Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 111/112 (1938)
Heft: 6

Artikel: Aerodynamik und Automobil
Autor: Troesch, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-49896

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: 10.07.2025

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

Der Abszissenabschnitt zwischen beiden Kurven $\Delta\sigma_z$ gibt die im Zeitintervall 0 bis t erfolgte Zunahme des Korn-zu-Korn-Drucks an. Die Zusammendrückung eines Elementes von der Höhe dz beträgt also in diesem Zeitintervall

$$\Delta dz = \frac{\Delta\sigma_z}{E}\,dz$$

Für den Fall konstanten Elastizitätsmoduls nach Gl. (8) wird dann die totale Setzung zur Zeit t gemäss Abb. 14:

$$y_t = \frac{1}{E}\int_0^H \Delta\sigma_z\,dz = \frac{1}{E}F_t \quad . \; . \; . \; . \quad (13)$$

und die totale Setzung am Ende T des Vorgangs (siehe Abb. 13)

$$y_T = \frac{1}{E}F_0 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (14)$$

Für den Fall veränderlichen Elastizitätsmoduls wird am besten die graphische Methode, die in Abschnitt IV beschrieben ist, verwendet. Eine zweckmässige Kombination beider Methoden besteht darin, dass man die totale Setzung y_T (für $t = \infty$) nach der graphischen Methode bestimmt, während der zeitliche Vorgang der Setzung nach Terzaghi-Fröhlich auf Grund eines konstanten, mittleren Elastizitäts- bezw. Zusammendrückungsmoduls untersucht wird.

c) Ermittlung der Druckverteilung im Porenwasser zur Zeit t.

Aufstellung der Differentialgleichung der nicht stationären Grundwasserströmung bei einaxiger Strömung.

Kontinuitätsbedingung. In der Zeit dt fliesst durch den obern Querschnitt eines Prismas von den Abmessungen dx, dy, dz folgende Wassermenge (Abb. 15):

$$-\frac{k}{\gamma}\frac{\partial\sigma_w}{\partial z}\,dx\,dy\,dt$$

Dabei ist σ_w der in der Höhe z herrschende Ueberdruck im Porenwasser, k der Durchlässigkeitskoeffizient. Analog fliesst aus dem untern Querschnitt heraus:

$$-\frac{k}{\gamma}\left[\frac{\partial\sigma_w}{\partial z} + \frac{\partial^2\sigma_w}{\partial z^2}\,dz\right]dx\,dy\,dt$$

Der Wasserverlust in dem Intervall dt beträgt somit:

$$dV = -\frac{k}{\gamma}\frac{\partial^2\sigma_w}{\partial z^2}\,dz\,dx\,dy\,dt$$

Der Wasserverlust pro Volumen- und Zeiteinheit beträgt also:

$$V_1 = -\frac{k}{\gamma}\frac{\partial^2\sigma_w}{\partial z^2}$$

Bezeichnen wir anderseits mit v den sogenannten *spezifischen Porenwasserverlust*, d. h. den Wasserverlust pro Volumen- und Zeiteinheit für eine Zunahme des Korn-zu-Korn-Drucks $\Delta\sigma_z = 1$. Der Korn-zu-Korn-Druck nimmt nun in der Zeiteinheit um den Betrag $\frac{\partial\sigma_z}{\partial t}$ zu.

Der Porenwasserverlust pro Volumen- und Zeiteinheit wird deshalb auch:

$$V_1 = v\frac{\partial\sigma_z}{\partial t}$$

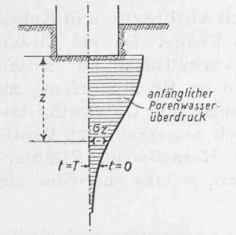

Abb. 12

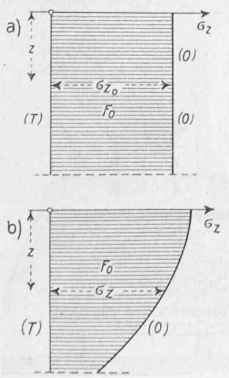

Abb. 13

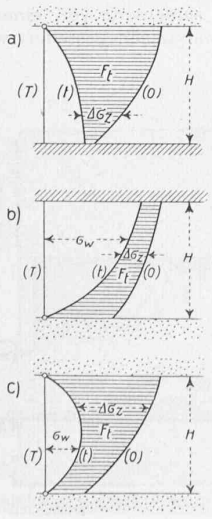

Abb. 14

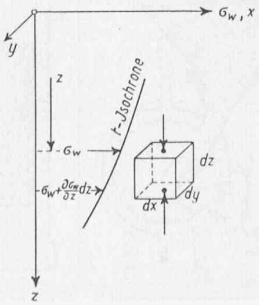

Abb. 15

Da die Vermehrung des Korn-zu-Korn-Drucks auf Kosten des Wasserdrucks σ_w geht, gilt für jeden Moment

