Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 35/36 (1900)
Heft: 7

Artikel: Schienenverschleiss und die ökonomische Bedeutung des verschweissten Schienenstosses bei Strassenbahnen
Autor: Beyer, K.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22041

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

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

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

Download PDF: 14.12.2025

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

INHALT: Schienenverschleiss und die ökonomische Bedeutung des verschweissten Schienenstosses bei Strassenbahnen. — Die Architektur an der Pariser Weltausstellung. (Forts.) — Die VII. Jahresversammlung der Deutschen Elektrochemischen Gesellschaft in Zürich. — Miscellanea: Eisenbahnverstaatlichung in der Schweiz. Pariser Weltausstellung. Aus der schweizerischen Eisenbahnstatistik. Schweizerische Nebenbahnen.

Hiezu eine Tafel: Pariser Weltausstellung. (Eckpavillon zum grossen Kunstpalast, Entwurf.)

Schienenverschleiss und die ökonomische Bedeutung des verschweissten Schienenstosses bei Strassenbahnen.

Von *K. Beyer*, Oberingenieur, in Essen (Ruhr).

In Band XXXV Nr. 3 der Schweizer. Bauzeitung und in dem „Street Railway Journal" vom April 1900 Seite 327 sind bereits die Voruntersuchungen angegeben worden, nach welchen der Verschleiss von Schienen im allgemeinen geführt werden kann, um ein vergleichendes Bild der Verschleissarbeit verschiedener Profile zu gewinnen. Die nachfolgenden Mitteilungen sollen nunmehr unter Berücksichtigung dieser Voruntersuchungen dazu dienen, den ökonomischen Wert des verschleissten Stosses gegenüber dem Schienenstoss mit einer Laschenverbindung festzustellen.

Verschleiss des Profils Phönix 14 a
mit Stumpfstoss nach sechsjährigem Betrieb.

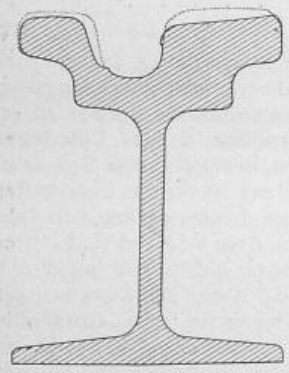

Fig. 1. Verschleiss 9,2 %.

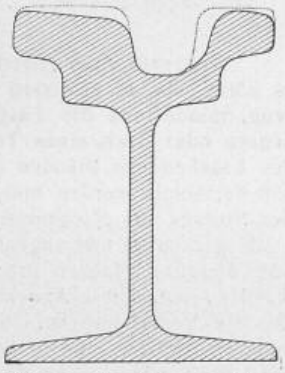

Fig. 2. Verschleiss 11,4 %.

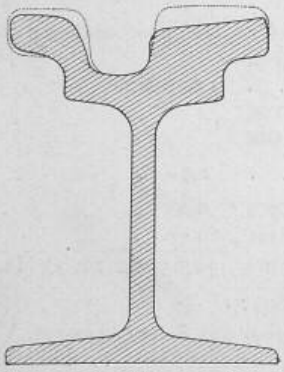

Fig. 3. Verschleiss 20,3 % (Stoss in einer Kurve).

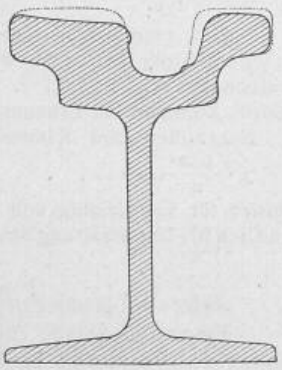

Fig. 4. Verschleiss 13,3 % (20 *cm* vom Stossende).

Masstab 1 : 3.

Es wurde in diesen erwähnten Voruntersuchungen bereits auf die Wichtigkeit der Profilmessungen in der Mitte der Schiene und besonders am Stoss der Schiene hingedeutet. Die praktisch angestellten Versuche haben die Richtigkeit dieser Ansicht nur noch mehr bestätigt. Wenn auch der Verschleiss der Schiene nicht nur durch die Verkehrslast sondern auch durch andere darüber fahrende Lasten, z. B. Strassenfuhrwerk, beeinflusst werden kann, und wenn auch ein Verschleiss auftritt, der mit der örtlichen Lage der Schiene (z. B. in Kurven) zusammenhängt, so können die erforderlichen Feststellungen doch mit genügender Schärfe erfolgen, um den, wir wollen sagen normalen Verschleiss im Verhältnis zum Schienenquerschnitt genau genug zu bestimmen. Es hat z. B. die Untersuchung eines Stumpfstosses vom Profil Phönix 14a, welcher einer der bedeutendsten deutschen Strassenbahnen nach sechsjährigem Betrieb entnommen wurde, das aus Fig. 1—4 ersichtliche Resultat ergeben.

