

# Der spezifische Energieverbrauch von Eisenbahn-Schnelltriebwagen in Stromlinienform

Autor(en): **Kummer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **103/104 (1934)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83140>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Selbstverständlich ist der Vergleich beider Profile miteinander von praktischem Interesse. Es mögen die beiden Profilkurven

$$y_I = \alpha_I e^{-\beta_I r^{4/3}} \quad y_{II} = \alpha_{II} e^{-\beta_{II} r^{2/3}}$$

die zwei Punkte  $r = r_0, y = y_0$  und  $r = a, y = y_a$

miteinander verbinden. Dann ist

$$\alpha_I e^{-\beta_I r_0^{4/3}} = \alpha_{II} e^{-\beta_{II} r_0^{2/3}}$$

und  $\alpha_I e^{-\beta_I a^{4/3}} = \alpha_{II} e^{-\beta_{II} a^{2/3}}$ .

Aus diesen beiden Gleichungen folgt

$$y_{II} : y_I = e^{\beta_{II}(a^{2/3} - r^{2/3})} (r_0^{2/3} - r^{2/3})$$

Diese letzte Gleichung zeigt, dass  $y_{II}$  stets kleiner ist als  $y_I$ , wenn sich die beiden Kurven in den Randpunkten  $r = r_0$  und  $r = a$  schneiden. Die Profilkurve I (Erstes Exponentialprofil) hat in  $r = 0$  eine Horizontaltangente (Abb. 1), die Profilkurve II hat daselbst eine Vertikaltangente (Abb. 1).

Als Beispiel behandeln wir hier die gleiche Aufgabe, wie im Abschnitt 5, unter Verwendung des neuen Profils. Das Verfahren ist das gleiche wie dem Schema des Abschnitts 4 für das Erste Exponentialprofil entsprechend. So finden wir für  $h_0 : h_a = 2,5$ :

$$\beta = \frac{2,303}{47,5^{2/3} - 17,0^{2/3}} \lg_{10} \left( \frac{2h_0}{10,0} \right) = 0,263$$

Nach der Formel  $z = \beta r^{2/3}$  ergeben sich die Werte von  $z$  an der Bohrung ( $r = r_0$ ) und am Aussenrand ( $r = a$ ). In die weiteren Rechnungen führen wir nun die abgerundeten Werte  $z_0 = 0,93$  und  $z_a = 1,86$  ein den praktischen Regeln entsprechend, die wir oben angegeben haben. Mit  $\sigma_{r_0} = -20 \text{ kg/cm}^2$  für  $z = z_0 = 0,93$  und  $\sigma_{r_a} = 925 \text{ kg/cm}^2$  für  $z = z_a = 1,86$  erhalten wir aus unseren Gl. (23), (24)  $L = 3740 \text{ kg/cm}^2$   $M = 2070 \text{ kg/cm}^2$

Unter Benutzung dieser Werte von  $L$  und  $M$  und desjenigen von  $\beta$  ergibt sich die folgende Tabelle für das Profil bzw. die Spannungsverteilung:

$r$ cm	$y$ cm	$\sigma_r$ atm	$\sigma_t$ atm
16,90	12,90	-20	3730
18,85	12,05	327	3340
26,35	7,29	965	2550
34,55	9,35	1200	2160
43,50	5,66	1100	1870
47,85	5,08	930	1725

Das errechnete Profil und die Spannungsverteilung sind gleichfalls in den Abb. 1 und 2 dargestellt.

### Der spezifische Energieverbrauch von Eisenbahn-Schnelltriebwagen in Stromlinienform.

Von Professor Dr. W. KUMMER, Ingenieur, Zürich.

Dass die von der elektrischen Zugförderung in Gebrauch gebrachte Kennziffer des spezifischen Arbeitsverbrauchs von Eisenbahnen, die in üblicher Weise in Wattstunden pro Tonnenkilometer (Wh/tkm) ausgedrückt wird, nicht für alle Typen des Bahnverkehrs zweckmässig ist, zeigten wir vor etwa fünf Jahren am Beispiel der eigentlichen Bergbahnen, für die sich leicht eine besser geeignete Kennziffer aufstellen liess.<sup>1)</sup>

Auch für Eisenbahn-Schnelltriebwagen in Stromlinienform ist die übliche Kennziffer unzureichend, indem sie ebenfalls der Bedingung relativer Invarianz zu wenig entspricht. Verlangt doch die übliche, in Wh/tkm ausgedrückte Kennziffer  $a$  eine Bezugnahme der, in kg/t gegebenen,

<sup>1)</sup> Vgl. S. 293 von Bd. 93 (am 15. Juni 1929).

