

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 107/108 (1936)  
**Heft:** 15

**Artikel:** Laufeigenschaften von Eisenbahnfahrzeugen  
**Autor:** Liechty, Roman  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-48387>

### **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:** 01.04.2025

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

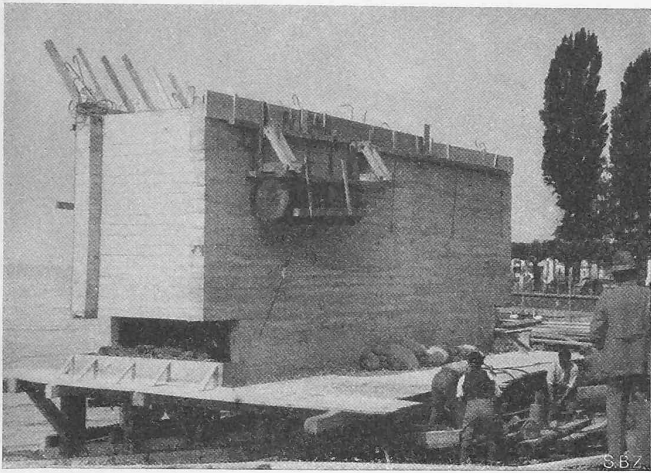


Abb. 13. Schwimmkasten (vergl. Abb. 2) auf der Helling.

und füllte dann diese und die Arbeitskammer mit Beton. Auf diese Weise wurden die beiden Pfeiler bis auf Kote 336, d. h. etwa 36 m unter Wasserspiegel fundiert.

Infolge des Absturzes des alten Quai hatte sich eine Abbruchzone gebildet, die sich bis über den bereits fertig gestellten innern Pfeiler Nr. 7 erstreckte. Der Pfeiler hat zwar keine Bewegung mitgemacht, doch war das Material um ihn herum zum Teil abgeglitten, so dass er im Mittel nur noch etwa 3,5 m, im Minimum bloss 2,5 m im Boden steckte, statt wie die andern 6 bis 7 m tief. Es schien daher angezeigt, diesen Pfeiler zu konsolidieren. Dies geschah durch Rammen einer geschlossenen Spundwand rings um den Pfeiler herum. Die Spundeisen «Rote Erde» Profil III wurden durch zwei kreisrund gebogene [-Eisen N. P. 24, die durch Holzkeile am Pfeiler gehalten wurden, geführt und konnten durchschnittlich bis 4 m unter die Caissonschneide gerammt werden. Der Raum zwischen Pfeiler und Spundwand, im Mittel 30 cm, wurde ausbetoniert (Abb. 12).

Die im ersten Abschnitt mehrmals erwähnten Tauchkasten wurden auf einer Helling neben dem Quaibauplatz erstellt (Abb. 13). Sie bestand aus vier je 1,94 m breiten, 15° geneigten Ablaufbahnen, die durch quergelegte, oben abgehobelte Schwellen gebildet wurden, die ihrerseits auf Längsträgern aus umgekehrten Eisenbahnschienen ruhten. Diese liegen teilweise auf dem natürlichen Ufer auf, teilweise mussten Pfähle gerammt und durch Taucher unter Wasser Gerüste erstellt werden, auf die sie sich abstützen konnten. Auf je zwei Ablaufbahnen (Abstand 6,40 m) ruhte ein Schlitten, dessen vier Kufen durch Leithölzer geführt wurden, die fest mit den Schwellen verschraubt waren. Die Schlitten wurden durch Drahtseile und Winden über dem Hochwasserstand festgehalten. Auf ihrem horizontalen Boden sind die Schwimmkasten betoniert worden. Nach deren Fertigstellung, Erhärtung und Wasserdichtheitsprobe verankerte man den Schlitten an Hanftauen, gab die Drahtseile vollständig frei und zerschnitt die Tauen, worauf der Schlitten ruhig ins Wasser glitt (Abb. 14). Hatte der Schwimmkasten genügend Tiefgang erreicht, so hob er sich vom Schlitten ab und

