

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 63/64 (1914)
Heft: 5

Artikel: Vierachsiger Dynamomotorwagen der Schweizerischen Bundesbahnen
Autor: Gaudy, H.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-31501>

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: 23.02.2026

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

INHALT: Vierachsiger Dynamometerwagen der Schweiz. Bundesbahnen. — Wettbewerb für die Kantonale Bündnerische Versorgungsanstalt Realta. — Zum Durchschlag des Hauenstein-Basistunnels. — Bergschläge im Simplontunnel. — Miscellanea: Hauenstein und Lötschberg. Die XLI. Jahresversammlung der Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Eidg. Technische Hochschule. Drahtlose Telegraphie. Verband

Deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Schifffahrt auf dem Oberrhein. Das Hauptportal des Berner Münsters. Ein deutsches Institut für Kohlenforschung. Zur XCVII. Jahresversammlung der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft. — Preisausschreiben: Preisausschreiben der Adolf von Ernst-Stiftung. — Nekrologie: J. R. Raschle. — Literatur. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung.

Band 64.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 5.

Vierachsiger Dynamometerwagen der Schweizerischen Bundesbahnen.

Von H. A. Gaudy, Ingenieur der S. B. B., Bern.

(Fortsetzung von Seite 45.)

2. Geschwindigkeitsmesser.

Der *Amslersche* Geschwindigkeitsmesser, der bis dahin schon in einer Anzahl von Messwagen europäischer Bahnen Verwendung gefunden hat, im vorliegenden Falle jedoch noch einzelne Ergänzungen und Verbesserungen erfuhr, beruht auf dem nachfolgend erläuterten Prinzip (siehe auch nebenstehende Abb. 13).

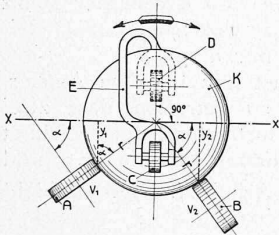


Abb. 13.

horizontal, durch den Mittelpunkt der Kugel gehende Achse drehen kann. Die Achsen der Scheiben A und B stehen senkrecht zueinander und liegen ebenfalls in einer Ebene, die durch den Mittelpunkt der Kugel gerichtet ist und die senkrecht steht auf der Ebene der beiden Scheiben C und D. Die Drehachse des Rahmens E steht senkrecht auf jener Ebene.

Drehen sich die Scheiben A und B, so wird infolge der an ihrem Umfang herrschenden Reibung auch die Kugel gedreht, und zwar um eine Achse $x-x$, die in der Ebene der Achsen von A und B liegt und deren Richtung vom Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeiten der beiden Scheiben A und B abhängig ist. Da in der Äquatorialebene der Kugel nur rollende Reibung an den Berührungspunkten zwischen Kugel und Scheiben stattfindet und in jeder andern Lage der Scheiben gegenüber der Kugel neben der rollenden noch gleitende Reibung eintreten würde, die das Bestreben hätte, die Scheiben C und D in die Äquatorialebene zu treiben, so nehmen die beiden Scheiben C und D stetsfort eine solche Lage ein, dass ihre Achsen parallel zur Drehachse der Kugel sind. Ändert sich das Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeiten von A und B, so ändert sich auch die Lage der momentanen Drehachse und somit auch die Richtung der Äquatorialebene der Kugel.

Es sei nun:

- v_1 die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe A,
- v_2 die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe B,
- ω die Winkelgeschwindigkeit der Kugel um ihre Drehachse,
- r der Radius der Kugel,
- α der Winkel, den die Achse der Scheibe A mit $x-x$ bildet.

Es bestehen dann die Beziehungen

$$v_1 \omega = v_1 \quad v_2 \omega = v_2,$$

ferner ist: $r \cos \alpha \omega = v_1$ und $r \sin \alpha \omega = v_2$,

woraus folgt: $r \cos \alpha \omega = v_1$ und $r \sin \alpha \omega = v_2$

$$\text{oder: } \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \text{ d. h. } v_2 = v_1 \tan \alpha.$$

Dreht sich die Scheibe A mit konstanter Geschwindigkeit, so ist v_1 eine Konstante und somit die Geschwindig-

keit v_2 proportional zu $\tan \alpha$. Ein Mass der Drehgeschwindigkeit der Scheibe B haben wir nun im Werte von $\tan \alpha$.

Beim *Amslerschen* Geschwindigkeitsmesser wird der Wert von $\tan \alpha$ auf die nachfolgend erwähnte Art auf eine Schreibvorrichtung übertragen und damit das Ablesen der momentanen Geschwindigkeit ohne weiteres ermöglicht. In nebenstehender Abbildung 14 stellt G eine gekrümmte Zahnstange dar, die starr mit dem Arm Z_0 verbunden ist und sich um eine Achse drehen kann, die in O senkrecht auf der durch Z_0 und G gehenden Ebene steht. Die Zähne sind ganz schmal und sämtliche in ihrer Verlängerung durch den Punkt O gerichtet. Die Zahnstange G wälzt sich bei der Drehung des Systems um O auf der gezahnten Trommel Q ab und bringt diese in Drehung. Die Achse der Trommel und die Drehachse des Zahnsegments schneiden sich unter 90° .

Die Entfernung eines Zahnes von G, der gerade mit der Zahnung der Trommel Q in Eingriff ist und diese antreibt, vom Punkt O sei Z. Dreht sich nun die Zahnstange um den unendlich kleinen Winkel da , so dreht sie die Oberfläche der Trommel Q um den Betrag $Z da$. Dreht sie sich um den Winkel α , so wird also die Trommel Q um den Betrag $\int Z da$ gedreht. Durch passende Formgebung der Zahnstange G kann man offenbar erreichen, dass

$$\int Z da = v_1 \tan \alpha \text{ wird.}$$

Durch Differentiation erhält man:

$$Z da = \frac{v_1}{\cos^2 \alpha} da, \quad \text{woraus: } Z = \frac{v_1}{\cos^2 \alpha}$$

Der Ausdruck:

$Z = \frac{v_1}{\cos^2 \alpha}$ ist nun die Gleichung der Kurve G, und für $\cos \alpha = 0$ wird $\cos^2 \alpha = 1$ und da $Z = Z_0$, wird $Z_0 = v_1$.

