# Die Schweizer. Bahnen und der Schnellverkehr

Autor(en): **Liechty, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 4: **Internationales Flugmeeting Zürich-Dübendorf, 23. Juli bis 1. August**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-49092

**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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

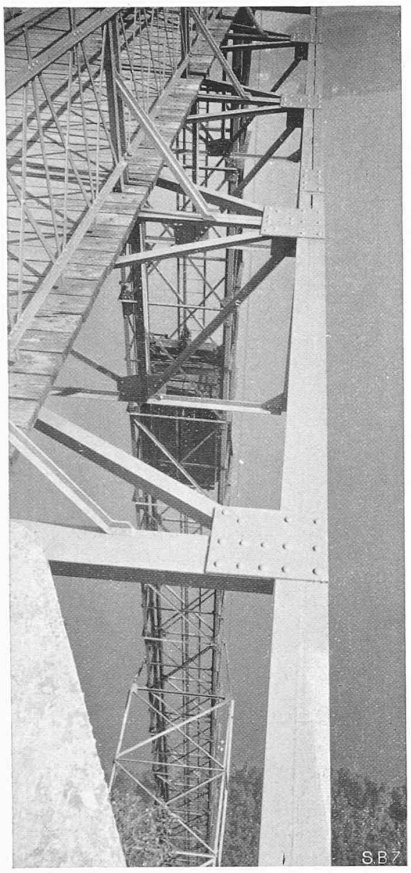

Abb. 3. Der Stahlturm des Hammetschwand-Aufzuges, von oben gesehen

wicht der Tragseile auszugleichen und dementsprechend die Motorleistung zu vermindern, wurden unter der Kabine vier gleich schwere Seile angebracht, die über eine in der Schachtgrube liegende Ablenkrolle zum Gegengewicht geführt und dort befestigt sind. Die Bruchbelastung der vier Tragseile beträgt total 50 t bei einer normalen Nutzlast von 750 kg. Zur Erhöhung ihrer Lebensdauer sind sie von Trulay-Seale Machart, eine Ausführung mit vorgeformten Drähten und Litzen, worin sich die einzelnen Drähte nicht überschneiden.

Grösste Bedeutung wurde der *Fangvorrichtung* geschenkt. Verwendung fand eine Universal - Gleitfangvorrichtung, deren Klemmbacken momentan zur Wirkung kommen und den Reisenden zuverlässig und stossfrei vor einem Absturz schützen. Diese Vorrichtung wirkt sowohl auf der Abwärts- als auf der Aufwärts-Fahrt:

1. Bei abnormaler Dehnung oder Bruch eines, mehrerer oder aller Tragorgane.

2. Beim Reissen des Antriebseiles des Geschwindigkeitsregulators.

3. Bei Erreichung einer Fahrgeschwindigkeit von 3,4 m/s durch Einwirken des Geschwindigkeitsregulators.

Im oberen Teil des Turmes ist ein Fliehkraft-Kugelregulator angebracht, der über ein Getriebe durch die Treibscheibe R angetrieben wird (siehe Abb. 5). Diese Scheibe ist mit einer Keilrinne versehen und trägt das Regulatorseil S, dessen Enden über den, in der Schachtgrube angebrachten Unterteil U des Regulators, und über die Ablenkrollen $R_1$, $R_2$, $R_3$ zur Trommel T geführt werden und dort befestigt sind. Die über der Kabine angeordnete Trommel dreht sich bei normaler Fahrt nicht. Wird jedoch die zulässige Fahrgeschwindigkeit überschritten, so wird bei der Aufwärtsfahrt die Klemmvorrichtung $K_1$, bei der Abwärtsfahrt $K_2$, durch den Geschwindigkeitsregulator betätigt, die Seile werden geklemmt und festgehalten, die Trommel dreht sich bei der Aufwärts- oder Abwärtsfahrt der Kabine in gleichem Sinn und die Verklinkung K wird sofort gelöst. Ueber den Hebel $H_1$, das Gestänge G und die Sperrklinke $H_2$ wird Hebel $H_3$ in der Richtung gegen F ausgeklinkt, die stark vorgespannte Feder F zieht die Achse A, die durch die Trommel geführt ist und presst die Klemmbakken B augenblicklich an die Führungen. Beim Weiterfahren der Kabine wickelt sich das Seil von der Trommel T ab, und durch die Spindeln Sp, die mit Rechts- und Linksgewinde versehen sind, werden die Klemmbacken B, durch Verkürzung der Achse A, mit zunehmender Kraft an die Führungsschienen angepresst, bis der Fahrstuhl zum Stillstand gekommen ist. Diese Anordnung gestattet infolge des grossen Bremsweges ein weiches Abfangen der Kabine selbst bei grössten Fahrgeschwindigkeiten.