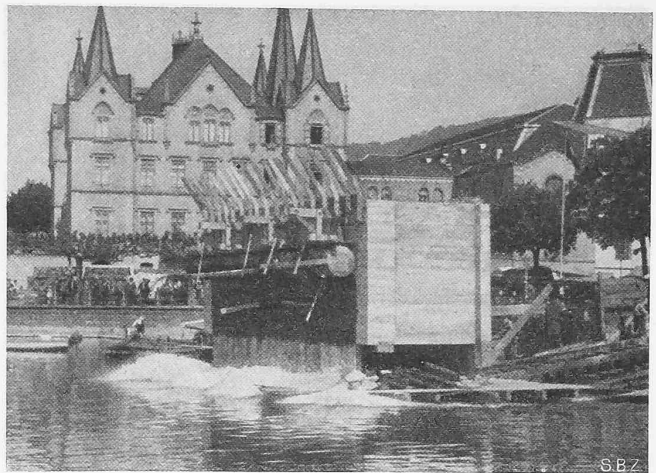


Abb. 14. Stapellauf eines Tauchwand-Schwimmkastens.

konnte mühelos an Ort und Stelle geschleppt werden. Den Schlitten beschwerte man vorher derart, dass er nach dem Abheben des Kastens nicht auftauchte und zog ihn mit den erwähnten Drahtseilen und Winden wieder in seine Ausgangslage.

## Lauf Eigenschaften von Eisenbahnfahrzeugen

Von Dipl. Ing. ROMAN LIECHTY, Bern

### Die Spurführung verschiedener Radreifenumrisse

In Ergänzung zu den in Bd. 107, Nr. 16, S. 178\* erwähnten Versuchen an dem Motorwagen 785 der BLS und zu gleichartigen Versuchen an dreiachsigen Wagen der Bauart Klose & SLM, sowie zweiachsigen Fahrzeugen mit freien Lenkachsen und Lenkgestellen der Bauart Liechty, wurden mit den selben, von der Firma Alfred J. Amsler, Schaffhausen erstellten Messeinrichtungen<sup>1)</sup> Studien über die Spurführung verschiedener Radreifenumrisse durchgeführt. Die Schweiz. Bundesbahnen stellten dazu in entgegenkommender Weise einen Wagen mit freien Lenkachsen Typ M 8 und einen vierachsigen Personenwagen Typ C 4 9118 zur Verfügung, während der Technische Arbeitsdienst des Kantons Bern an der Ausarbeitung der Messungen teilnahm. Die Abb. 1 (S. 164) veranschaulicht den Einbau der Messorgane, während Abb. 2 die direkte Bestimmung der gegenseitigen Berührungspunkte zwischen Rad, Spurrads und Schiene zeigt.

Um äussere Störungen zu vermeiden, wurden die Versuche auf bestimmten Streckenabschnitten mit den gleichen Fahrzeugen an aufeinanderfolgenden Tagen ausgeführt. Die erste Versuchsreihe mit dem Wagen M 8 stellte das SBB-Normalprofil in neuem und abgenütztem Zustand einem neuen Versuchsprofil des VMEV gegenüber. In der zweiten Reihe wurde das SBB-Normalprofil in einem Drehgestell von 2,6 m Radstand einem Umriss mit 1:40 geneigter Lauffläche, wie er für Schnelltriebwagen verwendet wird, gegenübergestellt. Ohne hier auf die längeren theoretischen Überlegungen für die Versuchsauswertung einzugehen, seien die Ergebnisse kurz gekennzeichnet.

Abb. 3 zeigt die Bogenwiderstände für die erste Versuchsreihe für eine Kurve von 456 m Radius mit alten und neuen Schienen. Die mit  $W_{total}$  bezeichneten Punkte stellen den Bogenwiderstand einzelner vorderer oder hinterer Achsen dar, wobei die zusammengehörenden Punkte durch Linien verbunden sind.  $W_{schädlich}$  stellt den für den Spurrads aus den Messungen errechneten Widerstandsanteil dar. Wie die Darstellung zeigt, hat der Grad der Geleiseabnutzung geringen Einfluss, dagegen die Gestaltung des Profils einen recht grossen. Auffallend ist das bedeutend bessere Lenkvermögen des Profils des VMEV<sup>2)</sup> und dessen rund 40% kleinerer Bogenwiderstand. Wie zu erwarten war, zeigen die hintern Achsen dank ihrer fast radialen Lage kleine Widerstände. Sämtliche Werte  $W$  verlaufen annähernd linear