Wird also die Zahnstange G, die am Rahmen E befestigt ist, nach der Gleichung $Z = \frac{v_1}{\cos^2 \alpha}$ geformt, so dreht sich die Trommel Q bei jeder Bewegung von G proportional zur Geschwindigkeit v_2 . Ein auf die Achse von Q gesteckter Zeiger zeigt somit auf einem Zifferblatt mit gleichmässiger Teilung die Geschwindigkeit v_2 an. Bringt man eine Zahnstange mit Schreibstift in Eingriff mit den Zähnen der Trommel Q, so zeichnet der Schreibstift eine fortlaufende Kurve, deren Ordinaten proportional zu v_2 sind und bei zwei verschiedenen Einstellungen für je 1 mm = 1 km/std resp. 2 km/std entsprechen, während die Zeigerskala Maximalstellungen von 75 und 150 km/std aufweist. Die konstruktive Durchführung dieser theoretischen Aufgabe wird weiter unten dargestellt. Die Aufzeichnung der Geschwindigkeit geschieht hier durch eine Zahnstange mit Schreibstift, die ihre Bewegung von einer zweiten, glatten Trommel erhält, die dazu dient, das Zahnsegment im Eingriff mit der andern Trommel zu sichern. Die konstante Geschwindigkeit für den Antrieb der Scheibe A erfolgt durch einen kleinen Gleichstrommotor mit Regulator; die Drehung der Scheibe B wird durch geeignete Zahnradübersetzung vom Radachsenantrieb aus vermittelt und ist somit proportional zur Zuggeschwindigkeit.

3. Ergometer oder Trägheits-Arbeitsmesser.

Das Ergometer ist eine Messvorrichtung zur Ermittlung der mechanischen Arbeit, die geleistet werden muss, um die einem Eisenbahnzuge innewohnenden Trägheitskräfte

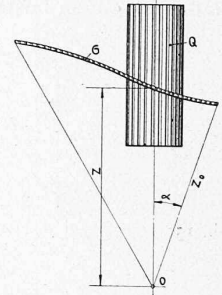


Abb. 14.

zu überwinden, ohne Berücksichtigung der Reibungs- und Luftwiderstände.

Diese Arbeit A setzt sich zusammen aus der Arbeit A_1 , die aufgewendet werden muss, um die Geschwindigkeit des Zuges zu beschleunigen oder zu verzögern, sowie aus der Arbeit A_2 , die nötig ist, um den Zug von einer Höhe in eine andere zu heben oder zu senken, und zwar ist $A = A_1 + A_2$. Der Wert von A kann positiv oder negativ ausfallen. Führt der Zug z. B. auf einer ebenen Strecke und kommt er an deren Ende mit grösserer Geschwindigkeit an als er zu Anfang besass, so hat A_1 einen positiven Wert, während die Hebearbeit $A_2 = 0$ ist. Führt der Zug jedoch mit gleichbleibender Geschwindigkeit eine Rampe hinauf, so ist A_2 positiv, während $A_1 = 0$ ist. Führt endlich der Zug eine Rampe herunter, so ist A_2 negativ, erhält er dabei eine Beschleunigung, so ist A_1 positiv; würde hierbei der Zug nicht gebremst und fände weder Reibungs- noch Luftwiderstand statt, so wäre $A_1 + A_2 = 0$.

In Abbildung 15 sei Q das Gewicht des Zuges, der eine Rampe vom Neigungswinkel α hinauffährt. Der Zug erfahre in einem bestimmten Momente die Beschleunigung p

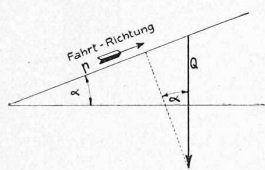


Abb. 15.

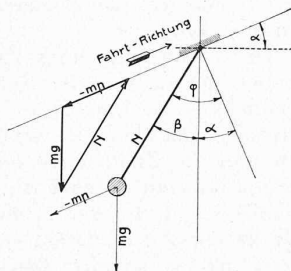


Abb. 16.

in der Richtung der Rampe. Bezeichnet M die Masse des Zuges und g die Beschleunigung der Schwerkraft, so ist allgemein:

$$Q = M \cdot g$$

Die Kraft P_1 , die dem Zuge die Beschleunigung p erteilt, bestimmt sich aus

$$P_1 = p \cdot M,$$

ferner die Kraft P_2 , die nötig ist, um den Zug zu heben, aus

$$P_2 = Q \cdot \sin \alpha = Mg \sin \alpha$$

Somit ist die Kraft P , die aufgewendet werden muss, um den Zug zu bewegen (ohne Reibungs- und Luftwiderstände)

$$P = P_1 + P_2$$

$P = Mp + Mg \sin \alpha = M(p + g \sin \alpha) \dots (1)$ und die hierbei aufgewendete mechanische Arbeit A , wenn x den zurückgelegten Weg bedeutet:

$$A = \int P dx = M \int (p + g \sin \alpha) dx \dots (2)$$

Als Messorgan und wesentlicher Bestandteil des Ergometers baut Amsler ein Pendel, das unter dem Apparatentisch aufgehängt ist und in einer zur Fahrtrichtung parallelen Ebene frei schwingen kann. Dieselbe Grundlage benutzte vorher schon der verstorbene leitende Ingenieur der Belgischen Staatsbahnen, Mr. Doyen, für seine Ausführung des Trägheitsmessers, der heute bei den Belgischen und Italienischen Staatsbahnen in ihren Messwagen Verwendung findet. Die beiden Bauarten Doyen und Amsler unterscheiden sich in der Art und Weise der Integrierung und der Uebertragung der Pendelbewegung auf die Schreibvorrichtung. Das Amslersche Ergometer in seiner vollständigen Form lässt die Werte von P und A in zwei übereinanderliegenden Diagrammen erscheinen, wobei P vom Trägheitskraftmesser und A vom Trägheitsarbeitsmesser (Ergometer) gezeichnet wird.