In der Fahrrichtung betrug der Verschleiss am oberen Ende gemessen 9,2 % vom Normalflächeninhalt des Profils; die drei anderen Stellen zeigten hintereinander gemessen einen Verschleiss von 11,4%, von 20,3 % und von 13,3 %; unmittelbar am Stoss standen sich also zwei Verschleisse von 20,3 % und von 11,4 % gegenüber. Der Maximalverschleiss von 20,3% verlief sich, auf 20 *cm* vom Stossende in der Fahrrichtung gemessen, in den Verschleiss von 13,3 %. Die Laschenverbindungen hatten sich nach oben auseinander gelassen und sämtliche Befestigungsschrauben zeigten sich beim Lösen des Stosses krumm gebogen. Wenn auch aus den beigegebenen Figuren hervorgeht, dass hier eine gewissermassen abnorme Verschleissarbeit stattgefunden hat und hiedurch eine Auswechselung nach so kurzer Zeit nötig wurde, so ist dieser Umstand bei den weiter unten angestellten Rechnungen mehr wie genügend in Betracht gezogen. Die Erwähnung dieser Thatsache geschah auch nur aus dem Grunde, weil in den oben erwähnten Voruntersuchungen die Lebensdauer einer Schiene im Durchschnitt mit 15 Jahre angenommen worden war. Ist doch je nach Lage des Oberbaues — z. B. bei Kurven im Gefälle oder Bremsstrecken — eine stärkere Abnützung des Oberbaues zu erwarten und kann dementsprechend nur durch Messungen, die auch an solchen Stellen erfolgt sind und durch Mittelung dieser Messung mit den unter normalen Betriebsverhältnissen gemachten, ein einigermassen zutreffendes Resultat erhalten werden. In den beigegebenen Figuren sieht man z. B. deutlich, dass der Stoss in einem Kurvengeleise gelegen haben musste. Dies zeigt der Einschnitt, den offenbar der Spurkranz in der Leitkante des Profils verursacht hat, ferner die Ausschleifung in der Fahrfläche und die Verdrückung des Schienenkopfmaterials nach der Rille zu. Es kann aber behauptet werden, dass bei längerem Liegen des Stosses oder einem besseren Ausrichten der Kurve der Verschleiss der Leitkante nicht oder nur wenig weiter voran geschritten wäre, während die Fahrfläche eine weitere und wahrscheinlich konstante Abnutzung gezeigt haben würde; mit anderen Worten: der Verschleiss der Leitkante wäre bei richtiger Geleislage einerseits zu vermeiden gewesen, andrerseits würde aber, da der totale Verschleiss bezüglich der Leitkante auch an anderen Stellen als am Stosse dieselben Merkmale zeigt, in dem Profilverhältnis der Schiene am Stoss zu dem der Schiene an anderer Stelle, kaum etwas geändert. Die Thatsache bleibt bestehen, *dass der Verschleiss am Stoss im Betrage von 20,3% des Profils im Mittel doppelt so rasch vorangeschritten war, als an anderen Stellen.*

Es soll hiermit natürlich nicht gesagt sein, dass dieser Umstand stets und allenthalben auftreten müsste. Aber offenbar musste dieser hohe Verschleiss für die Auswechselung der Schiene massgebend sein. Je besser die Laschenverbindung ist, um so weniger wird sich dieser starke Verschleiss am Stoss zeigen. Da aber auch bei der besten Laschenverbindung im Laufe der Zeit ein Lockerwerden eintreten muss, so kann nur eine *kontinuierliche Durchführung des Schienenquerschnitts* einen gleich bleibenden Verschleiss für die Mitte der Schiene und die Schiene am Stoss herbeiführen. Durch diese Thatsache, welche eigentlich so alt ist, wie der Oberbau selbst, sind die Oberbautechniker schon vor 40 Jahren auf den Gedanken des Schienenschweissens gekommen, und es wurde auf der Londoner Industrie-Ausstellung im Jahre 1861 ein zusammengelöteter Schienenstoss als besondere Merkwürdigkeit ausgestellt. Auf der Great-Northern Bahn in England hat man auch solche Stösse vier Jahre in Benutzung gehabt,

