

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 25/26 (1895)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Ueber das Verstärken von eisernen Brücken  
**Autor:** Mantel, Gustav  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-19293>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.02.2025

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

Basler Strassenbahn. Motor-Wagen.

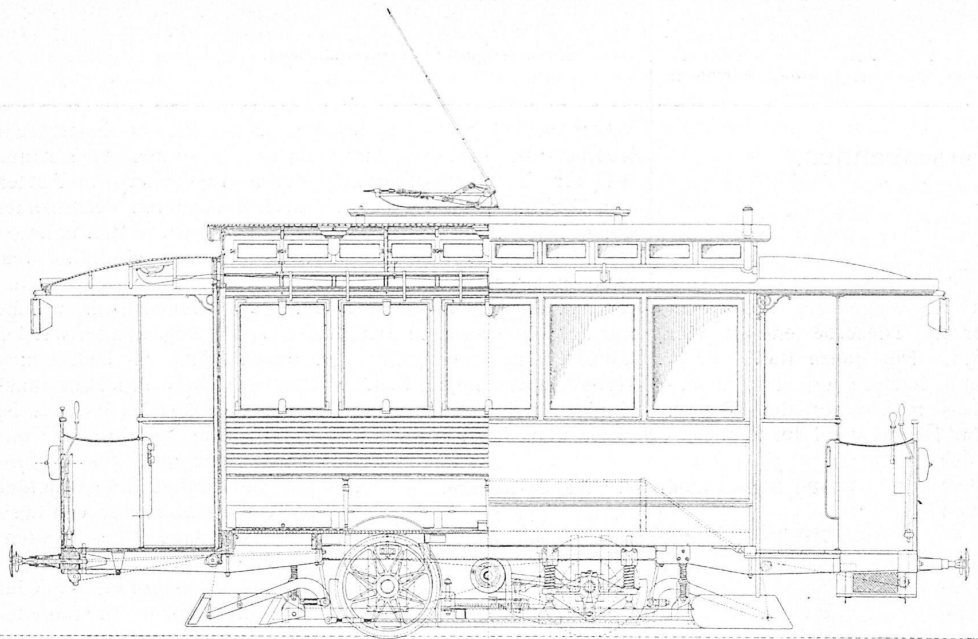


Fig. 11. Längenschnitt und Ansicht.

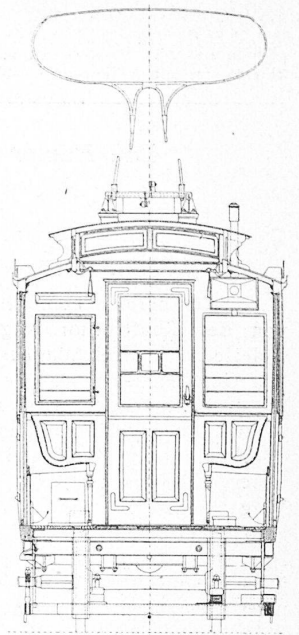


Fig. 12. Querschnitt.

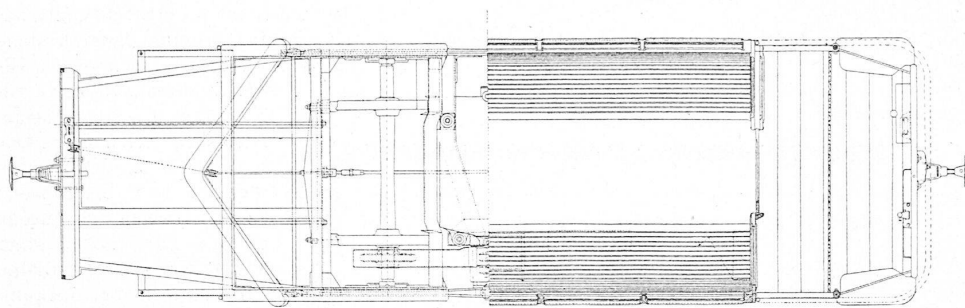


Fig. 13. Horizontalschnitt und Grundriss.

