Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 65/66 (1915)

Heft: 5

Artikel: Erfahrungen mit Kugellagern im Betriebe der Montreux-Berner-Oberland-Bahn

Autor: Zehnder-Spörry, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-32184

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: 08.01.2026

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

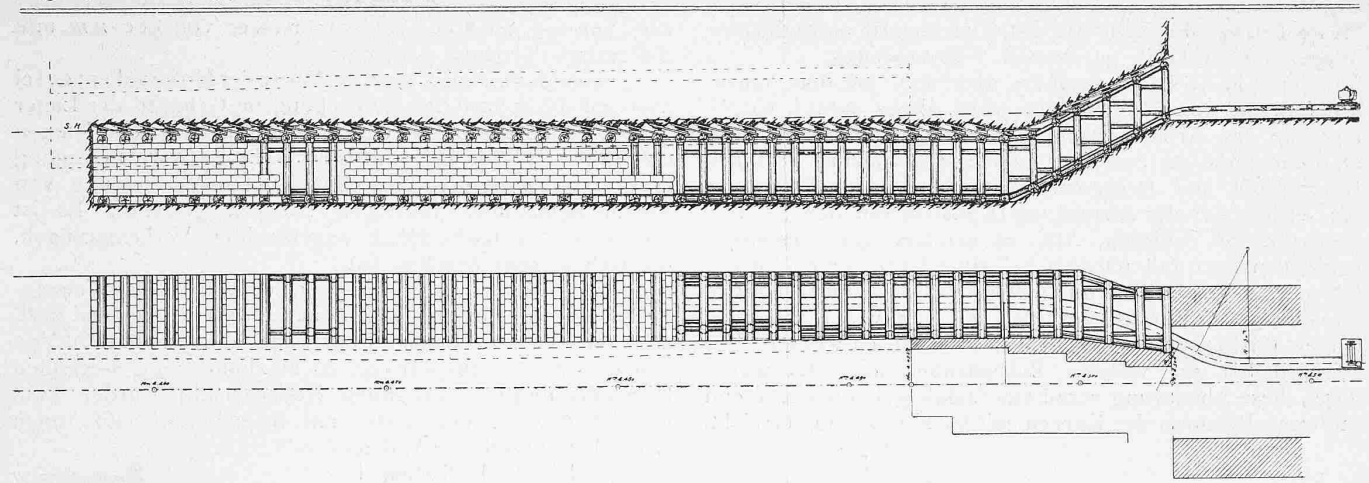

Abb. 20 und 21. Grundriss und Längsschnitt durch Unterstollen links (westlich); Ausmauerung. — Masstab 1 : 300.

Der Ausbau der Druckpartie im Simplontunnel II.

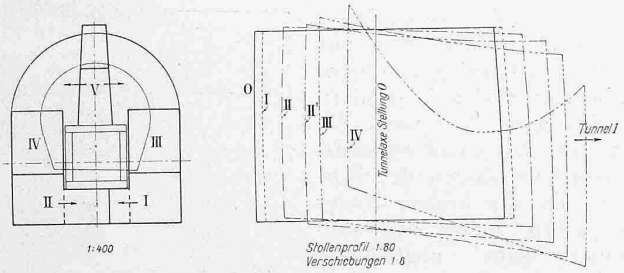

Abb. 24. Uebersichtsprofil des Bauvorganges und Verschiebungen des Lichtraumprofils von Stollen II gegen Tunnel I.

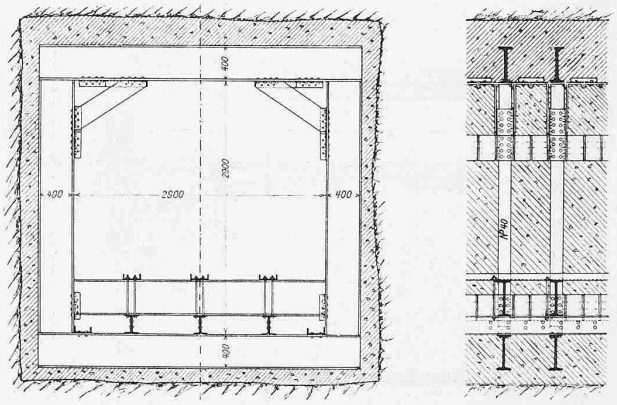

Abbildung 25. Eiserner Einbau des bestehenden Stollens II. Masstab 1 : 80.