In Abbildung 16 ist angenommen, dass sich der Versuchswagen auf einer Steigung mit dem Neigungswinkel α befindet. In der Ruhe oder bei gleichförmiger Bewegung hängt das Pendel unter dem Winkel $90^\circ + \alpha$ gegen die Fahrtrichtung. Erfährt der Zug eine Beschleunigung p , so bleibt das Pendel gegenüber seiner früheren Lage zurück und zwar um den

Winkel β , sodass $\beta + \alpha = \varphi$ den Gesamtausschlag des Pendels darstellt, wenn sowohl Beschleunigung als Steigung vorhanden ist. Nach dem d'Alembertschen Prinzip ist der Trägheitswiderstand $-mp$ im Gleichgewicht mit der Schwerkraft mg und der Pendelspannung N . Aus dem Kräfte-dreieck folgt nun:

$$\frac{mp}{mg} = \frac{p}{g} = \frac{\sin(\varphi - \alpha) : \sin(90^\circ - \varphi)}{\sin \varphi \cos \alpha - \sin \alpha \cos \varphi}$$

oder

$$\frac{p}{g} = \tan \varphi \cos \alpha - \sin \alpha$$

Da der Winkel α bei Adhäsionsbahnen stets sehr klein ist, so kann $\cos \alpha = 1$ angenommen werden; es ist somit:

$$\tan \varphi = \frac{p}{g} + \sin \alpha \text{ und } g \tan \varphi = p + g \sin \alpha$$

nach Gleich. (1) ist: $P = M(p + g \sin \alpha)$,

$$\text{daraus folgt: } P = Mg \tan \varphi \dots (3)$$

und $A = \int P dx = \int Mg \tan \varphi dx = Mg \int \tan \varphi dx \dots (4)$

Ist die Steigung der Rampe z. B. 25 ‰, beträgt also $\tan \alpha = 0,025$, so ist $\cos \alpha = 0,9996$ und der Fehler somit nur 0,04 ‰, wenn $\cos \alpha = 1$ gesetzt wird; bei 50 ‰ Steigung ergäbe sich ein Fehler von nur 0,13 ‰.

Wie schon oben erwähnt, ist nun bei dem Amslerschen Ergometer die Einrichtung so getroffen, dass zwei übereinander liegende Diagramme fortlaufend aufgezeichnet werden, deren Ordinaten proportional sind zu $\tan \varphi$ und $\int \tan \varphi dx$, also zur Kraft P und zur Arbeit A . Dies geschieht auf folgende Weise:

Ein um eine vertikale Axe T drehbarer Hebel (Abbildung 17) umfasst mit seinem gabelförmigen Ende G die Pendelstange, mit der er in der senkrechten Ruhelage einen rechten Winkel bildet. Jeder Ausschlag der Pendelstange vor- oder rückwärts um einen Winkel φ bewirkt eine Drehung des Hebels in seiner Horizontalebene um den Winkel ψ ; dabei besteht die Beziehung: $EO \tan \varphi = ET \tan \psi$. Darin sind EO und ET bestimmte unveränderliche Längen, die bei der Konstruktion des Ergometers beliebig gewählt werden können; für $\frac{ET}{EO}$ kann somit die Konstante C gesetzt werden, wodurch

$$\tan \psi = C \tan \varphi.$$

Da φ im allgemeinen ein kleiner Winkel ist, wird die Konstante C so gewählt, dass Winkel ψ einen viel grösseren Wert erhält.

Für die Aufzeichnung des Wertes $C \tan \psi$ wird die Bewegung der mit Schreibstift J versehenen Stange HJ (Abbildung 18) mit dem gabelförmigen Hebel in Abhängigkeit gebracht. Die Stange HJ bewegt sich in der Richtung ihrer Achse und zeichnet mit J eine Ordinate, die gleich HK oder $= TK \tan \psi$ ist und zur Kraft P sich proportional verhält.

Die Auswertung des Ausdruckes für die Arbeit $A = \int \tan \varphi dx$ geschieht folgendermassen:

Eine Kugel wird von einer Rolle q getragen und zugleich durch eine Rolle t gegen die beiden, mit ihren Ebenen einen Winkel von 90° bildenden Scheiben r und s angepresst; die Kugel kann sich zwischen diesen Stützpunkten frei drehen. Dreht sich die Scheibe r , so wird auch die Kugel infolge der Reibung in Drehung versetzt und zwar um eine horizontale Axe, die parallel zur Drehachse der Rolle q gerichtet sein wird. Diese Rolle ist auf dem oberen Ende der durch T gehenden vertikalen Axe gelagert (Abbildung 19); ihre Drehung um diese Axe ist somit gleich derjenigen des gabelförmigen Hebels, die durch den Ausschlag des Pendels bedingt wird und gleich ψ ist. Bei einer Drehung der Scheibe r wird sich die Drehaxe der Kugel so einstellen, dass zwischen der Rolle q und

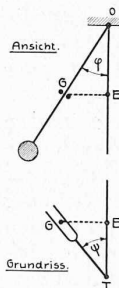


Abb. 17.

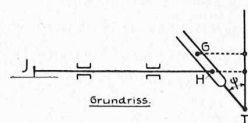


Abb. 18.

der Kugel der geringste Widerstand zu überwinden ist; dieser tritt ein, wenn nur rollende Reibung vorhanden ist, also wenn die Achse von q und die Drehaxe der Kugel parallel gerichtet sind.

Der wirksame Hebelarm beim Antrieb der Kugel durch die Scheibe r ist $ER = ET \cos \psi$. Die Scheibe s wird durch die Reibung der Kugel angetrieben, wobei der treibende Hebelarm $QS = QT \sin \psi$ ist. Die Scheibe r erhält ihre Bewegung von der Radachse aus; ihre Drehung ist somit proportional zu dem vom Zug durchlaufenen Weg x . Dreht sich r um den Bogen x , so dreht sich die Kugel mit RS als Achse um den Winkel ω . Da die Kugeloberfläche bei E , unter der Voraussetzung, dass kein Gleiten eintritt, einen Weg gleich dem Umfang der Scheibe r durchläuft, so muss sein:

$$ER \omega = x.$$

Es ist auch $ER = ET \cos \psi$, somit $x = ET \omega \cos \psi$.

Die Scheibe s werde nun um den Bogen y um ihre Achse gedreht, dann ist: $QS \omega = y$, und da $QS = QT \sin \psi$, so ist

auch $y = QT \omega \sin \psi$, woraus $\frac{y}{x} = \frac{QT}{ET} \tan \psi$; da QT und ET Radien der Kugel, also gleich gross sind, so ist

$$\frac{y}{x} = \tan \psi \quad \text{oder} \quad y = x \tan \psi;$$

$$dy = \tan \psi dx;$$

$$y = \int \tan \psi dx.$$

folglich

Die Gesamtdrehung der Rolle s ist somit proportional zu

$$A = c \int \tan \psi dx = \int \tan \psi dx.$$

Die Drehung der Rolle s wird auf eine Zahnstange übertragen, die an ihrem einen Ende einen Schreibstift trägt. Die Bewegung dieses Schreibstiftes kann nun unter Umständen in ein und derselben Richtung derart lang andauern, dass die Aufzeichnungen auf dem Registrierstreifen nicht mehr Platz finden würden. Zudem sind im vorliegenden Falle auf dem Streifen von 650 mm Breite die Schreibfedern in zwei Gruppen und auf je einer Senkrechten zur Papiertransportrichtung übereinander angeordnet, welche Anordnung den Vorteil in sich schliesst, dass auf einer Ordinate des Streifens immer die zusammengehörigen Werte der verschiedenen Aufzeichnungen liegen, aber für jede Registrierung nur die Benützung einer beschränkten Breite des Streifens zulässt. Infolge dieser Einschränkung ist zwischen Scheibe s und der Zahnstangenbewegung ein Wendegetriebe eingeschaltet worden, das die Bewegungsrichtung des Schreibzeuges jedesmal umkehrt, wenn dieses an der oberen oder unteren Grenze der 75 mm Ordinate angelangt ist; das fortlaufende Diagramm für die Arbeit A erscheint demnach als Zickzacklinie, deren Wendepunkte jedoch nicht immer an den Enden der Ordinate liegen müssen, sondern auch durch entsprechenden Richtungswechsel der Trägheitskräfte (Gefällsbrüche, Beginn des Bremsvorganges) an irgend einer Stelle eintreten können.