Motor-Wagen  
für  
16 Sitz- und 8 Stehplätze.

Masstab 1 : 50.

Betriebs-Ergebnis der Basler Strassenbahnen.

In der Zeit vom	6—31 Mai	1—30 Juni
Verausgabe Billets zu 10 Cts. . .	160 829	186 926
» » » 20 » . . . . .	41 363	52 659
» Abonnements . . . . .	523	312
Anzahl der Reisenden . . . . .	202 192	239 585
Durchlaufene Wagen-Kilometer . .	23 789	28 258
Reisende auf den Wagen-Kilometer .	8,45	8,47
<i>Erträgnis:</i>		
Einnahmen aus d. Billet-Verkauf. .	Fr. 24 355,50	Fr. 29 224,40
» » » Abonnem.-Verkauf . . . . .	» 2 908,00	» 1 800,00
» » » Gepäck . . . . .	» 43,30	» 51,20
Total-Einnahmen absolut . . . . .	Fr. 27 306,80	Fr. 31 075,60
» auf den Wagen-Kilom.	Cts. 114,80	Cts. 109,90

tungen samt Wagenlieferung einem Konsortium, bestehend aus den Firmen Electricitäts-Gesellschaft Alioth in Münchenstein und Siemens & Halske in Berlin pauschalmässig übertragen wurden mit der Vertragsbedingung, die Dampfanlage bei der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur, die Wagen bei der schweizer. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen zu beziehen.

Ueber das Verstärken von eisernen Brücken.

Von Ingenieur *Gustav Mantel* in Zürich.

II.

Das allgemein anwendbare Mittel, um bei Brückenverstärkungen ohne Gerüstung die Eigengewichtsspannung in den alten Teilen ungestört zu erhalten, besteht darin, nie alle in Frage kommenden Nieten gleichzeitig zu entfernen, sondern immer so viele derselben stehen zu lassen, als notwendig ist, um die Eigengewichtsspannungen im gesamten Altmaterial zu erhalten. Es wird in jedem Falle leicht sein, die nötige Anzahl dieser Nieten zu berechnen. Um aber die neuen Stücke anlegen zu können, ist es nötig, dass diese Nieten auf der betreffenden Seite keine hervorstehenden Köpfe besitzen, d. h. die erste Arbeit wird immer darin bestehen, dass eine beschränkte Anzahl alter Nieten ausgeschlagen und durch solche mit ein- oder beidseitig versenkten Köpfen ersetzt wird. Diese Arbeit kann in den meisten Fällen während des Zugverkehrs geschehen, wenn nämlich durch die Entfernung eines einzigen Nietes die Tragkraft der fraglichen Nietgruppe nicht wesentlich geschwächt wird; andernfalls ist natürlich der neue Niet mit versenktem Kopf zu schlagen, bevor die Brücke wieder belastet wird. — Nachdem alle diese Nieten, wir wollen sagen Grundnieten, geschlagen sind, müssen nun in einer Zugspause womöglich alle übrigen Operationen bis zur endgültigen Vernietung des neuen Stückes vorgenommen werden. Diese Operationen bestehen im Losschlagen

aller übrigen Niete, im Anlegen des neuen Stückes behufs Anzeichnen der Nietlöcher, im Bohren derselben, im Wiederanlegen und endgültigen Vernieten des neuen Teiles. Wenn dies in einer Zugspause nicht geschehen kann, so müssen die Nietlöcher ein oder mehrmals vorübergehend für den Zugverkehr mit Dornen und gutsitzenden, scharf angezogenen Schrauben ausgefüllt werden, damit die Altteile nicht gegen einander verschoben werden können, was durch die Grundniete allein für volle Belastung nicht zuverlässig zu erreichen ist.