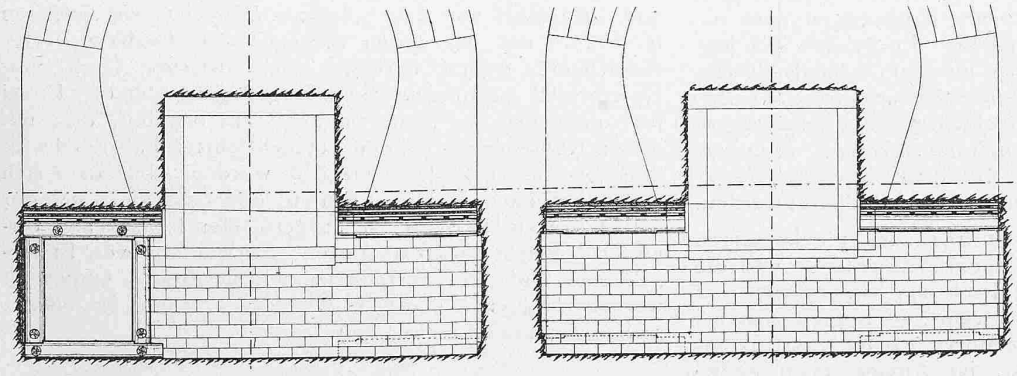

Abb. 22 und 23. Untermauerung der Eisenrahmen und Vollendung des Sohlenblocks. — 1 : 150.

II. Baustadium
(Abb. 14 biz 23).
Unterstollen links für Ausbruch und Mauerung des Sohlenblocks.

Erfahrungen mit Kugellagern im Betriebe der Montreux-Berner-Oberland-Bahn.

Von Ingenieur *R. Zehnder-Spoerry*, Direktor der M. O. B., Montreux.

Die Frage der Verwendung von Kugellagern an Eisenbahnfahrzeugen bildet seit einiger Zeit ein beständiges Traktandum der Kongresse des Internat. Vereins für Strassen- und Kleinbahnwesen. Da ausserdem der Einführung der Kugellager an den Traktionsmotoren, wie aus den von verschiedenen Bahnverwaltungen gegenwärtig in dieser Hinsicht unternommenen Versuchen hervorgeht, in letzter Zeit wieder grössere Aufmerksamkeit geschenkt wird, mögen die bei der Montreux-Oberland-Bahn gemachten Erfahrungen mit Kugellagern etwelches Interesse bieten.[1])

Die ersten mit Kugellager versehenen Fahrzeuge der M. O. B. wurden im Jahre 1910 in Betrieb gesetzt. Es waren dies zwei vierachsige II.-Kl.-Wagen, die durch die Schweizer. Wagonsfabrik Schlieren gebaut wurden. Das gewählte Kugellagersystem ist dasjenige der Firma *Schmid-Roost* in *Oerlikon*, die ihre Kugellager im schweizerischen Eisenbahnbetrieb erstmals an den Fahrzeugen der M. O. B. und der Strassenbahn Zürich-Oerlikon-Seebach in Anwendung brachte. Im Jahre 1911 wurden dann sieben weitere vierachsige Fahrzeuge der M. O. B., worunter ein Speisewagen, in Dienst genommen, die ebenfalls mit Kugellagern gleicher Konstruktion versehen waren.

Die Erfahrungen, die man mit diesen Kugellagerachsbüchsen machte, waren vollauf befriedigende, sodass, als die M. O. B. in den Jahren 1912 und 1913 zu neuen Rollmaterialanschaffungen schreiten musste, für alle Achsen dieser neuen Motorwagen, Personenanhänge- und Güterwagen Kugellager vorgeschrieben wurden. Die guten Resultate, die mit den ersten Wagen der M. O. B. erzielt wurden, waren inzwischen übrigens auch bestätigt worden durch die Erfahrungen an andern schweiz. Schmalspurbahnen, bei denen seit 1910 die Kugellager von Schmid-Roost immer allgemeiner sich Eingang zu verschaffen vermocht hatten[1]).

[1]) Bericht über die Betriebserfahrungen bei der Rh. B. folgt. *Red.*

[1]) Vergl. die Konstruktionsangaben sowie Abbildung 8 Band LXIV, Seite 147 (26. IX. 1914).

Heute beträgt die Zahl der mit Kugellagern ausgerüsteten Wagen der M. O. B. 39, wovon 7 Motorwagen.