Die Arbeit kann nun positiv oder negativ ausfallen, aus ihrem Diagramm ist ihr Wert jedoch nicht ohne weiteres ersichtlich. Man erkennt dies erst aus dem Verlauf des Diagramms für die Kraft P , und zwar wächst A solange P positiv ist und umgekehrt. Die beiden übereinander liegenden Diagramme haben ungefähr den in Abbildung 20 dargestellten Verlauf. Die Arbeit, die von X_0 bis X_3 geleistet wird, ist positiv und zwar gleich

$$y_0 + y_2 + (y_2 - y_3).$$

Von X_3 bis X_6 wird negative Arbeit geleistet, nämlich:

$$-[(y_4 - y_3) + (y_4 - y_6)]$$

Mit Bezug auf den Masstab für das Diagramm der Arbeit A entspricht 1 mm Ordinate einer Arbeit von 100 mkg pro Tonne Zugsgewicht; für die Kraft P entspricht 1 mm Ordinate einer Kraft von 1, 2 oder 5 kg pro Tonne, je

nach Einstellung von ET , oder einer Beschleunigung von $p = 0,001 g$ oder $0,002 g$ oder $0,005 g/m/sek^2$. Um ein möglichst deutliches Diagramm für die Werte von P zu erhalten, ist das Pendel mit einem Oeldämpfer verbunden, der die Erschütterungseinflüsse des Wagens auf die Aufzeichnungen fern halten soll. In spätern Abbildungen wird die konstruktive Durchführung des Amslerschen Ergometers ersichtlich gemacht.

Mit Hilfe dieses Apparates ist man imstande, die Arbeit zur Ueberwindung der beschleunigenden Kräfte und der Schwerkraft gleichzeitig zu bestimmen. Zusammen mit den Angaben des Zugkraftmessers und Boettcher'schen Leistungs-

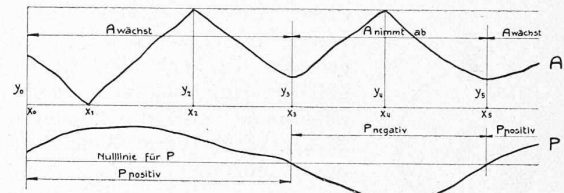


Abb. 20.

zählern kann nun der reine mittlere Widerstand irgend einer Strecke, bezogen auf die Horizontale pro Tonne Wagengewicht oder pro Tonne Zugsgewicht, ermittelt werden. Ebenso ist es möglich, aus der Zylinderzugkraft, der Zugkraft am Tenderzughaken und den Angaben des Trägheitsmessers den Widerstand der Lokomotiven samt Tender auf irgend einer Strecke festzustellen. Die früheren umständlichen und unzuverlässigen Rechenverfahren zur Ausscheidung der Beschleunigungsarbeit und der Arbeit der Schwerkraft fallen somit dahin; an Stelle des Berechnens dieser Arbeitswerte tritt hier das eigentliche Messen derselben.

4. Arbeitsmesser (Zughaken).

Die Vorrichtung, mittels der die Arbeit am Zughaken in mkg fortlaufend gemessen wird, beruht hinsichtlich der Auswertung auf ähnlicher Grundlage wie das Ergometer. Es wird hier ein Diagramm aufgezeichnet, dessen Ordinaten proportional sind zur Arbeit $A = \int P dx$, worin P die momentane Zugkraft am Zughaken und x den zurückgelegten Weg bedeutet.

Der in Abbildung 21 schematisch dargestellte Mechanismus überträgt die Zugkraft auf die Integriervorrichtung. Die geradlinig geführte Stange KN dreht den Arm TK um eine vertikale Achse, die durch den Punkt T geht. Der Punkt K der Stange NK gleitet dabei in der Schlaufe, in der der um T drehbare Arm endet. Die Stange KN erhält ihre Bewegung vom Kolben, der die Zugkraft misst und an der untern Seite des Apparates angeordnet ist. Sie bewegt sich nach links proportional zur Zugkraft; die Verschiebung HK ist also proportional zu P .

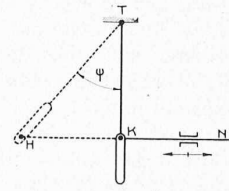


Abb. 21.

Es ist auch $HK = TK \tan \psi$ oder, da TK eine durch die Konstruktion festgelegte Länge, also gleich c ist, $HK = c \tan \psi =$ proportional zu P .

Wenn mit x der zurückgelegte Weg bezeichnet wird, so kann man setzen:

$$A = \int P dx = \int c \tan \psi dx = c \int \tan \psi dx,$$

wobei $\int \tan \psi dx$ eine der am Zughaken geleisteten Arbeit A proportionale Grösse ist.

Es handelt sich somit auch hier um die Auswertung dieses Ausdrucks.

Die oben erwähnte vertikale Achse durch T trägt eine Rolle q , auf der eine Kugel gelagert ist; die Scheiben r und s sind auch hier in gleicher Weise angeordnet und werden an die Kugel leicht angepresst (Abb. 22). Die Scheibe r erhält ihre Bewegung von der Radachse aus, sodass ihre Deckung proportional zum zurückgelegten Weg x des Zuges ist, währenddem s von der Kugel angetrieben wird.