Die Ablenkrolle $R_3$ ist über ein Hebelsystem und eine vorgespannte Feder derart mit einer Klinke K verbunden, dass diese ausgelöst wird, wenn das Regulatorseil reisst; die vorgespannte Feder F presst dann, wie oben beschrieben, die Klemmbacken B an die Führungen und die Kabine wird bis zum Stillstand gebremst. Das als Waage ausgebildete Aufhängestück der Kabine ist in gleicher Weise mit der Klinke K verbunden. Bei Schrägstellung des Aufhängungsstückes infolge ungleicher Dehnung der Seile oder bei Bruch eines Teiles der Tragseile werden daher die Klemmbacken B in entsprechender Weise betätigt. Durch am Regulator angebrachte Kontakte wird die Stromzuführung zu den Motoren unterbrochen und die Betriebsbremsen fallen, bevor die Fangvorrichtung zur Wirkung kommt. Der Liftführer kann die Fangvorrichtung mit einem Steckschlüssel vermittelst des Kegelradgetriebes Ke wieder einklinken und dadurch wieder betriebsbereit machen. In der Schachtgrube sind ferner unter der Kabine und dem Gegengewicht Puffer angebracht, die so bemessen sind, dass sie die Kabine bei voller Fahrgeschwindigkeit gefahrlos auffangen können.

Wie aus obiger Beschreibung zu ersehen, sind am Hammetschwand-Aufzug, ausser den sonst üblichen Schutzapparaten, viele neue zusätzliche Sicherheitsvorrichtungen angebracht, die die Benützung gefahrlos gestalten. Der Aufzug erfreut sich eines sehr regen Zuspruches, an schönen Sonntagen befördert er über 2000 Personen. K. G.