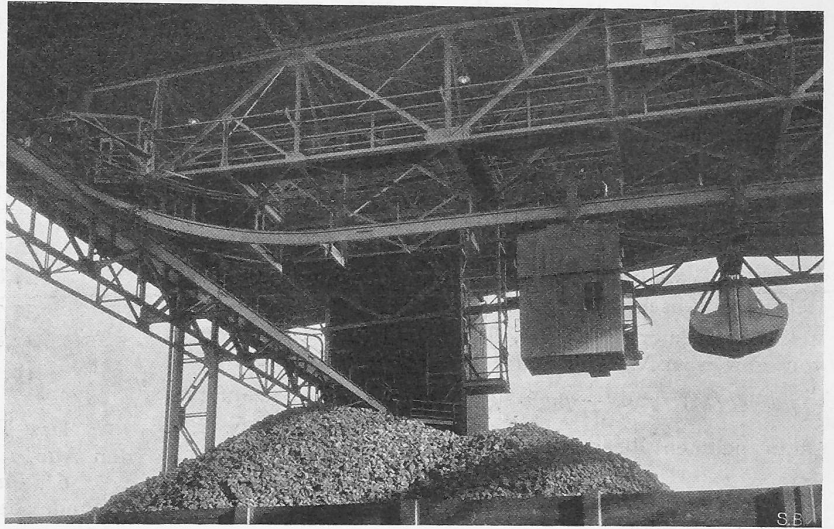
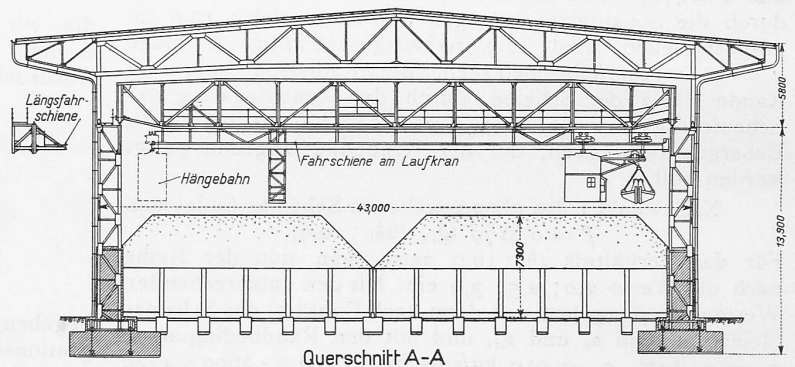


Abb. 3. Teilansicht des Laufkrans.

Abb. 4 (unten). Querschnitt der Halle. 1 : 500.



Widerstandszahl  $w$  auf das Zugsgewicht, wobei dann, wenn der Einfachheit halber eine Fahrt auf gerader und horizontaler Bahn, mit konstanter Geschwindigkeit, vorausgesetzt ist,  $a = 2,724 w$  gilt. Für Eisenbahn-Schnelltriebwagen in Stromlinienform ist jedoch der, bei gegebener konstanter Geschwindigkeit zu überwindende Widerstand mit dem Gewicht des Wagens nur noch in mittelbarem Zusammenhang; er ist in überwiegendem Masse an den Querschnitt des Wagens normal zur Fahrtrichtung gebunden. Die Fortbewegungsarbeit des Wagens (Wh) kann nämlich geradezu, als nur vom Luftwiderstand bestimmt, in der Form:

$$A = C F \frac{\gamma}{2g} v^2 l$$

geschrieben werden, wobei  $C$  eine dimensionslose Konstante,  $F$  die Querschnittfläche ( $m^2$ ),  $\gamma$  das spezifische Gewicht der umgebenden Luft ( $kg/m^3$ ),  $g$  die Beschleunigung der Erdschwere ( $m/sec^2$ ),  $v$  die Wagensgeschwindigkeit ( $m/sec$ ) und  $l$  die Bahnlänge ( $km$ ) bedeuten. Nun stellt

$$\frac{\gamma}{2g} v^2 = p$$

den sog. Staudruck der verdrängten Luft ( $kg/m^2$ ) dar.