Es ist klar, dass absolute Sicherheit gegen Verschiebungen auch durch das

Einziehen von Dornen und Schrauben nicht immer — namentlich aber nicht durch Schrauben allein — zu erreichen sein wird, so dass die endgültige Vernietung in der ersten Zugspause jedenfalls immer wünschenswert, wenn auch nicht immer erreichbar bleibt.

Die letzte Operation, die dann sehr wohl in spätern Zugspausen vorgenommen werden kann, besteht in der Entfernung der Grundnieten durch Anbohren, Ausschlagen derselben und Einziehen neuer Niete, welche nun ebenfalls das neue Stück mitfassen, wenn nicht etwa, was in einzelnen Fällen vorkommen mag, die übrigen Niete zur vollkommenen Befestigung des neuen Teiles genügen. Die Spannungen verteilen sich nun so in die verschiedenen Nietgruppen, dass die zuletzt ersetzten Grundniete nur noch zufällige Lasten übertragen, die übrigen aber für sich allein das Eigengewicht nebst dem entsprechenden Anteil an der zufälligen Last. Es ist also nicht ratsam, von den ersteren mehr als nötig zu schlagen, weil sonst die letzteren zu viel Beanspruchung erhalten können.

Bei Gurtungsverstärkungen kann übrigens auch das Aufbringen der Kopfplatten in zwei Streifen von halber Breite geschehen. Es werden hierbei erst die Niete auf der einen Seite gelöst und der entsprechende Blechstreifen aufgenietet; nachher geschieht das nämliche auf der andern Hälfte. Nach der Lösung einer Nietreihe wird freilich die Kraft in die Kopfplatten durch die zweite Nietreihe excentrisch übertragen und wenn es sich um die Lösung einer sehr langen Nietreihe handelt und die Gurtung nicht an einen Horizontalverband angeschlossen ist, so wird man auch in diesem Fall gut thun, einige Grundniete zu schlagen, um eine seitliche Ausbiegung der Gurtung zu verhindern.

Die Art und Weise der Spannungsverteilung während und nach der Arbeit ist dann die folgende: Bei der Lösung der ersten Nietreihe gehen alle Eigengewichtsspannungen in die zweite über und nachdem die erste Lamellenhälfte aufgenietet, ist sowohl sie wie ihre Niete spannungs-

los. Sobald aber die Niete der zweiten Reihe gelöst werden, müssen die gesamten Eigengewichtsspannungen durch die Niete der ersten Lamellenhälfte übertragen werden und das bleibt endgültig so, auch nachdem die zweite Lamellenhälfte aufgenietet ist. Die ursprünglich von der Gesamtheit der Niete aufzunehmenden Eigengewichtskräfte werden also auf die halbe Anzahl derselben übertragen und durch den Hinzutritt der weiter auf sie entfallenden Kräfte der zufälligen Belastung können sie daher überanstrengt werden, während die Niete der zweiten Reihe nur von den zufälligen Lasten beansprucht werden. Man wird sich so zu helfen suchen, dass man in der ersten Reihe einige Zwischenniete oder in der zweiten Reihe einige Niete mit versenkten Köpfen schlägt.

Die Lösung von Strebenanschlüssen zum Zweck der Verstärkung der Streben wird man so viel wie möglich zu vermeiden suchen. Es wird das auch in gewissen Fällen zu erreichen sein, da es sich sehr oft nur um Vergrößerung der Knickfestigkeit handelt, auf welche früher bei der Bemessung der Strebenstärke meist nicht die nötige Sorgfalt verwandt

wurde. Dann aber ist der Anschluss der neuen Teile an die Gurtungen nicht immer erforderlich, d. h. die Anschlussniete brauchen nicht gelöst zu werden. Sind aber Zugstreben zu verstärken oder Druckstreben, die nicht nur der Knickbeanspruchung gegenüber zu schwach sind, so ist zu verfahren, wie vorhin beschrieben: es sind in einem Zugsintervall in erster Linie so viel Grundniete mit versenkten Köpfen zu schlagen als notwendig zur Uebertragung der Eigengewichtsspannung, dann ist nach Lösung der übrigen Niete der neue Teil aufzulegen, anzuzeichnen, zu bohren und zu vernieten. Zum Schluss sind auch hier die Grundniete wieder zu lösen und zu ersetzen. Ist die Ausführung der ganzen Arbeit in einem Zugsintervall nicht möglich, so müssen für das Passieren eines Zuges jeweils die offenen Nietlöcher sorgfältigst verdornt und verschraubt werden.