ohne nach dieser Zeit eine besondere Abnutzung der Lötstelle konstatieren zu können. Der damalige Stand der Oberbautechnik hat diese Versuche nicht weiter gedeihen lassen, namentlich war die Ausdehnung der Schienen durch Temperatur und die hohen Kosten der Verschweissung daran schuld. Bei den heutigen Strassenbahnen ist jedoch, da die Schienen bis zum Kopf in der Bettung liegen, die Ausdehnung durch den Einfluss der Temperatur kaum bemerkbar, ja sie wird von berufenen Fachmännern geradezu verneint; es kann sich also nur darum handeln, dass die Verschweissungen nicht zu teuer kommen, und es frägt sich, wie hoch sich die Kosten für die Verschweissung stellen dürfen, um ein ökonomisches Ausnutzungsverhältnis des Oberbaues gleichviel welcher Art zuzulassen.

Die neueren Schienenschweissungen sind deswegen auf elektrischem Wege in Amerika erfolgt. Sie sind jedoch um ökonomisch zu sein, zu sehr von der Aufwendung eines grossen Apparates und von der Routine derjenigen abhängig, welche die Schweissungen vornehmen. Demgemäss haben sie ihre Anwendung nur unter besonderen Verhältnissen finden und im grossen ganzen doch nicht die Resultate aufweisen können, die man von ihnen erwartete. Das *Goldschmidt*'sche Verfahren, hohe Temperaturen durch Verbrennung von Aluminium zu erreichen, hat die Oberbautechniker dagegen in ganz besonderem Maasse ihrem erstrebten Ideal näher gebracht. Das erwähnte, auf einem chemischen Prozess beruhende Verfahren, nach welchem die Mischung eines Metalloxyds mit Aluminium sich nach Entzündung in das betreffende Metall und Aluminiumoxyd umsetzt, wollen wir hier nicht näher erörtern. Es sei nur auf die Thatsache hingewiesen, dass bei dieser Umsetzung eine Temperatur von 3000° C entsteht und dass diese Temperatur für den Oberbautechniker den Kernpunkt der Verschweissungsfrage bilden dürfte. Der grosse Vorteil, den dieses Verfahren gegenüber jedem anderen bietet, besteht darin, dass man für jedes Profil genau die Masse von Metalloxyd und Aluminium sog. „Thermit" vorher quantitativ bestimmen kann, welche zum Verschweissen desselben notwendig ist. Es wird dadurch eine absolut sichere, von der Geschicklichkeit des Verschweissenden unabhängige Schweissung gewährleistet. Die ganze, zur Vornahme des Prozesses erförderliche Einrichtung ist eine minimale im Gegensatze zur elektrischen Schweissung und infolgedessen stehen auch die Kosten in richtigem Verhältnisse zur Ausführung.

Bevor wir in diesen Betrachtungen weiterschreiten, möge noch des umgossenen Schienenstosses gedacht sein. Es ist nicht zu leugnen, dass dieser Stoss gegenüber einer wenn auch soliden Verlaschung bedeutende Vorteile aufweist. Eine Schweissung im wahrsten Sinne des Wortes kann er aber nicht genannt werden. Falls man die Schiene als kontinuierlichen Träger betrachtet, muss eine Schweissung des ganzen Profiles, also namentlich der Teile, die auf Druck (Kopf) und Zug (Fuss) beansprucht sind, erfolgen, während theoretisch die Schweissung im Steg schwächer sein dürfte. Letzteres ist für die Praxis natürlich ausgeschlossen. Bei dem umgossenen Stoss soll eine Schweissung des Fusses und eine teilweise des Steges durch die umgegossene Masse stattfinden. Dagegen ist der Kopf nur scharf gegen den Kopf der Nachbarschiene gestossen. Es kann daher von vornherein nicht erwartet werden, dass die Schiene mit umgossenem Stoss so arbeitet, wie die durch das ganze Profil geschweisste Schiene und es mögen diese Bedenken der Einführung des umgossenen Stosses vielfach gegenüber gestanden haben, abgesehen davon, dass die Umgiessung selbst in mehrfacher Beziehung einen schwierigen Pflasteranschluss bedingt und bedeutendere Bettungswiderstände in Frage kommen.