Beziehen wir die Arbeit:

$$A = C F p l$$

auf das Produkt  $p l$ , dem wir die Bezeichnung „Staudruck-Kilometer“ geben dürfen, so erhalten wir eine spezifische Energieverbrauchsziffer:

$$a = \frac{A}{p l} = C F \left( \frac{Wh}{km \text{ kg/m}^2} \right)$$

die für Schnelltriebwagen in Stromlinienform, wo  $C$  für aerodynamisch richtige Wagenform und  $F$  für gegebene Spurweite der Bahn, kaum erheblichen Veränderungen ausgesetzt sind, in genügend weiten Grenzen den Charakter der relativen Invarianz besitzen dürfte.<sup>2)</sup>

<sup>2)</sup> Vgl. zu dieser Frage unseren Bericht „Ueber den Luftwiderstand von Fahrzeugen“, Bd. 102, S. 297\* (9. Dezember 1933). Red.

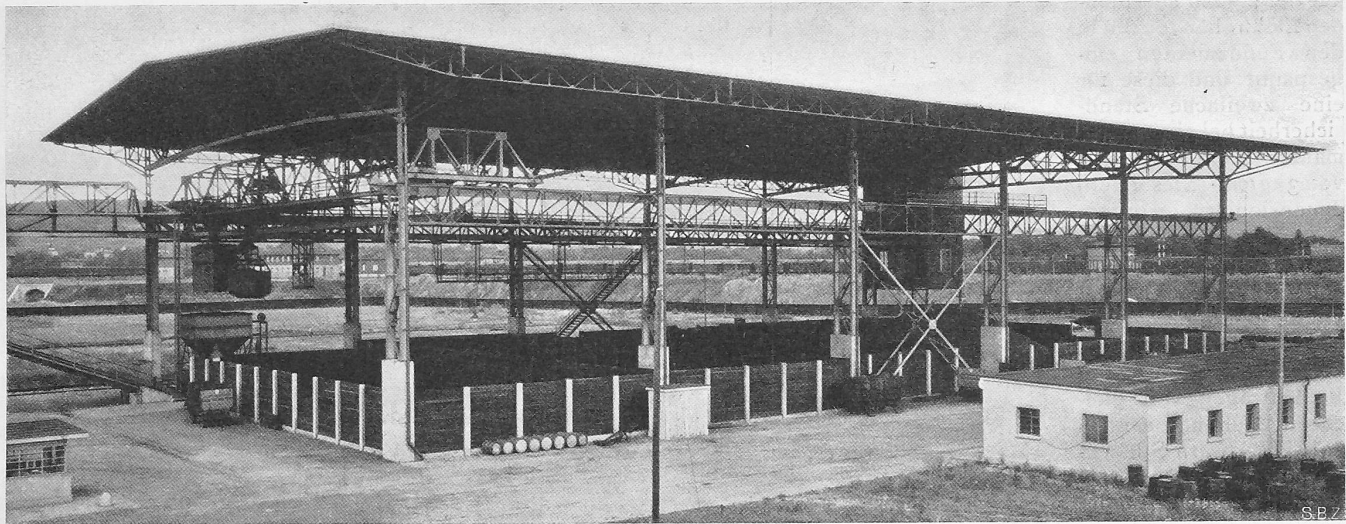


Abb. 2. Gesamtbild der Kokshalle im neuen Gaswerk Kleinhüningen der Stadt Basel. Links Hängebahn-Brücke zur Ofenanlage.

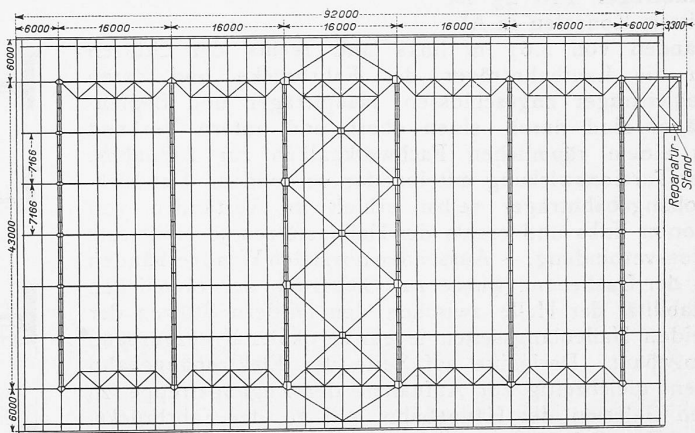
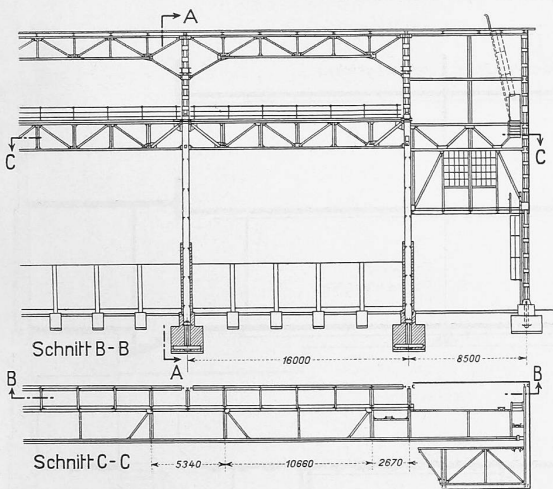


Abb. 5 (links). Längsschnitte 1 : 500.

