verhand-lungen, Vereinsberichte, Personalien — Marktberichte — Submissionen — Stellen-Vacanzen — Familien-Nachrichten u. v. A. und ausserdem einen reichhaltigen Inseratentheil, der gefl. Benutzung bestens empfohlen wird.

Abonnements bei allen Buchhandlungen, Postanstalten und auch direct bei der Expedition:

Polytechnische Buchhandlung

A. SEYDEL.

Berlin W., Wilhelm-Str. 57/58.

Mit 1 lithograph. Tafel.

gr. 8° broch. Preis 1 Mark.