Nach diesen Abschweifungen kommen wir auf unsere im Anfang dieses Aufsatzes angedeutete Rechnung nunmehr zurück. Es ist klar, dass nach dem bereits Gesagten die Lebensdauer der Schiene von ihrem Verschleiss abhängig ist und es ist ferner ersichtlich, dass am Stoss einer unverschweissten Schiene eine frühzeitigere Abnutzung eintritt, als in der Mitte der Schiene. Der frühzeitigere Verschleiss wird die Auswechselung bedingen. Wenn man weiter annimmt, dass der für die Schienenanlage aufzuwendende Geldbetrag in der Betriebszeit amortisiert werden muss, so muss auf diese Amortisation gerade das Verhalten des Stosses von ganz besonderem Einfluss sein und es muss das Amortisationsverhältnis einen Masstab für eine ökonomische Ausnutzung des Oberbaues abgeben. Um dies zahlenmässig klar zu legen, greift der Verfasser auf ein Beispiel zurück, das von ihm, gelegentlich der 5. Hauptversammlung des Vereins deutscher Strassen- und Kleinbahnverwaltungen im September 1899 zu Barmen-Elberfeld gegeben wurde. Es war vorausgesetzt, das ein Strassenbahnnetz von 50 *km* mit 10 *m* langen Schienen im Profil 25b verlegt sei.

Die Materialkosten der Verlaschung betragen:

zwei Laschen von 10,5 und 11,3 *kg* auf Langloch gebohrt	8,00 Mk.
für Lieferung und Bearbeitung von Schrauben und Federringen im Gewicht von 4,5 *kg* pro *kg* 40 Pfg.	1,80 „
für Lieferung des kupfernen Union-Schienenverbinders mit eingesetztem Stahlkonus, Anbohrungen u. s. w.	3,50 „
Summa	13,30 Mk.

Während einer Betriebsperiode von 15 Jahren wird es nötig sein, in gewissen Zwischenräumen das Kleineisenzeug, mindestens die Laschen zweckmässig einmal zu erneuern oder doch einen Teil derselben, da das Unterlegen der Laschen mit Blechen als eine unangebrachte Sparsamkeit betrachtet werden muss. Sodann ist für das Unterhalten des Stosses das Nachstopfen beim Lockerwerden pro Jahr 1 Mk. gerechnet und angenommen, dass während fünf Jahren von diesen 15 Jahren Erneuerungen am Stosse nicht notwendig seien. Diese Annahmen sind sicher keine ungünstigen für die Verlaschungen. Selbst wenn in dem einen oder anderen Posten eine Differenz vorhanden sein sollte, so wird die Gesamtsumme doch immer die Kosten der Anlagen und Unterhaltungen für den geschweissten Stoss wesentlich überschreiten.

Die einmaligen Kosten für den gewöhnlichen verlaschten Stoss betragen, wie oben berechnet . . . . . 13,30 Mk.

hierzu kommen für Erneuerung von Schrauben und Kleineisenzeug $3 \cdot \frac{4,52}{2} 0,40$	2,70 „
ferner für Erneuerung von Laschen	6,65 „
endlich für Unterhaltung des Stosses	10,— „
Summa	32,65 Mk. rd. 33 Mk.

Anlage bei geschweisstem Stoss:

Einmalige Anlage (Lieferung der Schweissmasse, Vorhalten der Form und kleine Nebenarbeiten) .	20 Mk.
für Brüche und Einziehen neuer Schienen 10% der Anlagesumme	2 „
für Unterhalten und Stopfen des Stosses in geringen Zwischenräumen nach der Verschweissung	3 „
Summa	25 Mk.