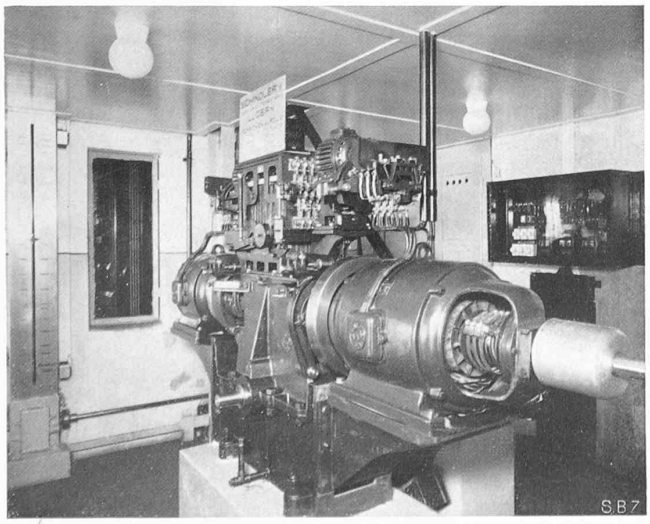

Abb. 4. Antriebswinde des Lifts, links der Standortsanzeiger

## Die Schweizer. Bahnen und der Schnellverkehr

Seit der Einführung der elektrischen Zugförderung um das Jahr 1919 erwartet die schweizerische Oeffentlichkeit häufigere und raschere Eisenbahnverbindungen, wie wir sie aus dem ausländischen Triebwagenverkehr kennen. Diese Hoffnungen sind leider lange unerfüllt geblieben und erst die ausserordentliche Verkehrsabwanderung der letzten Jahre führte dazu, einige Leichttriebwagen und Züge versuchsweise einzuführen. Schon diese wenigen Verbesserungen bestätigten das Bedürfnis nach solchen Verbindungen, zeigten aber anderseits auch das technische Unvermögen, mit dem klassisch gewordenen Rollmaterial solche zu schaffen. Insbesondere muss bei gleichzeitiger Gewichtsverminderung der Lauf der Fahrzeuge unbedingt verbessert werden. In der «Verkehrstechnischen Woche» Heft 9, 1937, findet sich nun ein Artikel von Dr. Deischl, betitelt: «Linienverbesserungen oder gesteuerte Achsen», dem wir zu obigem Problem einige Punkte entnehmen möchten, die auch für unser Land Bedeutung haben.

Als vor etwa 80 Jahren die ersten Bahnlinien gebaut wurden, erlaubten die kleinen vorgesehenen Geschwindigkeiten zur Erreichung einer wirtschaftlichen Bauausführung, besonders in gebirgigem Gelände, noch die Anlegung enger Kurven. Diese bedingen heute recht häufige Geschwindigkeitsbeschränkungen, die sich meistens auf die ganze Linie verteilen. Sie sind im allgemeinen durch Linienverlegung nicht zu umgehen oder dann nur unter Aufwendung grosser Kapitalien. Betriebstechnisch sind sie heute umso erschwerender, als die Züge meistens vor solchen Stellen verzögert und später wieder beschleunigt werden müssen, womit die Reisegeschwindigkeit ganz bedeutend herabgesetzt wird.

Es stellt sich also die Frage, ob nicht durch eine geeignete Fahrzeugausbildung ohne Erhöhung der Entgleisungsgefahr, bei gleichzeitiger Verbesserung des ruhigen Laufes und einer vermehrten Schonung des Geleises, an solchen Stellen höhere Geschwindigkeiten erreicht werden können. Sollte es zum Beispiel gelingen, die bisher nach der Beziehung $v = 4{,}5 \sqrt{R}$ beschränkte Fahrgeschwindigkeit ($R$ = Kurvenradius) auf $v = 6 \sqrt{R}$ zu steigern, so würden praktisch für unsere Verhältnisse alle Geschwin-

digkeitseinschränkungen bis 120 km/h dahinfallen. Diese Geschwindigkeit ist aber anderseits dank der neueren Bremsausrüstungen ohne Aenderung der Signalabstände als zulässig anzusehen.

Massgebend für diese Programmverwirklichung ist, immer nach Deischl, die Entgleisungsgefahr, Kippgefahr und Ruhe des Laufes. Bei der heute bestehenden Geleiseüberhöhung ist mit den gebräuchlichen Fahrzeugbauarten eine dreifache Kippsicherheit für obige Geschwindigkeitsregel noch zu erreichen. Bedeutend mehr Mühe bereitet die Verminderung der seitlichen Reaktionen zwischen Rad und Schiene, die die Ursachen einer Entgleisung oder Schienenverlagerung, die ihrerseits Ruhe und Sicherheit des Laufes stark herabsetzen kann, sein können. Wie aus zahlreichen bekannten theoretischen Arbeiten von Prof. Dr. Heumann, Prof. Jahn, Dr. Bäseler hervorgeht, zerfallen diese Reaktionen in einen statischen und dynamischen Führungsdruck. Der erste ist von der Achsanordnung und der Kurveneinstellung des Fahrzeuges abhängig, der zweite von der Drehbeschleunigung des ganzen Fahrzeuges beim Kurvenlauf. Durch eine sachgemässe radiale Achseinstellung kann der statische Führungsdruck auf Null herabgesetzt werden; durch eine geringe Uebersteuerung der Achsen kann theoretisch auch der dynamische Anteil stark vermindert werden. Die Vorschläge Deischls enthalten ferner einen pendelnd aufgehängten Wagenkasten. Die Arbeit Deischls bildet gewissermassen eine für die Praxis geschaffene Zusammenfassung der vielen in den letzten Jahren durchgeführten Studien und Versuche über den Lauf von Fahrzeugen, über die hier ebenfalls berichtet wurde (vgl. Bd. 105, S. 291*, Bd. 106, S. 22*, Bd. 107, S. 178*, 188*, Bd. 108, S. 163*. Red.)