Die M. O. B. beschränkte sich aber bei den Neuanschaffungen von Rollmaterial nicht allein darauf, Kugellager an den Achsschenkeln zu verwenden, sondern führte, als erste Bahn der Schweiz, Kugellagerabstützung zwischen Untergestell und Drehgestell der vierachsigen Fahrzeuge ein. Diese Art der Abstützung (Konstruktion der *Schweiz. Wagonsfabrik Schlieren*, Abb. 6) erschien ganz besonders empfehlenswert und nützlich bei einer Bahn, deren Linienführung so zahlreiche und teilweise sehr scharfe Kurven (40 und 50 *m* Radius) aufweist, die von verhältnismässig langen (bis 15,55 *m*) Fahrzeugen durchfahren werden. Der Versuch fiel zur vollsten Zufriedenheit aus. Es wurde durch diese Abstützung vermittels Stahlkugeln ein bedeutend sanfteres Befahren der Kurven mit kleinem Radius erreicht.

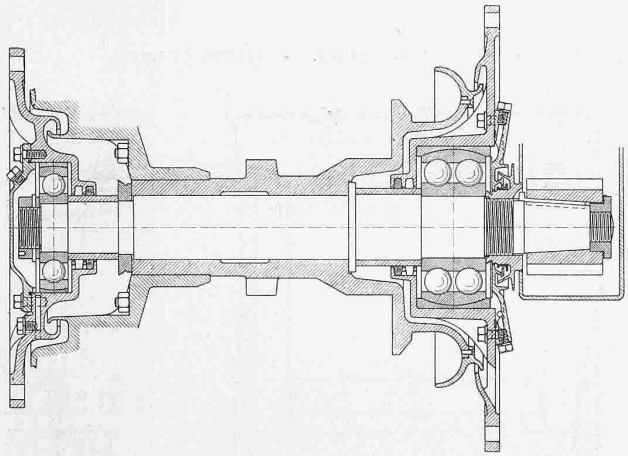

Abb. 1. Kugellagerung der Motorankerwelle. — 1 : 10.

Im Jahre 1912 ging die M. O. B. wieder einen Schritt weiter, indem sie bei zwei neuen Motorwagen auch die Motorlager als Kugellager ausbildete. Es handelt sich hier um acht Motoren, jeder von der für eine Schmalspurbahn bemerkenswerten normalen Stundenleistung von 114 *PS*. Die Motoren wurden von der Elektrizitätsgesellschaft Alioth in Münchenstein, die Wagen durch die *Schweizer. Industriegesellschaft Neuhausen* gebaut. Die Kugellager sind wieder von der Firma *Schmid-Roost* entworfen und geliefert worden.

Diese Wagen stehen seit 1912 im regelmässigen Dienst. Haben sich die Achsschenkel-Kugellager und die Kugellagerabstützung zwischen Dreh- und Untergestell von Anbeginn an als einwandfrei bewährt, so zeigten sich bei den Kugellagern der Traktionsmotoren, wo der Konstrukteur räumlich sehr beschränkt war, im Anfang noch einige Kinderkrankheiten, die dann aber im Laufe der Zeit durch Verbesserungen, die sich aus den Betriebserfahrungen ergaben, eliminiert wurden. Heute, und seit geraumer Zeit, funktionieren auch diese aus allerbestem Material und mit einer erstaunlichen Genauigkeit gebauten Kugellager an den Motoren trotz der sehr erheblichen Lagerdrücke und den grossen seitlichen Stössen, die beim Durchfahren der Kurven in den tiefliegenden, seitlich nicht abgefederten Motoren auftreten, vollkommen störungsfrei, sodass man sie nicht mehr missen möchte. Es sei dabei noch besonders darauf hingewiesen, dass die Motoren bis 1660 *Uml/min* machen, entsprechend einer maximalen Fahrgeschwindigkeit von 45 *km/h* bei Raddurchmesser von 900 *mm* und Zahnradübersetzung 1 : 6,286.

Abbildung 1 zeigt die Kugellager der Motoranker; es sei auch auf die sphärische Ausdrehung im Gehäuse der Lager aufmerksam gemacht, die den, die Kugeln haltenden Ringen eine durch die Durchbiegung der Welle bedingte Bewegung und eine zwanglose Einstellung unter Vermeidung von Klemmungen und einseitigen Drücken gestattet. Es ist dies eine der nachträglich angebrachten Verbesserungen, die sich bestens bewährt hat.