Diese Zahlen den Unterhaltungskosten zu Grunde legend, soll weiter folgender Anschlag aufgestellt werden, wobei ausdrücklich bemerkt wird, das derselbe nur generell aufzufassen ist und z. B. bei dem Kostenanschlag für das betrachtete Strassenbahnnetz keine Seitengeleise, Kreuzungen oder Weichen und sonstigen Nebenanlagen in Rechnung gezogen sind. Es ist dies aber auch nicht erforderlich, denn was für das durchgehende Hauptgeleis bezüglich des Stosses gilt, gilt selbstverständlich auch für die Seitengeleise. Das Profil 25b Phönix-Rillen wiegt pro laufenden Meter etwa 40 *kg*. Wir haben demnach zu rechnen, dass für 50 *km* 4000 *t* Schienen angeliefert und verlegt werden müssen. Demnach stellt sich *Anschlag I, wenn die Strecke mit Laschenverbindung verlegt wird:*

4000 *t* Schienen zum Tagespreis von 140 Mk. pro 1000 *kg*	560000 Mk.
50000 lfd. *m* Geleise verlegen zu 0,80 Mk. .	40000 „
10000 Stösse mit Laschen, Kleineisenzeug und Verbindern für Rückleitung versehen zu 13,30 Mk.	133000 „
Summa	733000 Mk.

II. *Die Strecke mit verschweisstem Stoss kostet:*

4000 *t* Schienen zum Tagespreis von 140 Mk. pro 1000 *kg*	560000 Mk.
50000 lfd. *m* Schienenverlegen zu 0,60 Mk. .	30000 „
Verschweissung von 10000 Stössen zu 20 Mk.	200000 „
Summa	790000 Mk.

Was die Anlagekosten betrifft, so stellen sie sich bei Anschlag II höher wie bei Anschlag I. Wenn jedoch im ersten Falle *eine Fussverlaschung* angenommen worden wäre, so würden sich die *Kosten etwa gleich stellen*. Indessen ist dies von keinem grossen Belang für den weiteren Verlauf unserer Rechnung. Es ändert sich dies Verhältnis auch sofort, wenn man für die beiden Netze die möglichen Amortisationszeiten in Rechnung zieht. Wenn wir die in Frage stehenden Schienennetze als Kapitalsanlage betrachten, so repräsentiert der Ertrag derselben uns die Verzinsung des Anlagekapitals. Soll daher dem in dem Schienennetz zu verzinsenden Kapital die Eigenschaft der Unveränderlichkeit erhalten bleiben, so muss der Ertrag desselben derartig sein, dass, nach Entnahme der dem Baukapital entsprechenden Nutzungszinsen, ein Betrag bleibt, aus welchem die Unterhaltungskosten und die jährlichen Rücklagen zur Amortisation gedeckt werden.

Profilmessungen bei einem
Phönix Rillenschienen - Profil 25 b
nach einjährigem Betrieb.

Fig. 5. Verschweisste Stosstelle.

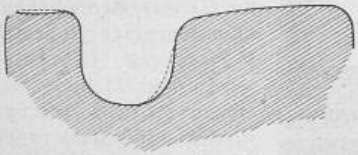

Fig. 6. Mitte der Schiene.

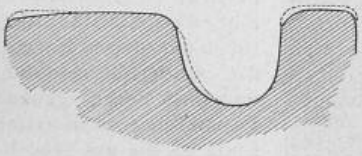

Fig. 7. Verschweisste Stosstelle.

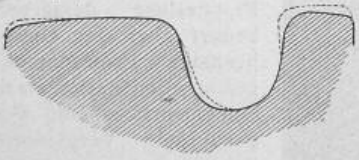

Fig. 8. Mitte der Schiene.
Masstab 1 : 2.