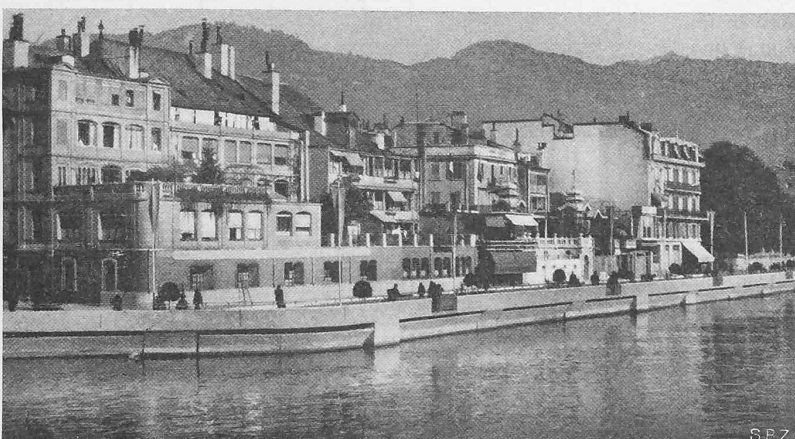


Abb. 15. Ansicht des fertigen Quai Perdonnet in Vevey, Genfersee.

<sup>1)</sup> S. Bd. 105, Nr. 25, S. 291\* und Bd. 106, Nr. 2, S. 22\*.

<sup>2)</sup> VMEV: Theoretische Untersuchungen zur Entwicklung einer verbesserten Umrisslinie für Radreifen. «Organ f. d. Fortsch. d. Eisenbahnwesens» 1934. — Heumann: Zur Frage des Radreifenumrisses «Organ f. d. Fortsch. des Eisenbahnwesens» 1934.

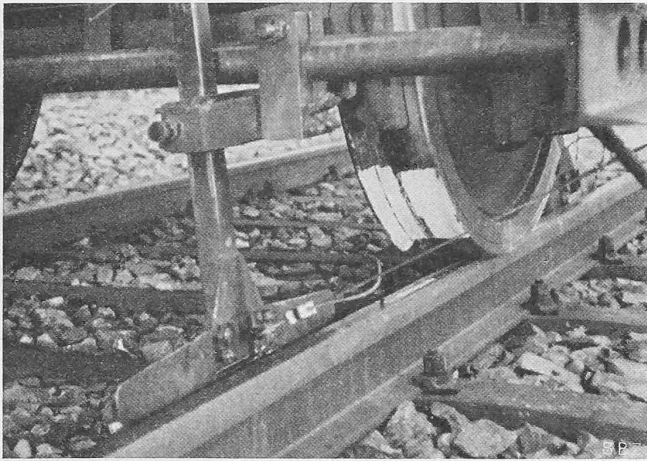


Abb. 2. Bestimmung der Berührungspunkte zwischen Rad und Schiene.

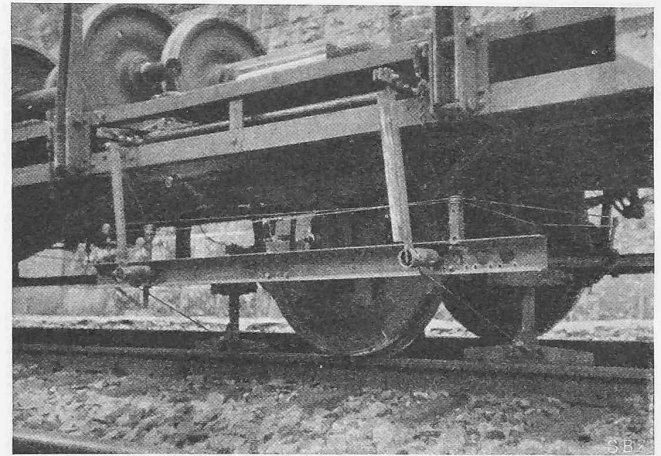


Abb. 1. Messapparate am Wagen M8.

mit dem Anlaufwinkel der Achsen. Abb. 4 zeigt gleicherart die Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe, für die Kurvenradien von 450 und 600 m Radius. Auch hier zeigt das stärker konische Rad besseres Lenkvermögen und kleineren Widerstand.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das neue Profil des VMEV für Wagen mit freien Lenkachsen eine Vergrößerung der Laufkilometerleistung ergeben wird, einerseits infolge seiner Profilgestaltung, andererseits infolge des anfänglich kleineren Bogenwiderstandes und der diesem proportionalen Abnutzung. Die Ruhe des Laufes bleibt erhalten; eine vermehrte Entgleisungsgefahr wurde nicht beobachtet. Das Profil mit 1:40 Neigung zeigt in der Geraden eine Vergrößerung der Wellenlänge und Amplitude seines durch Spurspiel und Radkonizität bedingten Sinuslaufes, in Kurven einen vermehrten Widerstand gegenüber dem Normalprofil und demgemäss vermehrte Abnutzung. Sämtliche Anlaufwinkel nehmen mit abnehmendem Kurvenradius zu, und die Bogenwiderstände sind ihnen annähernd proportional. Auch diese Ergebnisse weisen auf die Vorteile einer stabilen, radialen Achssteuerung hin, der minimaler Bogenwiderstand, geringste Abnutzung und ruhiger Lauf eigen ist. Der Einfluss der Abfederung, Massenverteilung, Fahrgeschwindigkeit und Geleiseüberhöhung wurde bei diesen Versuchen nicht variiert, kann jedoch aus der Betrachtung der einzelnen vollständigen Berechnungen entnommen werden, worauf hier einzugehen aber zu weit führen würde.