Die Rolle q ändert die Lage ihrer Drehachse in der Horizontalebene je nach dem Ausschlag des Winkelhebels TK , beeinflusst somit auch die Lage der Drehaxe der Kugel und die Bewegung der Scheibe s . Wir haben hier die gleichen Beziehungen, wie bei der Auswertung des Integralwertes im frühern Abschnitt, d. h. die Gesamtdrehung der Rolle s ist proportional dem Ausdruck $A = c \int \operatorname{tg} \psi dx$. In gleicher Weise wird auch hier die Drehung der Rolle s auf eine Zahnstange übertragen, die an ihrem einen Ende das Schreibzeug trägt. Um zu vermeiden, dass infolge des nur einseitigen Ausschlags des Hebels TK (die Stange KN ist nur mit dem Messkolben für Zugkraft verbunden) die

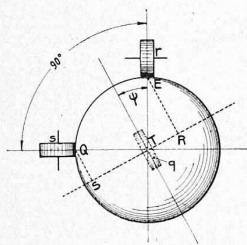


Abb. 22.

Ordinaten beständig wachsen und diese Aufzeichnungen über den Rand des Papierstreifens hinaus erfolgen, ist auch hier ein Wendegetriebe eingeschaltet worden. Das Diagramm erscheint dadurch als Zickzacklinie (vergl. Abbildung 23), deren einzelne Teilstücke eine verschiedene, sich sowohl nach der Fahrgeschwindigkeit des Zuges als auch nach der Grösse der Zugkräfte richtende Neigung zeigen.

Die Arbeit zwischen den Punkten C und D ergibt sich z. B. aus der Addition der Ordinaten y_1 und y_2 , sowie der Anzahl voller Teilstücke. Je nach der Einstellung einer der drei Laststufen von 7, 10,5 oder 21 t entspricht 1 mm Ordinate 6666, 10 000 oder 20 000 mkg ; eine volle Ordinate y entspricht somit einer Arbeit von 500 000, 750 000 oder 1 500 000 mkg .

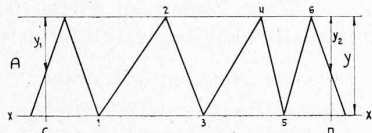


Abb. 23.

5. Pferdekraftmesser (am Zughaken).

Die Ausführung dieser Messvorrichtung (Abb. 24) beruht auf den gleichen Grundsätzen, wie diejenige des früher besprochenen Geschwindigkeitsmessers, unter Zuhilfenahme der freigelagerten Kugel mit den auf deren Drehachsenlage einwirkenden Scheiben. Die Scheibe A dreht sich mit konstanter Geschwindigkeit, während die Scheibe B ihre Bewegung von der aus dem Arbeitsmesser resultierenden Drehung der Rolle s , die proportional dem Ausdruck $A = c \int \operatorname{tg} \psi dx$, d. h. der Arbeit in mkg ist, erhält; da v_1 eine Konstante ist, so ist auch hier v_2 proportional $\operatorname{tg} \alpha$, indem $v_2 = v_1 \operatorname{tg} \alpha$. Die Leistung in PS ergibt sich als $A = c \int P dx$. Der Wert $\operatorname{tg} \alpha$ ist somit auch proportional der Leistung. In gleicher Weise wie beim Geschwindigkeitsmesser erfolgt auch hier die Uebertragung der Werte von $\operatorname{tg} \alpha$ auf eine Schreibvorrichtung, sowie für die momentane Ablesung auf einen Zeiger mit Zifferblatt, wodurch die Leistung in PS am Zughaken fortlaufend registriert und angezeigt wird. Je 1 mm Ordinate entspricht mit Rücksicht auf die drei Laststufen einer Leistung von 10, 15 oder 30 PS am Zughaken; dementsprechend erhält das Zifferblatt drei Teilungen für 666,6, 1000 und 2000 PS als Maximalzeigerstellung. Durch Einschalten von geeigneten Wechselrädern können diese Werte auf das Doppelte gebracht werden.

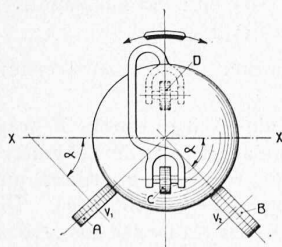


Abb. 24.

6. Winddruckmesser.

An Stelle der bisherigen Konstruktion des Winddruckmessers (Windrad mit Windfahne) hat die Firma Gebrüder Amsler einen neuen Apparat ausgeführt, der auf dem

Prinzip der Pitotschen Röhre beruht. Während beim frühern Apparat das Windrad die Gesamtwindstärke registrierte, wird beim neuen Windmesser zwischen den Aufzeichnungen des Schreibstiftes und der Winddruckkomponente in der Zugrichtung Proportionalität hergestellt.

Auf dem Dache des Wagens, an einer Stelle, wo der Einfluss des den Wagen überragenden Aufbaues auf die über den Wagen dahinstreichende Luft kaum noch bemerkbar ist, sind zwei Düsen von etwa 20 mm Durchmesser so aufgestellt, dass in der Fahrtrichtung des Wagens die eine nach vorwärts, die andere nach rückwärts gerichtet ist. Entsprechende Rohrleitungen führen zum eigentlichen Apparat, der unter der Tischplatte in deren Gestell eingebaut ist. Wie aus Abbildung 25 ersichtlich ist, sind zwei glockenförmige Gefässe an einem in seiner Mitte drehbaren Hebel derart befestigt, dass ihre Oeffnungen in zwei ringförmige, mit Quecksilber angefüllte Gefässe tauchen; die beiden dadurch entstandenen luftdicht abgeschlossenen Räume sind mit den beiden Röhren verbunden. Bewegt sich der Zug in der in der Abbildung angedeuteten Fahrtrichtung, so entsteht in der Röhre b eine Luftdruckerhöhung, während in der Röhre a das Gegenteil der Fall sein wird. Das vorher bestandene Gleichgewicht wird somit durch den unter der Glocke B herrschenden Ueberdruck gestört. Eine mit dem Wagebalken gelenkig verbundene Stange E , die

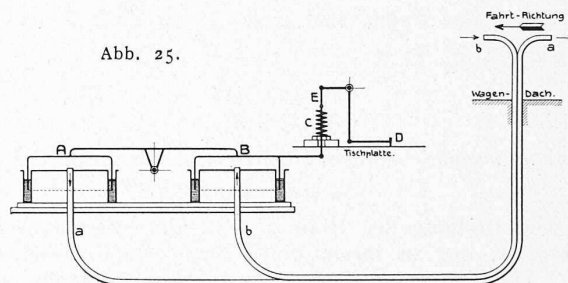


Abb. 25.

eine auf Zug und Druck einwirkende Indikatorfeder trägt, bringt nun durch geeignete Hebelübertragung einen Schreibstift D in Bewegung, dessen Ausschläge proportional dem Winddruck sind. Die Nutzanwendung dieser Vorrichtung soll in Folgendem erläutert werden:

Die allgemein bekannte Ausflussformel ist

$$v = \sqrt{2gh} \text{ oder } h = \frac{v^2}{2g}$$

worin h die Höhe der Flüssigkeitssäule in m bedeutet. Die Formel hat für Flüssigkeiten und Gase Gültigkeit und gilt auch für den Fall, dass die Flüssigkeit oder das Gas nicht ausfliesst, sondern mit der Geschwindigkeit v in das Gefäss eindringt. Es kann also h auch die Höhe einer Luftsäule bedeuten. Das Volumen einer Luftsäule von 1 m Höhe und 1 cm^2 Querschnitt beträgt 100 $cm^3 = 0,100$ Liter.