Aus den einzelnen Posten des gegebenen Beispiels lassen sich sowohl bei Anschlag I wie bei Anschlag II sofort die Kosten für die Neubauanlagen und die jährlichen Unterhaltungskosten berechnen. Dagegen bleiben zunächst die Amortisationsbeträge unbestimmt. Dieselben können aber durch den Verschleiss am Schienenstoss festgesetzt werden; denn die Auswechselung der Schiene erfolgt nach ihrem Verschleiss und es ist dieser am Stoss stets weiter vorgeschritten, wie in der Mitte der Schiene, sofern es sich um eine Laschenverbindung handelt. Er ist dagegen ein gleichbleibender bei dem verschweissten Strang. Fig. 5–8 zeigen die Profilmessungen bei einem Phönix-Rillenschienenprofil 25b nach etwa einjährigem Betriebe mit 2,75 *t* Radlast und Oberleitungssystem. Die mit Fig. 5 und 7 bezeichneten Stellen sind verschweisste Stosstellen, die mit Fig. 6 und 8 bezeichneten Profile sind in der Mitte der Schiene genommen. — Es kann natürlich nach einem einjährigen Betriebe, der im vorliegenden Falle noch dazu keine ausserordentlichen Forderungen an den Oberbau gestellt hat, von einem grossen Unterschied des Stossverschleisses bei dem verlaschten Stoss gegenüber dem verschweissten Stoss keine Rede sein. Bei den Voruntersuchungen auf die jedoch im Anfang dieses Aufsatzes hingewiesen ist, wurde gleich bemerkt, dass ein relatives Verschleissmaximum zwischen dem 2. und 3. Betriebsjahr konstatiert werden kann und es sollen demnächst die entsprechenden Verschleissmessungen erneut veröffentlicht werden. Zur weiteren Erläuterung können aber die in Fig. 9—12 dargestellten Verschleisse eines Rillenschienenprofils 14a mit Halbstoss dienen, dessen Auswechselung nach drei Jahren erfolgte.

Wenn wir nach Fig. 1—4 bei dem Profil 14a einen fast doppelt so grossen Verschleiss am Stosse, als wie in der Mitte der Schiene konstatiert haben, so dürfte das, wie auch bereits bemerkt, auf ganz besondere Betriebsverhältnisse (Akkumulatoren) hinweisen, da nach den eingangs erwähnten Voruntersuchungen die Schiene nach sechs Jahren unmöglich hätte unbrauchbar sein dürfen. Die besondere Art der Deformation bestätigt dies vollständig. Immerhin könnten

Verschleiss eines Rillenschienen-Profils Phönix 14 a
mit Halbstoss nach dreijährigem Betrieb.

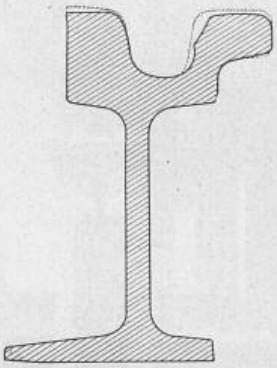

Fig. 9.

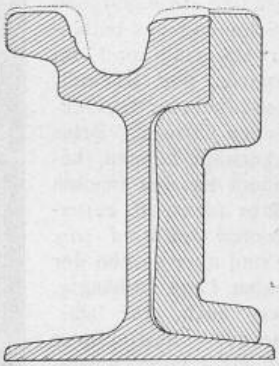

Fig. 10.

Fig. 11.

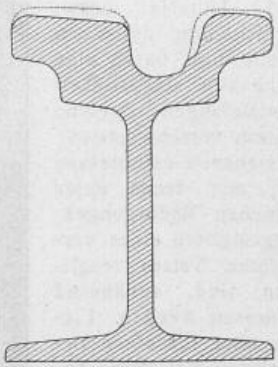

Fig. 12.

Masstab 1 : 3.

wir, wenn wir die Verschleisse des Stossprofils Fig. 3 (20,3%), sofern sie von der lokalen Lage der Schiene und von der darüber rollenden vertikal wirkenden Verkehrslast herrühren, vergleichen, der vorliegenden Stossanlage keine längere Betriebsdauer als 10 Jahre zubilligen, besonders im Vergleich mit den verschlissenen Halbstoss-Profilen 14a der Figuren 9–12.

Auch der Umstand, dass ein Stossverschleiss von 20,3 % nicht an jedem Stoss vorhanden sein wird, ist dann genügend berücksichtigt, wenn wir die Betriebsdauer des verschweissten Geleises nur auf 15 Jahre festsetzen, während sie ruhig auf 20 Jahre angenommen werden dürfte. Dies berücksichtigend, können wir die Amortisationsquoten für Anschlag I gleich $\frac{1}{10}$, für Anschlag II dagegen $\frac{1}{15}$ bestimmen. Es müssten nun die Erträge aus dem Schienennetz, das wir als Parallelanlage und unter vollständig gleichen Betriebsverhältnissen gedacht haben, wenn eine Verzinsung von 5 % angenommen wird, im Anfang seines Bestands einmal dem Ertrag eines Kapitals von:

Anschlag I

$$K_1 = 733000 \left[1 + 20 \cdot \left[\frac{1}{10} + \frac{1{,}75}{100} \right] \right] = 2454550 \text{ Mk.}$$

wobei die jährlichen Unterhaltungskosten mit rund 1,75 % der Anlagekosten berechnet sind.