Abb. 1. Grundriss der Dachkonstruktion 1 : 1000.

Für die „Micheline“-Wagen dürfte an der Motorwelle etwa gelten:  $a \approx \approx 30 \text{ Wh/Staudruck-km}$ , mit der Zerlegung:

$$C \approx 3, \text{ bei: } F \approx 10 \text{ m}^2; p \approx 25 \text{ kg/m}^2.$$

Wie man der frühern Grösse  $a$  die einseitige Grundlage des Zuggewichts vorwerfen muss, so lastet auch auf der neuen Grösse  $a$  der Vorwurf der Einseitigkeit, indem sie nur die Grundlage des Wagenquerschnitts kennt.

Aus Betriebsergebnissen, in gegebenem Zeitabschnitt (z. B. pro Jahr), findet man  $a$  aus den Erfahrungsdaten der vom Zugverkehr total aufgenommenen Arbeit in  $Wh$  und aus den von diesem Verkehr total getätigten Mengen von  $tkm$ . Analog wird man auch beim Verkehr von Schnelltriebwagen  $a$  aus Betriebsdaten erhalten, indem man die total aufgenommene Arbeit in  $Wh$  durch das Produkt aus den total geleisteten Wagenkilometern und dem durchschnittlichen Staudruck dividiert; diesen kann man aus den Diagrammen registrierender Tachometer mit genügender Genauigkeit feststellen.

Wie für die Beurteilung von Schnelltriebwagen, so ist auch für die Beurteilung von Schiffen und Flugzeugen die Grösse  $a$  wohl geeignet, bei Flugzeugen allerdings mit der Beschränkung auf eigentliche Weitflüge und mit Ausschluss der reinen Höhenflüge.

Werden aus Schnelltriebwagen und Anhängern eigentliche Schnellzüge gebildet, dann erscheint  $a$  nicht mehr brauchbar, und ist wieder die Grösse  $a$  zu benutzen, weil mit der variablen Zuglänge der Bewegungswiderstand wieder ausgesprochen der Grundlage des Zuggewichtes ruft. Ob dann der ganze Schnellzug Stromlinienform erhält oder nicht, ist grundsätzlich nunmehr belanglos.

## Neuere Stahlkonstruktionen im Hochbau.

Von Ingenieur ROBERT GSELL-HELDT, Basel.

### I. Kokslagerhalle der Gaskokerei Kleinhüningen in Basel.

Beim Bau des neuen Gaswerkes der Stadt Basel in Kleinhüningen ist im Sommer 1930 eine 80 m lange und 43 m breite Kokslagerhalle (Nr. 14 in der Abbildung auf Seite 135 von Band 93) erstellt worden. Das Einbringen und Wiederaufnehmen des Kokes geschieht durch zwei Pohligh'sche Führerstandlaufkatzen, von denen die eine mit Klappkübel, die andere mit Greifer versehen ist. Eine Fahrbrücke mit Schleppweiche ermöglicht die gleichmässige Bedienung der gesamten Hallengrundfläche.

Die Dachhaut der Halle wird getragen durch ein System von Fachwerkbindern im Abstand von 16,00 m mit einer Spannweite von 43,00 m mit beidseitigen Auskragungen von je 5,00 m und den senkrecht dazu angeordneten Zwischenbindern im Abstand von 7,16 m mit darüber verlaufenden Pfettensträngen aus I NP 20 als einfache Balken. Die Dachhaut selbst ist hergestellt aus hölzernen Sparren von 8/10 cm mit einer in Nut und Feder verlegten Dachschalung von 24 mm Stärke und einer dreifachen Teerdachpappenlage mit einer 1 cm hohen, auf die Klebmasse aufgestreuten und eingewalzten Brechkiesschicht.

Die kurzen Binderstiele auf Seite der Elektrohängebahn sind als Pendelstützen gedacht und deswegen an den Binderuntergurten beweglich angeschlossen, während sie auf der gegenüberliegenden Seite, zur Ueberleitung der Windkräfte in die Stützen, mit den Bindern steif verbunden sind. Die 1,50 m breiten Stützen sind zur Aufnahme der gesamten Windkräfte sowie der Drehmomente