$$\sigma_z + \sigma_w = \text{const.}$$

sodass

$$\frac{\partial\sigma_z}{\partial t} = -\frac{\partial\sigma_w}{\partial t}$$

Damit wird der *Porenwasserverlust* pro Volumen- und Zeiteinheit

$$V_1 = -v\frac{\partial\sigma_w}{\partial t}$$

Durch Gleichsetzung der beiden Werte von V_1 ergibt sich:

$$\frac{k}{\gamma}\frac{\partial^2\sigma_w}{\partial z^2} = v\frac{\partial\sigma_w}{\partial t}$$

oder auch

$$\frac{k}{v\gamma}\frac{\partial^2\sigma_w}{\partial z^2} = \frac{\partial\sigma_w}{\partial t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (16)$$

Der Ausdruck $\frac{k}{v\gamma}$ (Dimension cm² sec^{-1}) wird von Terzaghi Fröhlich als *Verfestigungsbeiwert* bezeichnet.

Ueber die Bedeutung des spezifischen Porenwasserverlustes v sei noch folgendes bemerkt: Nach den Ueberlegungen, die zu Gl. (1) geführt haben, gilt:

$$v = \left(\frac{\Delta l}{l}\right)_{\text{für } \Delta\sigma_z = 1}$$

nun ist aber

$$\left(\frac{\Delta l}{l}\right)_{\text{für } \sigma_z = 1} = \frac{1}{E}$$

also

$$v = \frac{1}{E}$$

Die Gl. (16) kann mithin auch wie folgt geschrieben werden:

$$\frac{kE}{\gamma}\frac{\partial^2\sigma_w}{\partial z^2} = \frac{\partial\sigma_w}{\partial t} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (16\,a)$$

Die Lösung der Differentialgleichung (16) bezw. (16a) verlangt in erster Linie die Kenntnis des Durchlässigkeitskoeffizienten k und des Elastizitätsmoduls $E = \frac{1}{v}$, während γ das spezifische Gewicht des Wassers ist. Terzaghi und Fröhlich geben im erwähnten Buche eine Anzahl von Lösungen bei verschiedenen Randbedingungen.

Aerodynamik und Automobil

Im Institut für Aerodynamik der E. T. H. hielt Obering. *Paul Jaray* am 1. Juli vor zahlreichem Auditorium einen Vortrag, dessen erster Teil die Entwicklung des Stromlinienautomobils darlegte; im zweiten Teil erläuterte er die Auswirkungen der Stromlinienkarosserie auf den Chassisbau.

Nach kurzer Ableitung der Kräfte- und Leistungsformeln folgte eine äusserst interessante, mit Lichtbildern erläuterte Uebersicht über die Versuchsserien, die die Vorteile der Stromlinienkarosserie erhärteten. Im Jahre 1922 wurden in der Zeppelinwerft in Friedrichshafen die ersten Modellversuche auf Anregung von Jaray durchgeführt, und zwar wurde damals schon Seitenwind berücksichtigt[1]). Es wurden folgende Widerstandsbeiwerte gemessen:

Offener Kastenwagen	$c_v =$	0,88	bis 1,00
Geschlossener Kastenwagen		0,64	» 0,68
Wagen mit bootsförmiger Karosserie		0,52	» 0,54
dgl. mit Stromlinienkarosserie		0,24	» 0,30
Halber Stromlinienkörper		0,09	

Im darauffolgenden Jahre wurden zwei gleiche Ley-Chassis zu Versuchszwecken karossiert, eines mit normaler Limousine (Kastenkarosserie) und eines mit Stromlinienkarosserie nach Plänen von Jaray. Das Lichtbild dieses Wagens zeigte im grossen und ganzen schon die heutigen Linien, jedoch mit etwas übertriebenen Höhenmassen. Es gab eben damals noch keine Niederrahmen und man stellte zudem noch grössere Anforderungen an die Innenhöhen der Wagen. Die Vergleichsversuche ergaben z. B. für die Stromlinienkarosserie bedeutend längere Auslaufzeiten, bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 40 km/h einen Brennstoffverbrauch von nur 8,5 l/100 km gegenüber 12,0 l, und wesentlich günstigere Beschleunigungszeiten. Die Stromlinienwagen fanden jedoch beim Publikum trotzdem keinen Anklang und erst im Jahre 1928 wurden weitere Versuche unternommen. Die Ingenieure Tschudi und Ad. Brüderlin führten sehr genaue und ausgedehnte Vergleichsversuche mit zwei

[1]) Vgl. Band 81, Seite 7* (6. Januar 1923).