Und das andere Mal, Anschlag II

$$K_2 = 790\,000 \left[1 + 20\left[\frac{1}{15} + \frac{0{,}5}{100}\right]\right]$$

für die Unterhaltungskosten sind 0,5 % der Anlagekosten berechnet — mithin $K_2 = 1\,919\,700$ Mk. sein.

In dem Verhältnis K_1 durch K_2, also in dem Verhältnis der Anlagekapitalien liegt die Wertschätzung des verschweissten und des verlaschten Schienennetzes.

Dies betrifft zunächst die rein oberbauliche Anlage. Sie wird sich also nach unserer Rechnung beim *verschweissten Schienennetz um mehr als 20 % billiger stellen als beim verlaschten.* Es kommen aber beim verschweissten Schienennetz noch mehrere Vorteile hinzu und diese bestehen in Schonung des rollenden Materials und im Ersparen von Rückleitungskabeln für den elektrischen Strom. Diese Ersparnisse können, besonders was den zweiten Faktor anbetrifft, *ausserordentlich bedeutend sein.* Sie sind aber so von der lokalen Lage abhängig, dass auch eine annähernde Bestimmung hier vollständig ausgeschlossen ist. Das rollende Material bezw. die Schonung desselben könnte nur durch eine Reihe von statistischen Ermittelungen, welche einem verschweissten Betriebsnetz entnommen und mit denen unter gleichen Bedingungen festgestellten eines verlaschten Netzes verglichen sind, annähernd bemessen werden. Liegen aber für einen bestimmten Fall diese Angaben vor, so würden die Aufwendungen bezw. Ersparnisse in der Summe für K_1 und K_2 entsprechend figurieren können. Im grossen ganzen werden wir bei der Wechselwirkung von Schiene und Rad den Verschleiss des Schienenstosses direkt proportional dem des rollenden Materials nehmen können, es dürften daher die Anlagekosten für letzteres bei einem verschweissten Netz ungefähr in derselben Weise sich reducieren, wie die Anlagekosten der rein oberbaulichen Anlage. Zum Schlusse dieser Betrachtungen möge noch einmal auf die gegebene Kapitalisierungsformel eingegangen werden. Setzen wir den Fall voraus, es sei durch eine ganz besonders solide Laschenkonstruktion die Betriebsdauer eines Schienenstranges von den in unserm Beispiel gegebenen 10 Jahren auf 15 Jahre zu erhöhen möglich, so ist damit eine Erhöhung der Anlagekosten und der Kosten für die Unterhaltung verknüpft.

Sehr wesentlich ist diese Erhöhung der Unterhaltungskosten nicht, sie beträgt etwa im Einklang mit den früher hier gemachten Angaben statt 1,75 %, 2 %, so dass bei Gleichsetzung der Anschlagsummen wird:

$$K_1 = 790\,000 \left\{1 + 20\left[\frac{1}{15} + \frac{2}{100}\right]\right\} = 2\,316\,280 \text{ Mk.}$$

Es ist nun aber vollständig gerechtfertigt, wenn bei einer Verlaschung von ganz besonderer Solidität die Amortisationsquote mit $\frac{1}{15}$ angenommen wird, die Amortisationsquote für den verschweissten Stoss mit $\frac{1}{20}$ anzunehmen; und es mag noch ganz besonders bemerkt sein, dass überhaupt alle hier aufgeführten Berechnungen von vornherein mehr zu Gunsten eines verlaschten Systems als eines verschweissten entwickelt sind, denn die Unterhaltungskosten des z. B. hier in Betracht gezogenen Netzes würden den Wegebauverhältnissen einer Provinzialstadt, aber keineswegs einem hauptstädtischen Verkehr entsprechen. Demnach betrüge:

$$K_2 = 790\,000 \left\{1 + 20\left[\frac{1}{20} + \frac{0{,}5}{100}\right]\right\} = 1\,659\,000 \text{ Mk.}$$

oder die Ersparnis bei Anlage eines verschweissten Geleissystems gegenüber dem eines mit bester Verlaschung (worunter wir Fussverlaschung verstehen wollen) betrüge immer mindestens noch die bereits oben berechneten 20 %. — Es ist auch klar, dass der Hauptfaktor in der obigen Formel die Amortisationsquote, und dass deren genaue Feststellung es in erster Linie ist, die uns brauchbare Werte giebt. Die Feststellung derselben bedarf aber der eingehendsten Profilmessungen an allen Stellen eines Schienennetzes und des genauesten Vergleiches der Resultate, wobei man Verallgemeinerungen nur in gewissen Grenzen eintreten lassen darf.