Massgebend ist also schlussendlich die *Achssteuerung*, und es dürfte für den Leser interessant sein festzustellen, dass diese konstruktiven Anregungen von Dr. Deischl sich mit den bereits in der Schweiz ausgeführten Drehgestellen der Bauart SIG-VRL (Schweiz. Ind. Gesellschaft Neuhausen und Internat. Gesellschaft zur Ausbeutung der Erfindungen Liechty für Geleisefahrzeuge A.-G. Neuenburg) decken. Aus Abb. 1 ist schemat. dessen Durchbildung ersichtlich. Zwei zusammengekoppelte Lenkgestelle bewirken in Abhängigkeit der Verdrehung des Drehgestells gegenüber dem Wagenkasten, d. h. proportional dem Kurvenradius die radiale Achseinstellung. Ein grosser Drehgestellradstand und ein mit zusätzlicher Reibung behafteter Drehring sowie eine Achsdruckausgleichvorrichtung sind die weiteren Kennzeichen, die aus Abb. 2 ersichtlich sind. Das kleine Mehrgewicht dieses Drehgestells wird durch den bedeutend kleineren Kurvenwiderstand bei weitem aufgewogen.

Die Richtigkeit des ganzen Gedankenganges ergibt sich aus den guten Erfahrungen, die während einem $1\,^1/_2$ jährigen strengen Betrieb mit dem in Abb. 2 abgebildeten Drehgestell gesammelt werden konnten. Der geringe Radreifen- und Schienenverschleiss, Bogenwiderstand, Unterhalt und insbesondere der ruhige Lauf veranlassten die Bahngesellschaft, bei der Anschaffung von drei Triebwagenzügen nach Abb. 3 wiederum das Drehgestell SIG-VRL zu verwenden. Ein weiterer Triebwagen wird mit einem solchen Triebdrehgestell ausgerüstet. Für den Schnellverkehr zwischen den Jurastädten Biel - Chaux-de-Fonds - Le Locle und Neuenburg rüsten die SBB aus Mitteln der Stiftung «Jurapfeil» einen Triebwagen mit den gleichen Drehgestellen aus.

Schliesslich zeigt Abb. 4 ein Drehgestell mit gesteuerten Achsen, bestimmt für einen Schnellzugwagen für die SBB. Ausser der mit Querspiel versehenen Wiege besitzt es alle bereits genannten Merkmale. Die Zahl der ausgeführten Drehgestelle mit gesteuerten Achsen wird demnach 16 betragen. Ihren Erfolg verdanken sie nicht zuletzt den langjährigen gutenBetriebsergebnissen mit einer Anzahl einachsiger Lenkgestelle der Bauart VRL, die bereits alle Vorteile der gesteuerten Achsen darlegten.

Es sind damit die mechanischen Grundlagen geschaffen, um den von der Natur uns gestellten Schwierigkeiten begegnen zu können und die Einführung eines wirtschaftlichen und angenehmen Schnellverkehrs auch auf diesem Wege zu fördern. R. Liechty.