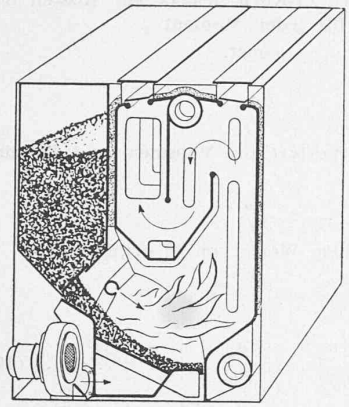

Abb. 1. Clus-Vento-Kessel

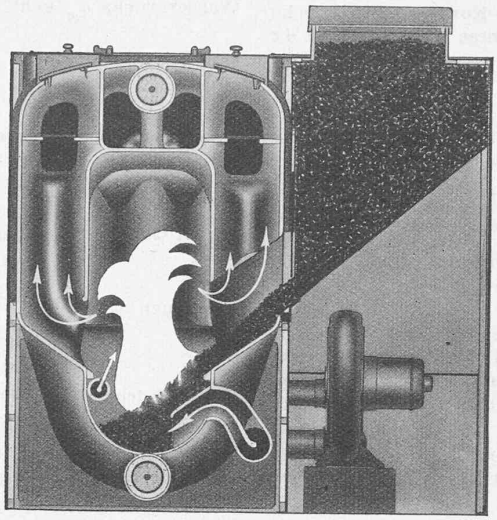

Abb. 2. Zentowo-Kessel

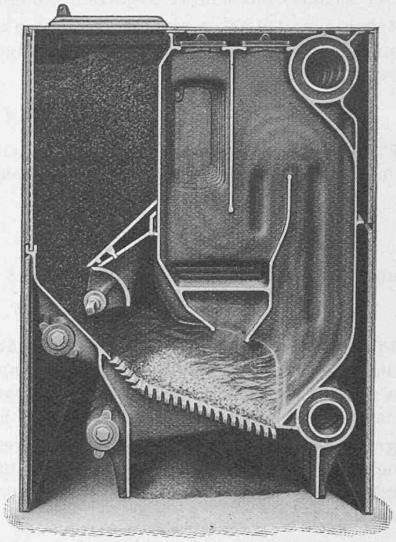

Abb. 3. Ideal-Rex-Kessel

Chrysler-Chassis durch. Die Auslaufmessungen ergaben 28 ÷ 30 % schlechtere Werte für die normale Karosserie, 21 bis 23,5 % in der Beschleunigung und ähnliche Werte für die Verbrauchsmessungen.

Erst 1933 wurden weitere Versuche durchgeführt, und zwar von der Universität New York, an Holzmodellen. Diese waren leider etwas roh ausgeführt, sodass die gewünschte Ueberprüfung der Friedrichshafener Werte keine brauchbaren Resultate ergab. Dagegen baute Chrysler im gleichen Jahre sein bekanntes Airflow-Modell, das eine gewisse Annäherung an die Jaray-Karosserie aufweist; es löste in Amerika die Streamline-Mode aus. Alle Karosserien wurden «stromlinisiert», indem man die Kotflügel, Türgriffe und Scheinwerfer möglichst windschlüpfig profilierte, den Gesamtaufbau des Wagenkastens jedoch kaum aerodynamisch verbesserte. In Europa setzte Daimler-Benz 1934 die Versuche fort: Zwei Zweiliterchassis mit Schnellgang wurden entsprechend karossiert. Die Jaraykarosserie nahm sich schon wesentlich besser aus als beim Ley. Die ausgedehnten Versuche, die kurz darauf in der Schweiz von Ing. R. Gsell vom schweizerischen Luftamt wiederholt wurden, ergaben ganz ähnliche Vorteile für die Stromlinienkarosserie wie die vorhergehenden Versuche. Heute werden sie kaum mehr bestritten.

Die Rückwirkungen der Stromlinienkarosserie auf den Chassisbau — wie sie eigentlich sein sollten — werden von Jaray wie folgt angegeben: Die Chassisrahmen sollten möglichst niedrig sein, dabei aber eine glatte Verschalung des Wagenunterteiles gestatten. Diese sollte auf den Seiten, im Uebergang auf die Seitenwände, bzw. auf die Türen der Karosserie möglichst grosse Radien gestatten, um den Auftrieb bei schneller Fahrt zu vermindern. Wie gefährlich im Extremfall der Auftrieb werden kann, zeigte anfangs dieses Jahres der verunglückte Weltrekordversuch Rosemeyers: ein leichtes Berühren des mittleren Grasbandes der Autobahn hob den Wagen etwas an, dadurch vermehrtes Hochheben vorn, da die ganze Karosserie wie eine Tragfläche wirkte. Die aerodynamischen Kräfte auf den Wagen wurden nun so gross, dass die Karosserie glatt weggerissen wurde — und dann geschah die Katastrophe. Bei Stromlinienkarosserien für Tourenwagen sind weiche Uebergänge vom Unterschutz zu den Seitenwänden ferner wichtig, um Wirbelbildungen und dadurch übermässiges Verschmutzen der Karosserie zu vermeiden. Ist dies nicht möglich, so wird vom Chassiskonstrukteur oft das Trittbrett als Kotschutz benützt, trotzdem es bei einem niedrigen Stromlinienwagen als solches unnötig ist und aerodynamisch stört.