Das vollständige Entfernen ganzer Streben ohne Einrüstung der Brücke ist, wie früher erwähnt, nur in gewissen seltenen Fällen zulässig. Beim Anzeichnen der Nietlöcher ist dann aber jedenfalls zu beachten, dass dieses nicht durch Anlegung des Stabes an die Brücke, sondern durch Anlegen an den alten Stab zu geschehen hat und es ist dabei ferner darauf zu achten, dass die Stäbe gleiche Temperatur besitzen, was, wenn nötig durch Uebergießen mit Wasser oder Eintauchen in solches erreicht werden kann. Beim Annieten der neuen Teile wird es sich dann zeigen, dass sie, wenn es sich um Zugstreben handelt, zu kurz, wenn es sich um Druckstreben handelt, zu lang sind. Nachdem daher das eine Ende fest vernietet,

Basler Strassenbahnen.

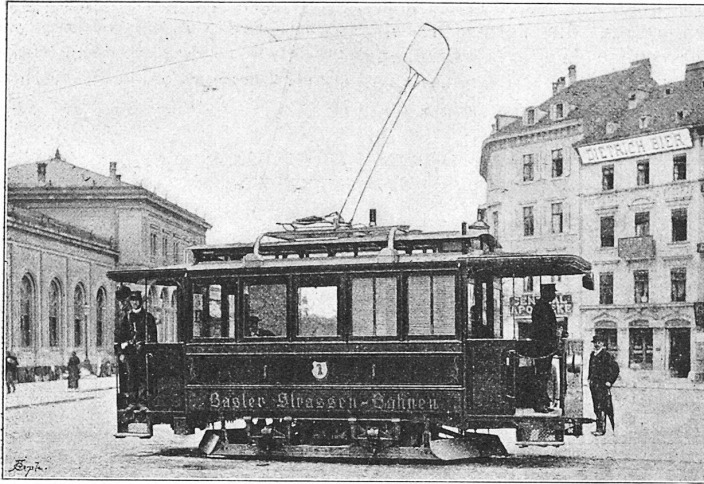


Fig. 14. Motorwagen, im Begriffe den Stromabnehmer selbstthätig umzulegen.

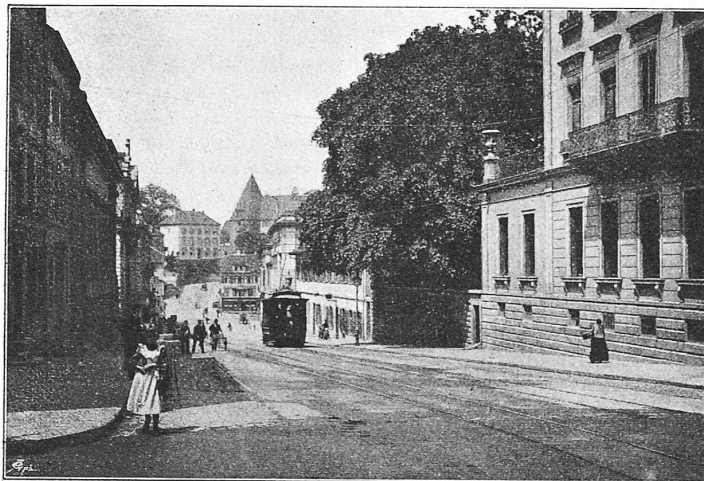


Fig. 15. Ansicht des Steinenberg. — Maximalsteigung.