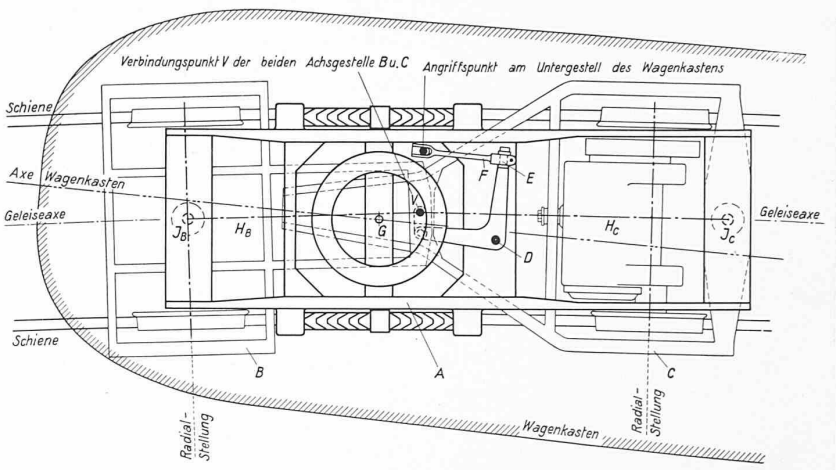


Abb. 1. Schema 1 : 50 des Drehgestells mit gesteuerten Achsen System Liechty

*Anmerkung der Redaktion.* Auf den hier zitierten Artikel Dr. Ing. Deischels hat Ing. R. Liechty der «Verkehrstechnischen Woche» eine kurze Mitteilung eingesandt, ungefähr obigen Inhalts, um zu zeigen, wie weit die Vorschläge Deichels in der Schweiz bereits verwirklicht werden. Sonderbarerweise hat die Schriftleitung der Mitteilung Liechtys ohne irgendwelche Begründung die Aufnahme verweigert, weshalb wir ihren Inhalt hier bekannt geben; eine durch diesen Umstand bedingte teilweise Wiederholung wollen unsere Leser frdl. entschuldigen.

## MITTEILUNGEN

**Unwetterfeste Wohnhäuser.** Wir entnehmen «Beton und Eisen» vom 20. Mai 1937 folgende Mitteilungen über eigentümliche Bauweisen in den U. S. A. Ueber einen etwa 35 km langen, mit seinem Nordende ungefähr 80 km von dem bekannten Luxuskurort Miami entfernten schmalen Streifen der Halbinsel Florida brauste im September 1935 eine Sturmflut, bei der 4,5 m hohe Wellen fast alle Gebäude auf diesem Geländestreifen zerstörten; 700 Menschen büssten dabei ihr Leben ein. Die Regierung bemühte sich, nach diesem Unglück die dort alteingesessenen Familien an anderer, weniger gefährdeten Stelle anzusiedeln, doch weigerten sich diese, ihre Tomatenfelder, Zitronenhaine und Fischplätze aufzugeben, und man kam ihnen dann dahin entgegen, dass man für sie Häuser in einer Bauart errichtete, die eine Wiederholung eines solchen Unglücks ausschliessen soll. Mittlerweile sind von den 90 dort ansässigen Familien 29 in solchen festen Häusern untergebracht. Die neuen Häuser entsprechen in der Grösse denen, an deren Stelle sie getreten sind und haben infolgedessen zwei bis sieben, meist fünf Zimmer. Als Baustoff diente Beton; Gründung, Wände, Decken und Dach sind als ein einheitlich zusammenhängendes Gebilde hergestellt, so dass von den Häusern gesagt wird, sie seien so steif, als ob sie aus einem Felsblock herausgearbeitet worden wären. Die Umfassungsmauern bestehen aus Beton mit schwerer Eisenbewehrung. Sie sind 30,5 cm dick und mit Hilfe von schwalbenschwanzartig tief in den Untergrund eingreifenden Gründungen fest in dem dort anstehenden Korallenfels verankert. Die Innenwände, ebenfalls aus Eisenbeton, sind 15 cm