**Der Bogenwiderstand und seine wirtschaftl. Bedeutung**

Aus den Arbeiten «Der feste Radstand der Lokomotiven im Wandel der Zeiten und Vorschriften» von Prof. Baumann<sup>1)</sup> und «Der Krümmungswiderstand der Eisenbahnfahrzeuge» von Prof. Nordmann geht hervor, dass die Vorschriften betreffend festen Radstand wie die heute gebräuchlichen Formeln zur Berechnung des Bogenwiderstandes nicht auf physikalischen Grundlagen beruhen und den Tatsachen kaum entsprechen. Es soll im nachstehenden der Versuch unternommen werden, den Bogenwiderstand in einer einwandfreien Form darzustellen und daraus Schlüsse abzuleiten über den wirtschaftlich für eine Bahn zulässigen festen Radstand. Dieser soll derart festgelegt sein, dass zwischen zwei Fahrzeugüberholungen das zulässige Mass der Radreifenabnutzung nicht überschritten wird.

Der Bogenwiderstand für eine Achse wird definiert als  $W = \frac{\text{Leistung der Reibkräfte in den Radaufstandspunkten}}{\text{Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeuges}}$

Bezeichnen wir ferner mit:

R den Kurvenradius,  $V = R\omega_z$  die Fahrgeschwindigkeit  
 $Q_i$  den Normaldruck des kurveninnenseitigen Rades

<sup>1)</sup> Glasers Annalen 1935, 15. Oktober, Bd. 117, H. 8.

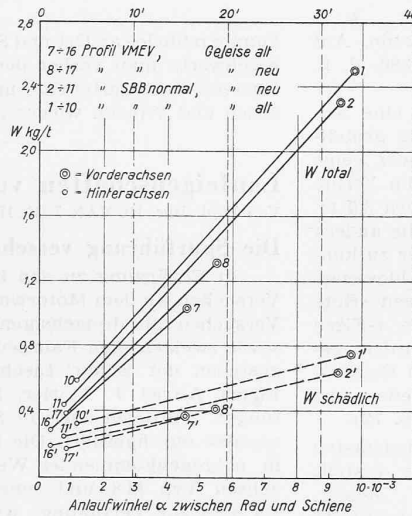


Abb. 3. Bogenwiderstand für Wagen M8.  $\mu = 0,2$ .  
 Abb. 4 (rechts) ebenso für Wagen C4.  $\mu = 0,14$ .

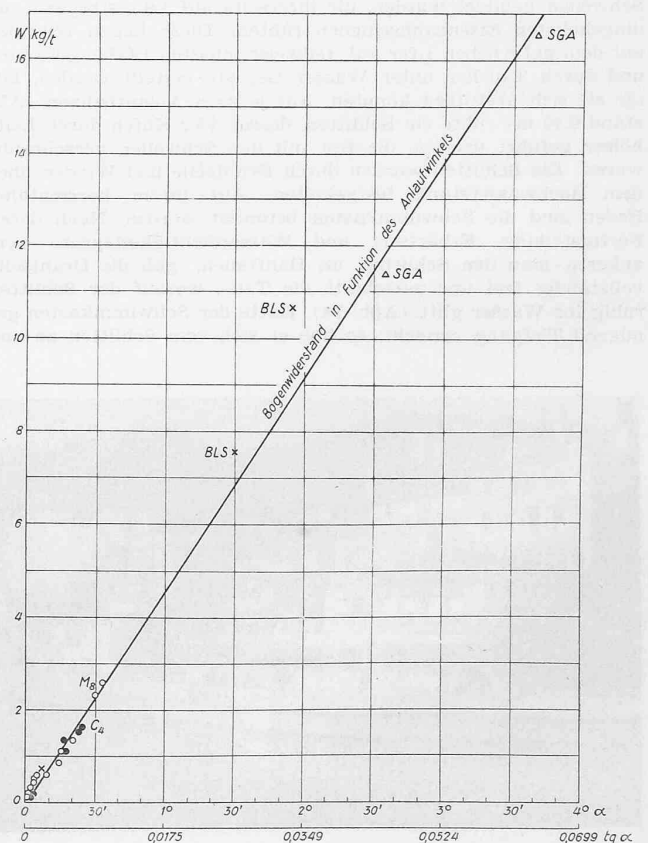
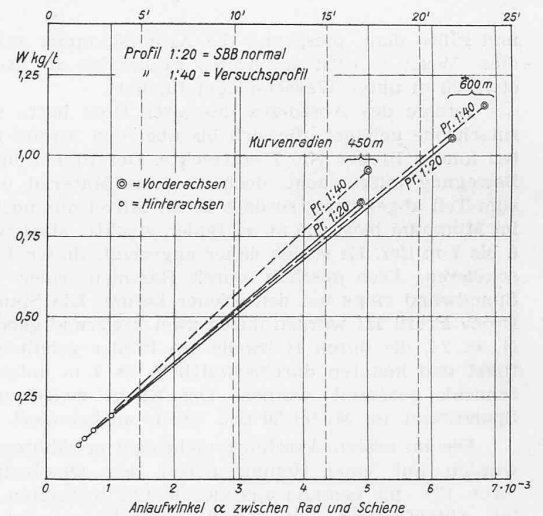