Die Stromlinienform bedingt ein Vorziehen des Wagenmittelteiles bis vor die Vorderräder. Die Oeffnung zum Eintritt der Kühlluft wird dann vorteilhaft ganz unten am Vorderende des Wagens, beim Staupunkt angebracht und sie kann ziemlich klein sein. Der Kanal nach rückwärts zum Kühler soll sich düsenähnlich erweitern, auch ein Punkt, an den sich die Chassiskonstrukteure gewöhnen sollten. Die Getriebe für Stromlinienwagen sollten die nötigen Gänge aufweisen, um der erhöhten Endgeschwindigkeit Rechnung zu tragen, ohne dass die Motoren schneller drehen müssen.

Die Lüftung der Stromlinienkarosserie erfolgt am vorteilhaftesten durch eine Oeffnung von 10×10 cm² an der Windscheibenmitte. Dort herrscht auch bei starkem Seitenwind immer noch Ueberdruck, sodass sich im Wageninnern eine gleichmässige, zugfreie Ventilation ergibt. Der Luftaustritt erfolgt durch die kleinen Spalten und Fugen der Türen und Fenster. Ein Oeffnen der Seitenfenster ergibt im Wagen sofort Unterdruck mit den schädlichen Begleiterscheinungen wie Eintritt von Staub und Auspuffgasen und der daraus resultierenden Limousinenkrankheit. Alle Wagen mit normaler Limousinenkarosserie enthalten ständig einen beträchtlichen Prozentsatz von Auspuffgasen, samt dem gefährlichen Kohlenmonoxyd! Max Troesch.

Entwicklung der automat. Klein-Kohlenfeuerungen

Von A. EIGENMANN, Berat. Ingenieur ASIC, Davos

In der «SBZ» vom 11. März 1933 (Bd. 101, S. 116) hat der Verfasser drei ausländische Zentralheizungskessel für Kohlenfeuerung beschrieben, die damals bei uns Eingang fanden. Seither hat, nicht zuletzt durch die aktive Mitarbeit einiger tüchtiger Schweizer-Konstrukteure, eine ungeahnte Entwicklung auf dem Gebiete der automatischen Kohlenfeuerungen eingesetzt, der die Preissteigerung der Brennstoffe willkommenen Absatz verschaffte.

Als Brennstoffe kommen hauptsächlich Anthrazite und Kokse in den Körnungen 3/6, 5/8, 8/15, **10/20** in Frage. Da bei diesen kleinen Körnungen die natürlichen Zugverhältnisse nur selten ausreichen, um den erhöhten Widerstand im Brennstoffbett zu überwinden, werden diese Feuerungen meist mit Unterwind betrieben. Dieser wird durch einen elektrisch angetriebenen Ventilator erzeugt, der seinerseits von einem Kessel- oder Zimmerthermostaten aus elektrisch gesteuert wird, sodass entweder die

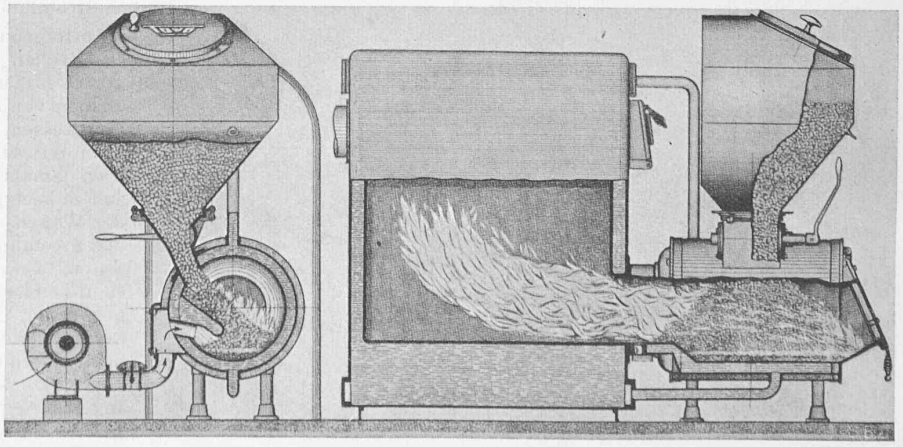

Abb. 6. Automatische Towo-Vorbau-Kleinkohlenfeuerung