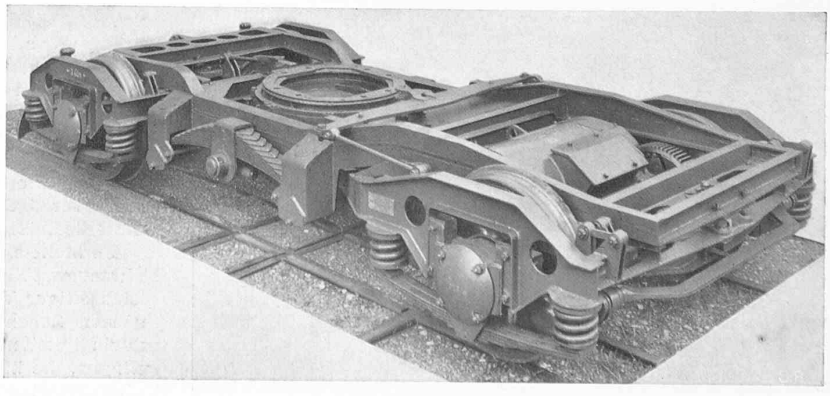

Abb. 2. Liechty-Lenkdrehgestell mit 3400 mm Radstand, erbaut von der S. I. G. Neuhausen

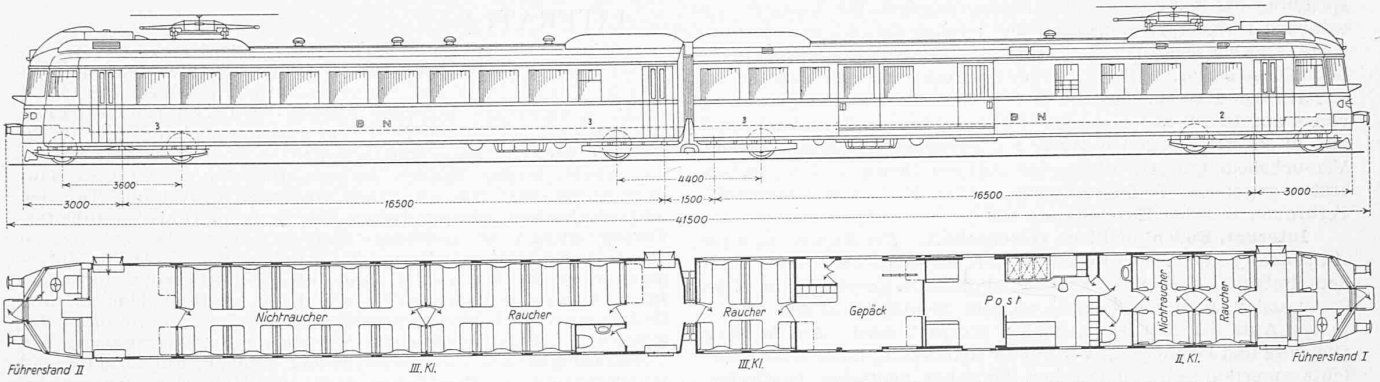


Abb. 3. Zweigliedriger Leichtzug Serie BCFZe 4/6, gebaut von der Schweiz. Industriegesellschaft Neuhausen für die Bern-Neuenburg-Bahn und für die Berner Alpenbahn-Gesellschaft. — Totalgewicht 67,5 t, Sitzplatzgewicht 535 kg, Hohlwellenantrieb von Sécheron mit 4 × 200 PS, $V_{max}$ 110 km/h. Drehgestelle mit gelenkten Achsen System SIG-VRL; mittleres Drehgestell trennbar (Patent SIG).

dick. Ebenso ist das Satteldach ausgeführt, und zu der inneren Versteifung des Hauses dient schliesslich noch die kräftige Platte, die Fußboden und Decke bildet. Damit diese Häuser nicht etwa im ganzen vom Winde umgeweht werden können, ist unter ihrem Fussboden, der 1,5 m über Gelände liegt, ein Wasserbehälter eingebaut, der z. B. bei einem Fünfzimmerhaus ungefähr 100 m³ Wasser fasst und zur Folge hat, dass der Schwerpunkt des Hauses sehr tief liegt. Der Wasservorrat, der durch Regenwasser gebildet und ergänzt wird, dient zugleich zur Versorgung der Bewohner.