Abb. 5. Bogenwiderstand in Funktion des Anlaufwinkels.

Zwei Fabrikneubauten der Pferdehaarspinnerei Roth & Cie., Wangen an der Aare, Bern Text siehe Seite 166

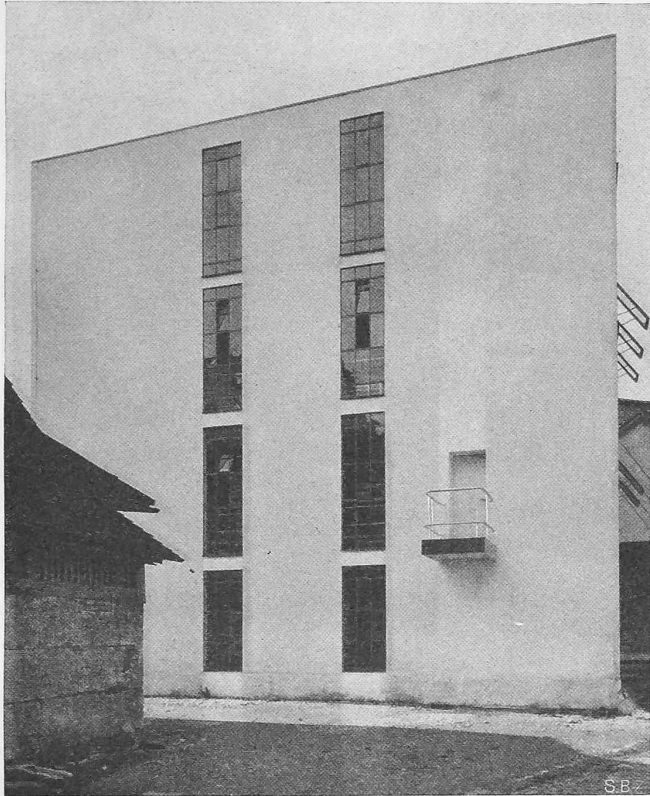


Abb. 5. Stirnseite (Nord) der Erweiterung 1928.

Arch. ALFRED ROTH, Zürich.

Abb. 6. Ostseite des Neubaus.

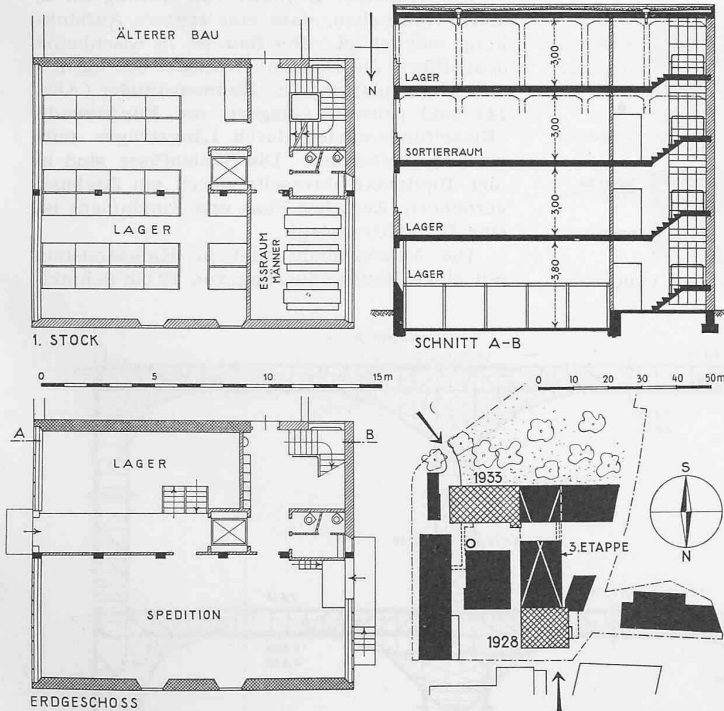


Abb. 2 bis 4. Risse 1 : 300.