Das vollständige Entfernen ganzer Streben ohne Einrüstung der Brücke ist, wie früher erwähnt, nur in gewissen seltenen Fällen zulässig. Beim Anzeichnen der Nietlöcher ist dann aber jedenfalls zu beachten, dass dieses nicht durch Anlegung des Stabes an die Brücke, sondern durch Anlegen an den alten Stab zu geschehen hat und es ist dabei ferner darauf zu achten, dass die Stäbe gleiche Temperatur besitzen, was, wenn nötig durch Uebergießen mit Wasser oder Eintauchen in solches erreicht werden kann. Beim Annieten der neuen Teile wird es sich dann zeigen, dass sie, wenn es sich um Zugstreben handelt, zu kurz, wenn es sich um Druckstreben handelt, zu lang sind. Nachdem daher das eine Ende fest vernietet,



ist das andere Ende durch sorgfältiges Dornen, in mehreren Nietlöchern gleichzeitig, in die richtige Stellung zu bringen und ebenfalls zu vernieten. Namentlich wenn es sich um Streben handelt, welche künstliche Anspannung besaßen, kann die Widerbefestigung derselben in der ursprünglichen Länge Schwierigkeiten bereiten. Künstliches Spannen der an den Enden festgenieteten, in der Mitte durchschnittenen Streben mittelst besonderer Vorrichtungen kann hier nötig werden. Bei den Mittelfeldern mit Gegenstreben ist es durch Aufbringen einer passenden Belastung — einer von der richtigen Seite vorfahrenden Maschine — möglich, die Scherkraft für das betreffende Feld auf Null oder einen sehr kleinen Betrag zu bringen, worauf die Vernietung einer richtig abgelängten Strebe ohne Weiteres erfolgen kann. Hat sie aber Verkürzung erhalten behufs Schaffung künstlicher Anfangsspannung, so muss mit der Belastung weiter gefahren werden, nämlich bis in der Strebe eine Spannung von der entgegengesetzten Richtung entstehen würde von derjenigen, die sie normaler Weise auszuhalten haben wird.

Dass dieses Verfahren natürlich nur mit grösster Vorsicht angewandt werden darf, und dass im übrigen Objekte, aus deren Tragwänden eine Strebe entfernt ist, weder von einer einzelnen Maschine über ihre ganze Länge noch von Zügen befahren werden dürfen, ist selbstverständlich.

(Schluss folgt.)

### Miscellanea.

**Ueber die Anwendung verschiedener motorischer Kräfte in Liverpool.** In der grossen englischen Hafenstadt Liverpool, wo jährlich 14 Millionen Tonnen Güter ein- und auslaufen, und deren Lagerhäuser etwa 750 000 t aufnehmen können, hatte sich die dringende Notwendigkeit herausgestellt, neben den zahlreichen Personenaufzügen in den vielstöckigen Häusern auch über kräftige Apparate für die Verladung von Gütern verfügen zu können. Zu dem Betrieb dieser verschiedenen Aufzüge haben Wasser mit niedriger und hoher Pressung, Dampf, Gas- und Druckluft Verwendung gefunden. Eine interessante vergleichende Uebersicht der Betriebskosten dieser Aufzüge bei Anwendung verschiedener motorischer Kräfte entnimmt die «Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins» einem vom «Génie Civil» abgedruckten bezüglichen Berichte, der ursprünglich in den Memoiren des «Institut des ingénieurs-mécaniciens» veröffentlicht wurde.