Ein Umstürzen dieser Häuser bei einer Sturmflut, die immer mit einem Orkan verbunden ist, hält man für ausgeschlossen, und auch Beschädigungen sind bei ihrer Bauart nicht zu erwarten. Bei Sturm werden die Fenster durch feste Läden geschützt; zur Lüftung dienen dann Luftöffnungen unmittelbar unter dem First. Die Häuser haben bereits eine Probe bestanden. Als bekannt wurde, daß ein Sturm im Anzug sei, versammelten sich die Familien, für die noch keine sturmfesten Häuser vorhanden sind, in den neuen Häusern und blieben dort ungefährdet, bis das Unwetter vorüber war.

**Kreiselpumpen für Schlamm und Abwasser.** Ein Aufsatz von Dr. R. Dziallas in «Z. VDI» Nr. 8/1937 behandelt die allgemeinen Gestaltungsgrundsätze für Kreiselpumpen zum Fördern von ungeklärten städtischen Abwässern, von Schlamm und Abwasser in der chemischen Industrie, von Zuckerlösungen, Zellstoff, Schlacken, Zementschlamm und dergl. Es werden die meist gebräuchlichen Laufradformen besprochen und anhand von Schnittzeichnungen einige Ausführungsbeispiele gezeigt: eine Pumpe für Schlamm mit groben, aber wenig schmirgelnden Verunreinigungen, eine Pumpe mit auswechselbaren seitlichen Schleißwänden für Schlamm mit schmirgelnden Bestandteilen, eine Schlackenpumpe mit vollständig auswechselbarem Einsatzgehäuse und eine Zementschlammpumpe mit ebenfalls auswechselbarem Inneneinsatz. Sämtlichen Bauarten gemeinsam ist die fliegende Anordnung des Laufrades, bei der die günstigste Zuströmung sowie beste Zugänglichkeit erreicht wird und nur eine Stopfbüchse erforderlich ist. Bei der erwähnten Zementschlammpumpe ist diese sogar dadurch ganz vermieden, dass der Laufradeintritt nach der Lagerseite zugekehrt wurde. Zur Vermeidung von Verstopfungen müssen die Laufradkanäle namentlich bei grob verunreinigtem Fördergut möglichst grosse Querschnitte haben. Dies führt zu Rädern mit sehr geringer Schaufelzahl bis herab zu zwei Schaufeln oder mit einem einzigen S-förmigen Kanal. Die Ausführung mit zwei Schaufeln ist strömungstechnisch dem Einzelkanal vorzuziehen; die beispielsweise dargestellten Kennlinien einer Schlammpumpe mit zweischaufligem Laufrad für 3000 l/min zeigen einen sehr flachen Verlauf der Wirkungsgradkurve bei einem Gipfelwert von 65 %, bezogen auf reines Wasser. Die Laufräder werden sowohl mit wie auch ohne seitliche Begrenzungswände ausgeführt, bisweilen werden diese Wände auch nur teilweise weggeschnitten. Die Stopfbüchsen sind je nach Erfordernis entweder mit Fett oder mit Wasser geschmiert. Bei stark schleifenden Beimengungen des Fördergutes werden auch Rückenschaufeln auf beiden Laufradaussenwänden angebracht, um die Rückströmung zur Stopfbüchse bzw. zur Spaltabdichtung des Laufrades möglichst klein zu halten, zudem wird den Spalten Frischwasser zugeführt.