Abb. 1. Lageplan 1 : 2000.

$W$  ist somit eine Funktion der Radlast, des Reibungsbeiwertes und des Anlaufwinkels, oder mit andern Worten auch des Kurvenradius, des Radstandes und der Bauart der Achsen, dagegen, wie dies auch Nordmann feststellte, unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit. In Abb. 5 sind die aus einer Versuchsreihe ermittelten Werte  $W$  in Funktion von  $\alpha$  für konstantes  $\mu = 0,2$  und einen Raddruck 1 aufgetragen.<sup>2)</sup> Demzufolge ist angenähert  $W = 240 \cdot \text{tg } \alpha \text{ kg/t}$ , welche Beziehung, wie nach obigen Darlegungen zu erwarten, durch eine Gerade dargestellt wird.

Setzen wir die Arbeit des Bogenwiderstandes längs dem Weg der Abnutzung proportional, so wird für eine festgelegte maximale Radreifenquerschnittveränderung und einen festliegenden Reibungsbeiwert und Radreifenstoff diese Arbeit bezogen auf den Radumfang eine Konstante  $A$ . Es ist

$$\frac{\Sigma \text{ Bogenwiderstand} \cdot \text{Laufkm}}{\text{Radumfang}} = 240 \frac{\Sigma \text{ tg } \alpha \cdot \text{Laufkm}}{\text{Radumfang}} = A$$

Hierin ist  $\alpha$  eine Funktion des Radstandes, des Kurvenradius und der Bogenläufigkeit des Fahrzeugs. Bei gegebenem Fahrzeug bedient man sich zur statistischen Erfassung dieses Ausdrucks am besten des dem bekannten mittleren Kurvenradius entsprechenden Bogenwiderstandes und der prozentualen Streckenlänge dieses Bogens für ein bekanntes Netz. Unter den gemachten zahlenmässigen Voraussetzungen ergab sich für die beobachteten Fahrzeuge  $A$  zu 250 kg km/mm, womit die eingangs angestrebte Beziehung zwischen Radstand, Kurvenradius und Abnutzung geschaffen ist. Andere Versuche und Beobachtungen werden diese Zusammenhänge noch im weiteren zu bestätigen haben; es kann aber bereits hier darauf verwiesen werden, dass die von Prof. Dr. Heumann errechneten Bogenwiderstände<sup>3)</sup> sich mit jenen, die sich nach dem eben geschilderten Verfahren ergeben, sehr gut decken.

Setzt man für ein zweiachsiges Fahrzeug für den mittlern Anlaufwinkel  $\text{tg } \alpha = \text{Radstand}/2 \text{ Kurvenradius}$  und leitet unter Voraussetzung eines praktisch öfters erreichten Bogenwiderstandes von 1,5 kg/t das Verhältnis von Radstand zu Kurvenradius ab, so ergibt sich: Kurvenradius =  $80 \times \text{Radstand}$ . Diese Beziehung entspricht annähernd der empirisch gefundenen

$N_A$  den Normaldruck des kurvenaussenseitigen Rades  
 $N$  den Normaldruck des kurvenaussenseitigen Spurkranzes  
 $\mu$  den Reibungswert  
 $V_A$  die  $Q_i$   
 $\bar{V}_A$  die  $N_A$   
 $V_n$  die  $N$  } zugeordnete Gleitgeschwindigkeit in Fahrrichtung  
 $V_Y$  die Quergleitgeschwindigkeit =  $\alpha R \omega_z$   
 so wird  $W = \frac{Q_i V_A \mu + N_A V_A \mu + N V_n \mu}{R \omega_z}$   
 oder  $W = \mu \cdot \alpha (Q_i V_A + N_A V_A + N V_n) / V_Y = K \cdot \alpha$

<sup>2)</sup> Siehe vorstehend, sowie E. Liechty: Messungen über die Spurführung bogenl. Eisenbahnfahrzeuge, 1936.