Die Elektrizität scheint sich als Betriebskraft noch nicht eingebürgert zu haben, da der vorerwähnte Bericht nichts davon erwähnt. Bezüglich der Verwendung von Wasser mit niedriger Pressung muss bemerkt werden, dass Liverpool reichlich mit Wasser versehen ist und die Wasserleitungsreservoirs in einer Höhe von fast 60 m über dem Niveau der Quais liegen; es können daher die in der Nähe des Merseyflusses — an dessen breiter Ausbuchtung bekanntlich Liverpool liegt — installierten Motoren direkt durch Wasser aus den Kanalleitungen bethätigt werden. Hierbei wird nach verschiedenen Systemen vorgegangen. Die Warenaufzüge benötigen die grössere Menge Wasser, in zweiter Linie stehen die Personenaufzüge. Der jährliche Wasserverbrauch für erstere — zusammen 114 — beträgt 440 198 m<sup>3</sup> und für letztere (10 Stück) 97 838 m<sup>3</sup>. Der Preis pro Kubikmeter Wasser beläuft sich auf 0,155 Fr. Zieht man in Betracht, dass das Wasser mit einem Druck von 5 Atm. den Maschinen zugeführt wird, so ergeben sich die Kosten pro disponible Pferdekraftstunde mit 0,837 Fr.; in Wirklichkeit sind jedoch dieselben wegen der geringen Leistung der Apparate bei unterbrochenem Betriebe bedeutend höher; man schätzt sie auf 1,40 Fr. pro Pferdekraftstunde, bzw. 0,5 Cts. pro Tonnenmeter. Nimmt man das Nettogewicht der durch den Aufzug beförderten Last in Rechnung, so gelangt man zu sehr verschiedenen Resultaten, da die Aufzüge für eine maximale Last konstruiert sind, der Verbrauch an Wasser jedoch immer der gleiche bleibt, wie gross auch das Gewicht der Last ist.

Zwei Serien mit je drei derartigen Installationen, und zwar die eine in einem Lebensmittel-Magazin, die andere in einem allgemeinen Warenlager, haben pro Tonnen-Meter nachstehende Kosten ergeben:

1. Serie . . . . .	5,77—4,58—4,04 Cts.
2. » . . . . .	1,15—3,84—1,97 »

Das Wasser mit hoher Pressung wird durch eine eigene Gesellschaft geliefert, welche dasselbe in Accumulatoren auf einen Druck von 50 Atm. bringt und durch eine besondere Wasserleitung den betreffenden Installations-

tionen zuführt. Die Gesellschaft berechnet für das Wasser einen Preis von 2.75 bis 0,682 Fr. pro Kubikmeter derart, dass derselbe mit der Zunahme des jährlichen Verbrauchs entsprechend abnimmt. Wenn man berücksichtigt, dass die Pressung im vorliegenden Falle zehnmal grösser als bei Wasser unter Niederdruck ist, so zeigt eine einfache, rechnerische Betrachtung, dass die Arbeitseinheit bei Verwendung von hochgespanntem Wasser für die kleinen Apparate wesentlich teurer, für die grösseren Arbeitsmaschinen wesentlich billiger kommt, als bei Verwendung von Wasser mit niedriger Spannung. Eine Gleichheit im Preise pro Pferdekraftstunde tritt bei einem jährlichen Verbrauche von nahezu 50 m<sup>3</sup> oder bei etwa  $\frac{1}{3}$  Pferdekraftstunde pro Tag ein; es entspricht dies einer sehr kleinen Maschine und man muss daraus schliessen, dass das komprimierte Wasser in den meisten Fällen ökonomischer ist als das Wasser mit niedriger Pressung, trotz der teuren Installationen, welche das erstere erfordert. Uebrigens wird vielfach selbst bei gleichen Kosten pro Pferdekraftstunde den Maschinen für hohe Pressung der Vorzug gegenüber jenen für niedrigere Pressung gegeben, weil die ersteren bei gleicher Leistungsfähigkeit bedeutend schwächere Dimensionen erhalten können als letztere.

Der grössere Teil des Betriebsdienstes auf den Docks erfolgt mittelst Dampfmaschinen, von welchen die in der nächsten Umgebung befindlichen Apparate durch Transmissionen bethätigt werden. Die zum Zwecke der Kostenermittlung bei fünf Dampfmaschinen mit Leistungen von 20, bzw. 15, 15, 10 und 10 P. S. angestellten Versuche ergaben eine jährliche Ausgabe von 3375 bzw. 3475, 2940, 3230 und 1420 Fr., wovon auf den Maschinenwärter für die vier ersten Maschinen je 1950, für die letztere 650 Fr. entfallen, während der Rest für die Verbrauchsmaterialien und Unterhaltung der Dampfmaschinen verausgabt wurde.