Bezeichnet man mit p den spezifischen Druck in kg/cm^2 , mit γ das Gewicht eines Liters Luft in kg , mit g die Beschleunigung der Erdschwere, so ist das Gewicht einer Luftsäule von h Meter Höhe:

$$= 0,1 \gamma h = p \text{ gleich der Spannung;}$$

$$\text{da } h = \frac{v^2}{2g}, \text{ so ist } p = 0,1 \gamma \frac{v^2}{2g} = \gamma \cdot \frac{v^2}{20g} \text{ kg/cm}^2.$$

Darin ist v in m/sek ausgedrückt; γ annähernd = 0,00119 kg ; $g = 9,81 m$.

Bei 60 km pro Stunde Luftgeschwindigkeit z. B. wäre also $v = 16,7$ und $p = \frac{0,00119 \cdot 278}{20 \cdot 9,81} = 0,00168 \text{ kg/cm}^2$, d. h. gleich der Differenz der spezifischen Drücke in den Räumen A und B .

Die Ordinaten des erhaltenen Diagramms sind proportional zu p . Aus der Formel $p = \frac{\gamma v^2}{20g}$ kann man die Geschwindigkeit v des Windes berechnen.

Fährt nun ein Eisenbahnzug auf ebener Strecke, so rührt, je nach seiner Geschwindigkeit, ein Teil des Widerstandes, den er zu überwinden hat, vom Luftwiderstand W

her. Dieser Widerstand W setzt sich zusammen aus dem Widerstand gegen die Stirnfläche der Lokomotive und zum Teil auch gegen diejenige der Wagen, sowie aus der Reibung der Luft an den Wagen-Seitenflächen. Der erste Widerstand ist proportional zu v^2 , der zweite proportional zu v . Es ist also der Gesamt-Luftwiderstand

$$W = av + bv^2.$$

Die Bestimmung der Konstanten a und b bietet einige Schwierigkeiten, umso mehr als diese für jede Zugzusammensetzung verschieden sein werden. Die einzige, einigermaßen zuverlässige Methode ist wohl die, dass man bei gleichmässig in der Fahrtrichtung blasendem Wind dieselbe Strecke mit möglichst gleichbleibender Geschwindigkeit hin- und herfährt, und zwar wenn möglich einmal mit der Geschwindigkeit des Windes. Sodann ist es notwendig, wieder mit der gleichen Zugsgeschwindigkeit wie vorher dieselbe Strecke zu befahren, jedoch bei veränderter Windgeschwindigkeit. Daraus erhält man eine genügende Anzahl Gleichungen, um die Widerstände, die nicht vom Wind herrühren, eliminieren und die Konstanten a und b berechnen zu können. Die Windgeschwindigkeit muss dabei auf der Strecke, also nicht im Zuge selbst beobachtet werden, weil der Winddruckmesser infolge der vom Zuge mitgerissenen Luft die Windgeschwindigkeit unter Umständen nur annähernd richtig zum Ausdruck bringt, oder aber, es ist vorgängig den Versuchen zur Bestimmung von a und b eine Reihe von Versuchsfahrten auszuführen, um die Abhängigkeit der Angaben des Winddruckmessers von der wirklichen Windgeschwindigkeit festzustellen. Zu diesem Zwecke vergleicht man an einem windstillen Tag die Angaben des Winddruckmessers mit den jeweiligen Fahr-geschwindigkeiten.

Die beiden Düsen befinden sich etwa 650 mm oberhalb des Wagendaches in möglichst grosser Entfernung vom vordern Aufbau angeordnet; die 1" engl. starken Rohrleitungen führen längs der Querwand zwischen Arbeits- und Werkzeugraum unter den Wagenboden und von hier zum Apparat.

Die Rohrverbindungen sind so angeordnet, dass ein allfällig notwendig werdendes Reinigen der ganzen Leitung leicht vorgenommen werden kann; ein Auswechseln beschädigter Düsen ist ebenfalls möglich.

7. Messung der indizierten Zylinder-Leistung der Dampflokomotiven.

Zur Ermittlung der durchschnittlichen Zylinderleistung der Lokomotiven war man bis vor kurzem genötigt, diese an Hand von Einzeldiagrammen, die mit Hilfe eines gewöhnlichen Indikators aufgenommen wurden, zu bestimmen. Dies verursachte stets eine zeitraubende Arbeit, ganz abgesehen davon, dass infolge der sehr oft wechselnden Verhältnisse, denen die Arbeitsleistung der Lokomotive unterworfen ist, die erhaltenen Resultate wesentliche Ungenauigkeiten aufwiesen. Bei grossen Geschwindigkeiten wird es erst recht nicht möglich sein, die Zahl der aufzunehmenden Diagramme derart zu steigern, dass allen Verhältnissen Rechnung getragen werden kann.

Als eine bemerkenswerte Neuerung sind deshalb die Indikatoren mit Böttcherschen Leistungszählern aufzufassen. Diese von der Firma *Maihak* in Hamburg verfertigten und in den Handel gebrachten Apparate gestatten fortlaufend die mittlere indizierte Leistung festzustellen, indem jedes einzelne im Lokomotivzylinder entwickelte Diagramm registriert wird.

Eine auf der Stirnfläche der Papiertrommel des Indikators ruhende, durch eine leichte Feder auf diese angepresste Zählrolle ist durch geeignete Winkelübersetzung

mit dem in senkrechter Richtung beweglichen Indikatorkolben gelenkig verbunden (siehe Abbildung 26). Infolge des auf dem Kolben lastenden wechselnden Dampfdruckes wird die Zählrolle radial zur Trommelachse aus ihrer Nullage verschoben. Die zu gleicher Zeit in Drehung versetzte Trommel bewirkt auch eine Umdrehung der Rolle, und zwar variiert deren Grösse je nach dem Abstand der Rolle von der Trommelachse. Die fortschreitende Bewegung oder die Drehzahl der Zählrolle ist proportional dem herrschenden Dampfdruck im Zylinder. Ein über dem Zählrad angebrachtes Zählwerk gestattet, innerhalb beliebiger Zeitabschnitte die mittlere indizierte Leistung durch Ablesung der Zählerwerte auf nachfolgend erwähnte Weise festzustellen.