<sup>3)</sup> Krümmungswiderstand von steifachsigen Gleisfahrzeugen mit zwei Achsen. Glasers Annalen 1936, Bd. 118, H. 3.

Beziehung, wie sie Prof. Baumann in seiner Arbeit zur Darstellung bringt.

Damit ist ein erster Schritt in der praktischen Auswertung der neuen Darstellung des Bogenwiderstandes und seiner wirtschaftlichen Bedeutung getan. Mögen weitere folgen.

**Zwei Fabrikneubauten**

ALFRED ROTH,  
Arch. S. I. A., BSA, Zürich

**Neubau 1928 (Abb. 1 bis 7)**

Anstelle eines alten Gebäudes ist dieser Neubau errichtet worden, der hauptsächlich der Lagerung sowie der Spedition der Fertigware dient. Der kubisch einfache Baukörper enthält im Erdgeschoss das Speditionslokal mit Laderampe, diese mit einem Vordach überdeckt. Die übrigen drei Geschosse enthalten Lager, Sortierraum für frische Ware und je ein Speiselokal für Frauen und Männer. Das Treppenhaus ist so gelegen, dass es ebenso den anstossenden Altbau bedient. In jedem Geschoss befinden sich vom Treppenhaus zugänglich Abortanlagen. Im Zentrum des Gebäudes ist ein Warenaufzug, der das Speditionslokal mit den Lagern verbindet.

Der konstruktive Aufbau: Zwei tragende Hauptwände (Süd- und Nordwand) und eine mittlere Pfostenreihe; diese in Eisenbeton, die Decken ebenso mit normalen Hourdis betoniert. Die tragenden Mauern sind in Backstein aufgeführt, 51 bzw. 38 cm stark. Die Brüstungsmauern der Fensterfronten sind möglichst leicht ausgeführt, 25 cm Backstein mit einer innen aufgezogenen Celotexplatte. Zwischenwände im Innern 6, bzw. 12 cm Backstein.

Aus der Konstruktion ergab sich die Disposition der Fenster: Ost- und Westseite (Abb. 6) lassen, weil nicht tragend, durchgeführte Langfenster zu, während in der Nordwand (Abb. 5) zwei schmale Vertikalfenster sind. Diese dienen dazu, die Mittelzone der Räume aufzuhellen, infolgedessen gehen sie vom Boden bis zur Decke durch. Die Fenster der Hauptseiten sind in Holz ausgeführt, aus einzelnen Elementen zusammengesetzt, von denen jedes im Mittelfeld einen ausstellbaren Flügel hat und ein kleineres Oberlicht; zwei Drittel der Fensterfläche sind fest verglast. Die übrigen Fenster (Treppenhaus und Nordfront) sind aus Eisen.

Die Bedachung besteht aus 2 cm Gussasphalt. Besondere Aufmerksamkeit ist der Ausbildung des Dachrandes geschenkt (Abb. 15). Wesentlich dabei ist die rd. 2,5 cm hohe scharfe Kante, die verhindert, dass etwa der sich auf der einwärts geneigten Abdeckfläche sammelnde Staub bei Regen auf die Fassade gewaschen werden kann. Die bei vielen modernen Bauten beobachteten dunklen Schmutzstreifen längs dem Dachrand werden dadurch vermieden.

Die Entwässerung des Daches erfolgt im Innern in zwei Abläufen. Sämtliche Abfallrohre (Aborte, Waschbecken, Dach) sind aus Eternit. Böden in fugenlosem Belag, Aborte geplättelt.

Preis pro m<sup>3</sup> umbauten Raumes (Architektenhonorar inbegriffen) 36,00 Fr. Ingenieurarbeiten durch Adolf Flury, dipl. Ing. S. I. A., Bern.

**Neubau 1933 (Abb. 8 bis 15)**

Es ist ein zweigeschossiger Bau, der hauptsächlich zur Fabrikation dient. Das Erdgeschoss enthält: Durchfahrt für die Zufahrt zur Fabrik von Süden her, Haarsilo, Batteerraum, Schreinerei, Mechanikerwerkstatt, Eingang, eine Hei-