**Modellversuche an Dampfturbinen-Elementen.** Unsere Leser erinnern sich der Veröffentlichung «Die Verwendung von Luft als Untersuchungsmittel für Probleme des Dampfturbinenbaues» von J. Ackeret, C. Keller und F. Salzmann («SBZ» Band 104, S. 259*, 275*, 292*). Sie hat Schule gemacht: Modellversuche mit Luft bilden, seit man über die einzuhaltenden Aehnlichkeitsregeln Bescheid weiss, ein unentbehrliches und bequemes Aufklärungsmittel des Dampfturbinenkonstrukteurs. Schon in dem erwähnten Aufsatz sind solche Versuche im Einzelnen geschildert; weitere Anwendungsbeispiele führt C. Keller in den «Escher Wyss-Mitteilungen» 1937, Nr. 1 an: Untersuchungen der Leitapparat-Strömungen, des Nietkopfwiderstandes, der Druckverteilung im Zwischenraum von Leit- und Laufradscheibe. Z. B. wurde die Ursache einer plötzlichen Aenderung im Charakter der Leitradströmung durch experimentelle Feststellung eines bei sinkender Reynolds'scher Zahl sich bildenden Totluftgebietes an der einen Austrittkante ergründet und Vorkehren gegen diese Ablösungserscheinung durch Versuch auf ihre Tauglichkeit geprüft. — Bei der Einführung der hier in Bd. 105, S. 117* im Schnitt gezeigten Leitradbauart mit gefrästen Kanalstücken und vorgesetzten Tragstegen war der Einfluss dieser Stege zu untersuchen. Wie das Experiment zeigt, stören sie die Strömung kaum. — Zum Zweck des Druckausgleichs zwischen den beiden Radseiten erhalten die Laufradscheiben von Gleichdruckturbinen oft Ausgleichlöcher. Der Luftversuch gab Aufschluss darüber, dass schon zwei Löcher den Axialschub beträchtlich vermindern; eine weitere Versuchsreihe bewies, bei geeigneter Anordnung der Löcher, ihre Unschädlichkeit für den Wirkungsgrad. — Auch über die Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse in dem Ringspalt zwischen Leit- und Laufschaufel schafft der Luftversuch Klarheit und ermöglicht es, die Schaufelung richtiger zu gestalten und Verluste infolge falscher Beaufschlagung zu vermeiden.

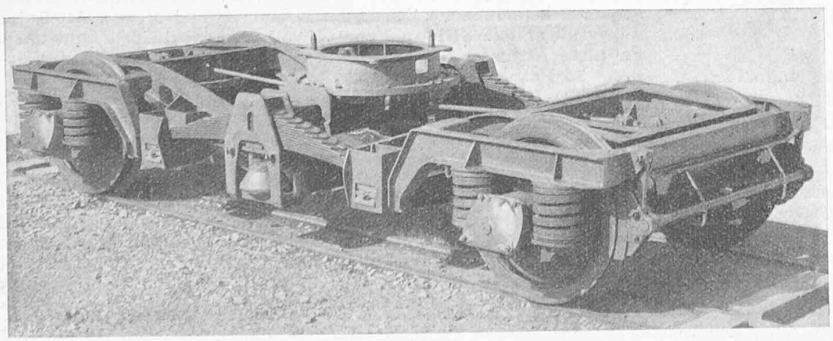

Abb. 4. Neuestes Liechty-Drehgestell des SBB-Wagens $AB_{4^0}$ Nr. 2772

**Benzineinspritzung.** Ein kürzlich der Académie des Sciences vorgelegter Bericht von Labarthe und Ponomareff (abgedruckt in «Génie Civil» vom 29. Mai 1937) betrifft Versuche an einem Explosionsmotor mit Benzineinspritzung, nämlich äusserer Einspritzung in die Ansaugleitung und innerer Einspritzung in den Zylinder. Bei Zweitaktmotoren vermeidet die Einspritzung gegenüber der Brennstoffzufuhr durch Vergaser die Verluste während des Spülvorganges. Sie erlaubt zudem eine genauere Brennstoffregelung an der Förderpumpe als die Gemischdrosselung am Vergaser. Bei der Einspritzung in den Zylinder wurde der höchste mittlere Druck bei Einspritzung in der Mitte des Saughubes erreicht, der geringste Brennstoffverbrauch bei Ein-