Bei den drei letzten Maschinen betrug die jährliche Leistung 46 000, 140 000 und 47 000 *tm*.

Die Kosten pro Nutz-Tonnen-Meter . . . . . 0,064, 0,023, 0,030 Fr. und schliesslich

» » » effektive Pferdekraftstunde . . . 17,280, 6,210, 8,100 »

Bezüglich dieser Daten bei den zwei ersteren Maschinen weist «Génie Civil» keine Angaben auf. Die Kosten pro indizierte Pferdekraftstunde beliefen sich bei den fünf in Rede stehenden Dampfmaschinen auf 0,06, 0,10, 0,06, 0,125 und 0,075 Fr. Wie man aus diesen Ziffern ersieht, weichen die Ausgaben pro Tonnenmeter nur wenig von jenen ab, welche wir hiefür im Falle der Verwendung von Wasser mit niedriger Pressung angegeben haben.

Das zu industriellen Zwecken in sehr vielen Fällen und in vielfacher Weise verwendete Leuchtgas liefern die Gaswerke zum Preise von 0,25 Fr. pro Kubikmeter. Die Ausgaben für die Erhaltung und die Verbrauchsmaterialien der Maschinen sind jedoch ziemlich hoch und überschreiten durchwegs die Kosten für das Gas selbst; so wurde bei den in Betracht gezogenen Fällen konstatiert, dass den Ausgaben von 580 bis 2000 Fr. für Gas, Ausgaben von 750 bis 3000 Fr. für Schmiering, Löhnung und Unterhaltung der Maschinen gegenüberstehen. Was die Kosten pro Tonnenmeter bei Verwendung von Leuchtgas anbelangt, so betragen dieselben nur 0,0175 bis 0,025 Fr.

Komprimierte Luft hat bis jetzt noch wenig Anwendung gefunden; dort, wo man von ihr Gebrauch macht, benützt man sie in der Regel mit einer Pressung von 3 Atmosphären. Die Erfahrungen, welche man bezüglich des Kostenpunktes gemacht hat, sind daher auch nicht genügend, um ein vollständig verlässliches Bild hierüber zu gewähren. Hauptsächlich sind es zwei Installationen mit komprimierter Luft, welche näheres Interesse verdienen; eine Installation umfasst 9, die andere 18 Aufzüge. Die Apparate haben fast dieselbe Leistungsfähigkeit, wie die mit Dampf betriebenen Aufzüge; aus den gemachten Beobachtungen resultiert, dass die Ausgaben für jede der durch komprimierte Luft bethätigten Maschine nur ganz wenig höher sind, als jene für eine direkt wirkende, einfache Dampfmaschine.

Aus diesen kurzen Betrachtungen geht wohl klar hervor, dass lokalen Verhältnissen, namentlich der Bedeutung und dem Umfang der Anlagens sowie deren mehr oder minder intensiven Ausnützung hinsichtlich des Kostenpunktes pro Tonnenmeter oder Pferdekraft die wichtigste Rolle zufällt. Liegen gutvergleichbare Beispiele vor wie z. B. die oben angeführten die Liverpooler Anlagen betreffenden Daten, so lässt sich immerhin ein annähernd richtiger Schluss ziehen. In Liverpool dürfte die Gasmaschine den Sieg davon tragen, welchen Erfolg sie wohl den niedrigen Gaspreisen verdankt, ihr zunächst folgt hochgespanntes Wasser. Niederdruckwasser ist zu teuer, als dass es sich beim maschinellen Betriebe dauernd wird behaupten können; dies gilt auch von der Dampfkraft. Komprimierte Luft ist des hohen Kostenpunktes wegen kaum zur Konkurrenz mit den angeführten motorischen Kräften geeignet.