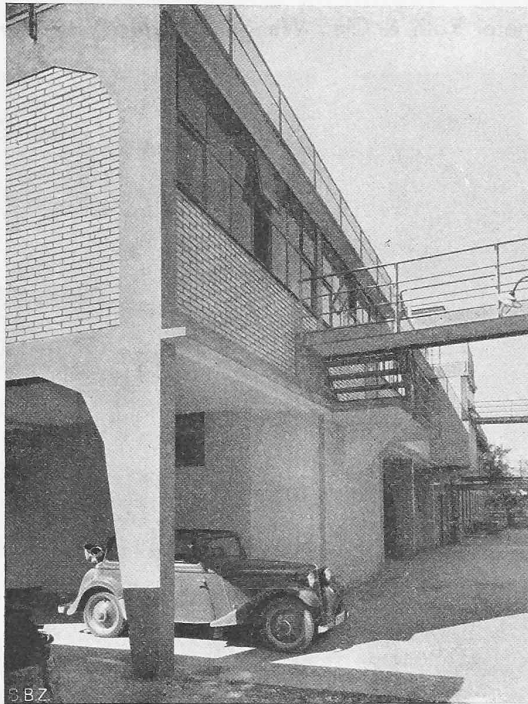


Abb. 11. Nordseite mit Verbindungsbrücke. Pferdehaarspinnerei Wangen, Erweiterung 1933. — Arch. ALFRED ROTH, Ing. C. HUBACHER, Zürich.



Abb. 12. Treppeneingang und Ausbau für WC.

zung für den Neubau separat. Obergeschoss: Fabrikationsräume Aborte, Verbindungsbrücke nach dem Nachbargebäude. Belichtung und Belüftung des Treppenhauses erfolgen über die vorgebauten Aborte hinweg, die nur 2 m hoch sind. Dachterrasse: Frei für das Trocknen der Haare, zu diesem Zweck ist sie mit Betonplatten belegt.

Konstruktiver Aufbau: Von Anfang an so stark vorgesehen, dass eine spätere Aufstokung möglich ist. Der Bau ist in Eisenbeton ausgeführt, die Decken (Nutzlast 800 kg/m<sup>2</sup>) sind Massivplatten. Die Rahmen-Binder (Abb. 14) sind gelenkig gelagert, die Fundamente (Einzelfundamente) durch Längsträger miteinander verbunden. Die Säulenfüsse sind in der Binderaxe ihrerseits durch ein Zugband verbunden. Zwischen Fuss und Fundament ist eine Bleiplatte gelegt.

Die Aussenwände sind in Kalksandstein mit einer Hintermauerung von 10 cm Schmid-

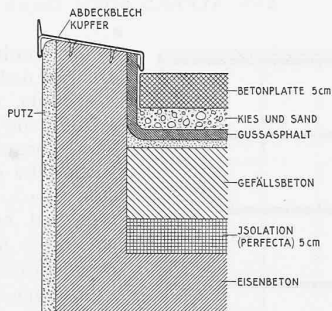


Abb. 15. Dachrand 1 : 10.

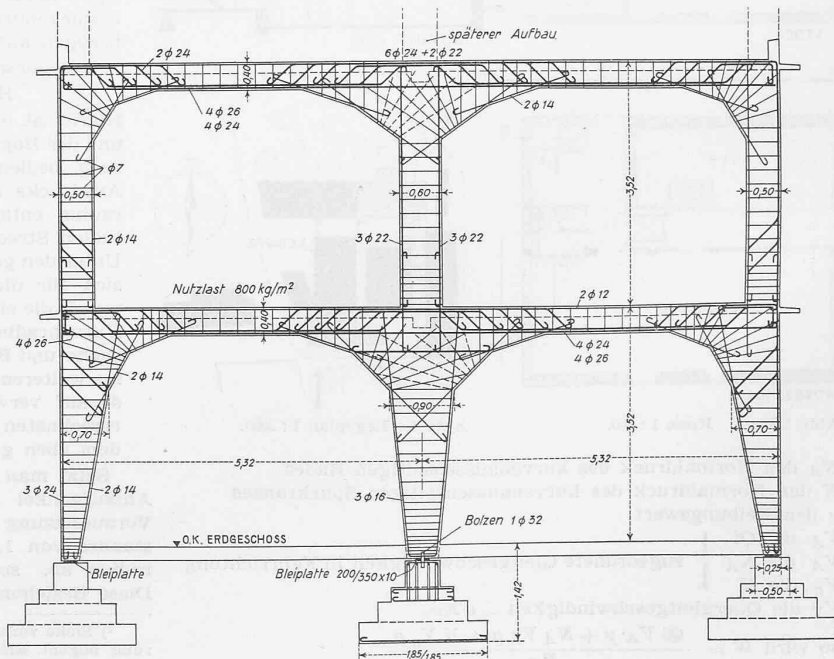


Abb. 14. Eisenbetonrahmen des Neubaus 1933. — Masstab 1 : 100.