Es sei:

- D der Durchmesser des Dampfzylinders mit durchgehender Kolbenstange in cm ;
- d der Kolbenstangendurchmesser in cm ;
- h der Hub in m ;
- p_i der mittlere indizierte Druck in kg/cm^2 ;
- n die Tourenzahl der Maschine;
- C die für jeden Leistungszähler durch Eichung bestimmte Konstante;
- Z die während einer Beobachtungsdauer t (in Minuten) festgestellte Zählerdifferenz;
- S der Trommelhub des Indikators, gleich der Länge der Diagrammbasis in mm ;
- m der Federmasstab ($m \text{ mm} = 1 \text{ kg}$);
- k das Verhältnis der Fläche des normalen Indikatorkolbens von 0,27 mm Durchmesser zu der Fläche des verwendeten Kolbens.

Es ist dann der mittlere Flächeninhalt f sämtlicher während der Beobachtungszeit t an der Maschine entwickelten Diagramme:

$$f = C \frac{Z}{n \cdot t}$$

Die mittlere indizierte Leistung auf der vordern oder hintern Zylinderhöhe ergibt sich aus folgendem:

$$\text{Es ist } L_i \text{ in PS} = \frac{(D^2 - d^2) \pi}{4} p_i \cdot \frac{2 \cdot h \cdot n}{60}$$

$$\text{Da nun } p_i = \frac{F \cdot k}{S \cdot m} = \frac{C \cdot Z \cdot k}{S \cdot n \cdot t \cdot m}$$

so erhält man für

$$L_i \text{ in PS} = \frac{(D^2 - d^2) \pi}{4} \cdot \frac{C \cdot Z \cdot k}{S \cdot n \cdot t \cdot m} \cdot \frac{2 \cdot h \cdot n}{2 \cdot 60 \cdot 75}$$

Da n aus der Gleichung wegfällt, ist die Bestimmung der Tourenzahl nicht mehr notwendig.

$$\text{Es ist } L_i \text{ in PS} = \frac{(D^2 - d^2) \pi}{4} \cdot \frac{C \cdot Z \cdot k}{S \cdot t \cdot m} \cdot \frac{2 \cdot h}{2 \cdot 60 \cdot 75}$$

Setzt man für alle Konstanten R ein, so ergibt sich für die mittlere indizierte Leistung in PS für eine Zylinderseite der einfache Ausdruck:

$$L_i = R \cdot \frac{Z}{t}$$

Der Wert R lässt sich bei einer bestimmten zu den Versuchen herangezogenen Maschine zum Voraus genau bestimmen, sodass die mittlere indizierte Leistung einer Zylinderseite nach Ablesung der Zählerwerte und der Zeitdauer ohne weiteres ermittelt werden kann.

Da während der Fahrt die Ablesung auf dem Zählwerk der Leistungszähler mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist, sind Versuche unternommen worden, die Zählerwerte auf elektrischem Wege an zur Ablesung besser geeignete Orte zu übertragen. Diese erfolgreiche Verbesserung gestattet, die mittlere Leistung nicht nur zwischen zwei Halten festzustellen, sondern es ist auch die Möglichkeit geboten, diese auf irgend einer beliebigen Strecke der Bahn zu bestimmen. Mit dieser elektrischen Fernübertragung ist auch der Versuchswagen der Schweizerischen Bundesbahnen ausgerüstet.

Von den vier Indikatoren mit Böttcherschen Leistungszählern, die bei Vierzylinder-Lokomotiven die Aufnahme

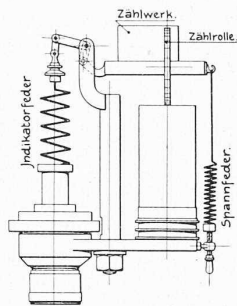


Abb. 26.

einer Maschinenseite gestatten, führen zwei vieradrige Kabel über Kessel und Tender an die Stirnwand des Dynamometerwagens; deren Einführung in den Wagen geschieht durch nach innen trichterförmig sich erweiternde Öffnungen in der Stirnwand, die metallene, die Kabel umschliessende Stöpsel aufnehmen und so einen luftdichten Abschluss herstellen. An der Wagenkastenwand auf der Plattform nimmt eine Verteilertafel die Steckkontakte dieser Kabel auf; von hier führen die Leitungen durch das Untergestell des Wagens nach dem Apparatentisch, wo die Empfänger der Leistungszähler aufgestellt sind. Die Zählerwerke dieser Apparate sind analog den Gebern auf den Indikatoren ausgebildet. Das eine der Messräder des Leistungszählers ist mit einer Kontaktscheibe versehen, die den Stromkreis einer Batterie von Zeit zu Zeit schliesst. In diesem Stromkreis liegt der Auslöse-Elektromagnet eines als Empfängerapparat dienenden Uhrwerkes, der die Ankerhemmung bei jedem Stromstoss auslöst und den Antrieb zweier Messräder frei gibt, die den Rädern des Geberapparates genau ent-

Wettbewerb für die Kant. Bündnerische Versorgungs-Anstalt Realta.