In erster Linie gelten die vorliegenden Erwägungen für Strassenbahnen mit eingebetteten Schienen, wo bei solidester Wegebefestigung die Stossunterhaltung der eigentliche springende Punkt ist, da man ohne grosse Kosten nicht an den Stoss heran kann und wo, wie bereits gesagt, elektrische Rückleitungen in Frage kommen. Bei Bahnen mit freiliegendem Oberbau auf eigenem Planum werden die Erwägungen nach etwas anderem Gesichtspunkte zu führen sein.

Die Architektur an der Pariser Weltausstellung von 1900.

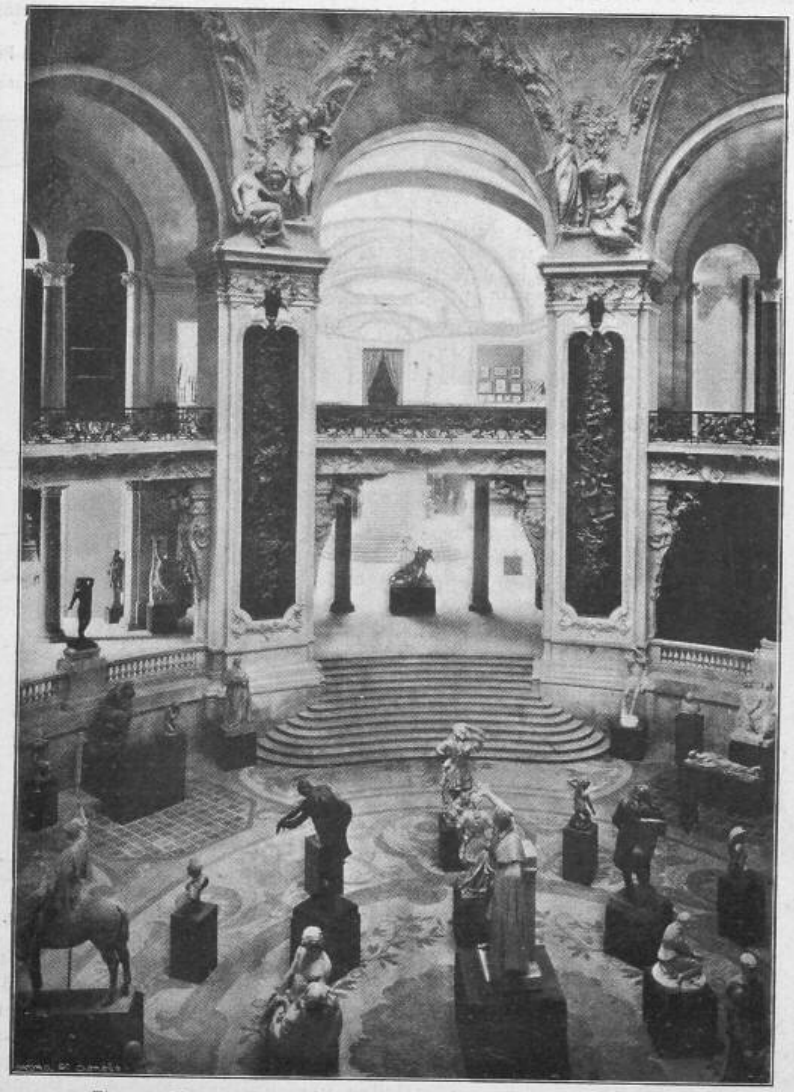

Fig. 7. Grosser Kunstpalast. — Skulpturenhalle. — Arch. *Thomas.*

Die Architektur an der Pariser Weltausstellung.

III. Die Kunstpaläste. (Fortsetzung.)

(Mit einer Tafel.)

Der Flügel gegen die Avenue d'Antin scheint für spätere Specialausstellungen vorgesehen zu sein, denn er hat einen eigenen Eingang und eine Centralhalle von viel monu-