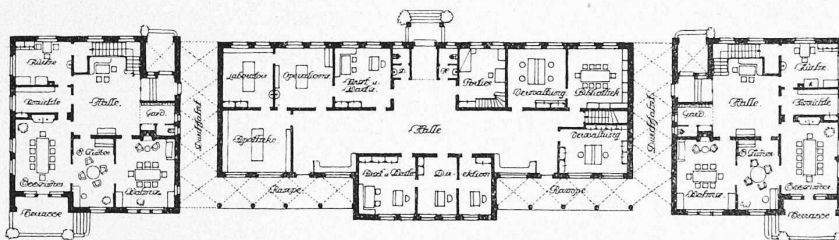
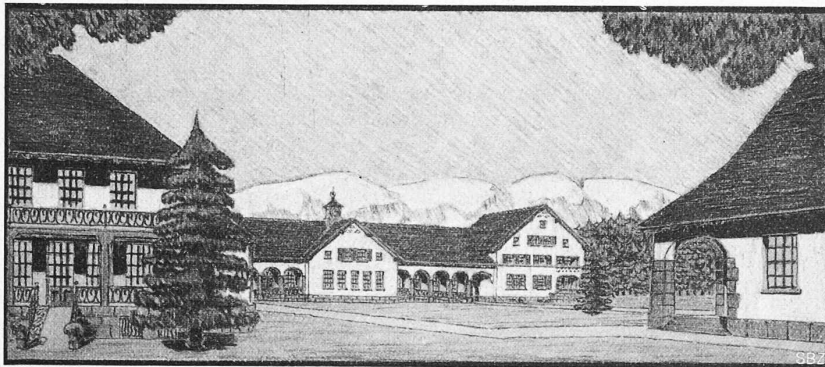
Nachdem uns von der Kantonsbehörde die Wettbewerbspläne für die bei Realta im Domleschg geplante neue kantonale Versorgungsanstalt Realta zur Wiedergabe überlassen wurden, bringen wir auf den folgenden Seiten zunächst die wesentlichen Pläne und Ansichten der beiden im ersten und zweiten Range prämierten Entwürfe zur Darstellung, nämlich den Entwurf Nr. 25 von *Gebrüder Messmer* und Nr. 8 von *Richard von Muralt*, Architekten in Zürich. Hinsichtlich der Programmbestimmungen für die interessante und schwierige Aufgabe sei auf unsere bezügliche Mitteilung in Band LXII, Seite 362 verwiesen.

Wir fügen vom Gutachten des Preisgerichtes die allgemeine Einleitung und die Besprechung der beiden genannten Projekte bei, uns vorbehaltend, den Rest in den nächsten Nummern mit den übrigen drei preisgekrönten Arbeiten folgen zu lassen.

Gutachten des Preisgerichtes.

Es sind 38 Arbeiten zur Beurteilung eingereicht worden. Dieselben sind mit folgenden Kennworten und Nummern versehen: 1. Spluga, 2. Rösslispil, 3. Zweck und Form, 4. Fanny, 5. Misericordia, 6. Am Rhein, 7. Nächstenliebe; 8. Sü, Frischmaing, 9. Osterhas, 10. Psyche, 11. Raum für Alle hat die Erde, 12. Alt-Fry-Rhätien, 13. Heinzenberg, 14. Den Aermsten der Armen, 15. Danke, es besseret, 16. Im Walde, 17. Asyl Realta, 18. Birke und Föhre, 19. Hinter-Rhein, 20. Pinel, 21. Hospitum Summaprada, 22. Raphael, 23. Gegen Süden, 24. Piz Beverin, 25. Den Aermsten, 26. Waldluft, 27. Sonnig, 28. Den Aermsten, 29. Nächstenliebe, 30. Res-Alta, 31. Dreibund, 32. Bünden, 33. Waldhaus II, 34. Licht, Luft, Sonne, 35. Blau Weiss Grau, 36. Hinterrhein, 37. Violauta, 38. Bergkristall.

Mit Ausnahme der Nummern 37 und 38 sind alle Projekte zweifellos rechtzeitig eingeleistet. Bei Nr. 37 ist zu bemerken, dass es sich um eine Sendung aus dem Auslande handelt, die aber von einem Dritten in Chur überbracht und wohl durch diese Spedition etwas verzögert wurde. Bei Nr. 38 ist nur die Berechnung nachgeliefert worden. — Das Preisgericht beschliesst, beide Arbeiten doch zur Beurteilung zuzulassen.



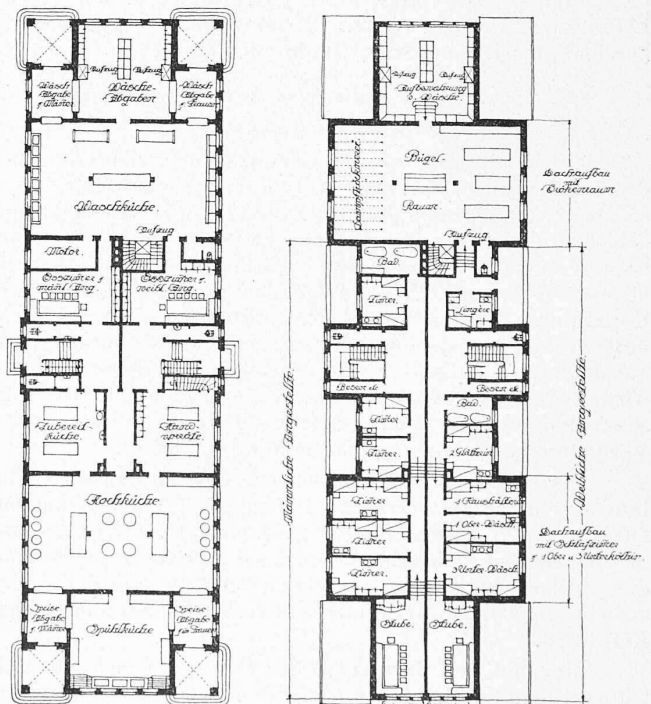
Entwurf Nr. 25. — Architekten Gebr. Messmer, Zürich. — Verwaltungsgebäude.

sprechen. Neben dieser Zählereinrichtung sind noch vier Elektromagnete vorgesehen, die auf dem Registrierstreifen des Apparatentisches nach jedem Stromstoss Knickstriche aufzeichnen. Wenn man die Anzahl Teilstücke des Zählerwerkes kennt, die zwischen jedem Intervall liegen, so ist man in der Lage, die Werte aus der Zahl der Knickstriche zu bestimmen, die zwischen zwei festgelegten Punkten der Strecke liegen, um daraus die mittlere indizierte Leistung festzustellen.

Die erwähnte Anordnung der Kabeleinführung hat den Zweck, bei allfällig eintretenden Zugstrennungen zwischen Lokomotive und Messwagen eine Beschädigung der Kabelverbindungen und der Instrumente zu verhindern. Eine Zugstrennung dieser Art vorausgesetzt, werden durch das Kabel selbst die durch Federkraft in ihrer Lage gehaltenen Stöpsel herausgezogen und auf der Verteilertafel zu gleicher Zeit die Steckkontakte losgetrennt; diese gleiten durch die Trichteröffnungen hindurch und die Verbindung ist vollständig gelöst.

Mit Hilfe dieser Leistungszähler zusammen mit den Angaben des Zugkraftmessers und des Ergometers ist man nun auch imstande, den Eigenwiderstand der Lokomotive zu ermitteln, eine Grösse, zu deren Bestimmung man sich früher unsicherer, wenig zuverlässiger Mittel bedienen musste.

(Schluss folgt.)



Entwurf Nr. 25. — Küchengebäude. — Grundrisse 1:600.