Eine interessante Neuerung bezüglich der Verwendung von Kugellagern wurde ausserdem an einem Rollschemel der Zweisimmen-Lenk-Bahn durchgeführt. Von den drei zum Transport von im Maximum 30 *t* wiegenden Normalbahnwagen dienenden Rollschemeln wurden zwei mit Gleitlagern, der dritte mit Kugellagern und freien Laufrollen versehen (Abb. 2 bis 4). Dieser Rollschemel besitzt festgelagerte, mit den Drehgestellen festverschraubte Radachsen, auf denen die Räder lose aufgesetzt und vermittels Kugeln gelagert sind (Abb. 5). Diese Konstruktion weist nicht nur den Vorteil geringern innern Widerstandes auf, sondern ergibt ganz besonders ein sanftes, stoss- und reibungsfreies Durchlaufen der Kurven, da die beiden Räder derselben Achse von einander ganz unabhängig sich drehen können. Diese Rollschemel-Konstruktion und Lagerung (✠ Patent Nr. 65648) wurde entworfen und ausgeführt von der *Schweizer. Wagonsfabrik Schlieren* im Verein mit der Firma *Schmid-Roost*, Oerlikon. Der Rollschemel besitzt übrigens auch zwischen Dreh- und Untergestell Abstützung durch Kugellager (Abb. 6). Es sei hier nebenbei als nicht uninteressant erwähnt, dass mit diesen Rollschemeln bei den Versuchsfahrten Fahrgeschwindigkeiten bis zu 50 *km/h* erreicht wurden, ohne dass sich Unzulänglichkeiten gezeigt hätten, und dass diese mit der automatischen Hardybremse ausgerüsteten Rollschemel vermittels Umstellbremsgestänge und Zuschaltung von Bremszylindern auf drei verschiedene Bremsdrücke eingestellt werden können. (Totaler Klotzdruck 5400 *kg*, bezw. 10800 *kg*, bezw. 16800 *kg*.)

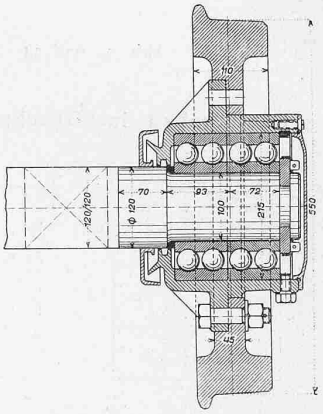

Abb. 5. Kugellager der Laufrollen auf den feststehenden Achsen. Masstab 1 : 10.

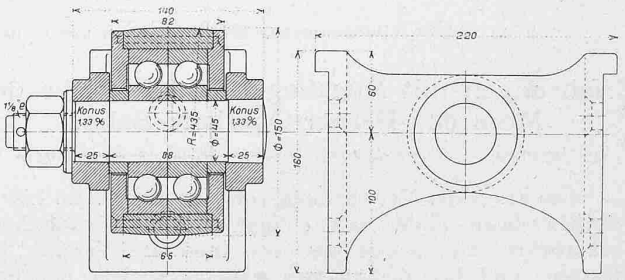

Abb. 6. Kugellager-Abstützung zwischen Untergestell und Drehgestell.

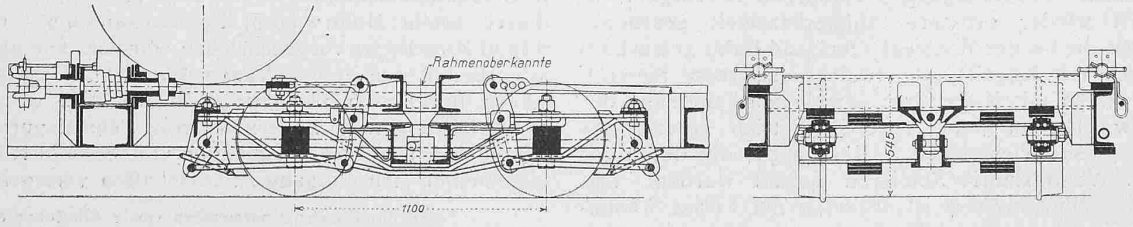

Abb. 4. Kugellager-Rollschemel der M. O. B. und der Zweisimmen-Lenk-Bahn. — Längs- und Querschnitt eines Drehgestells. — 1 : 30.

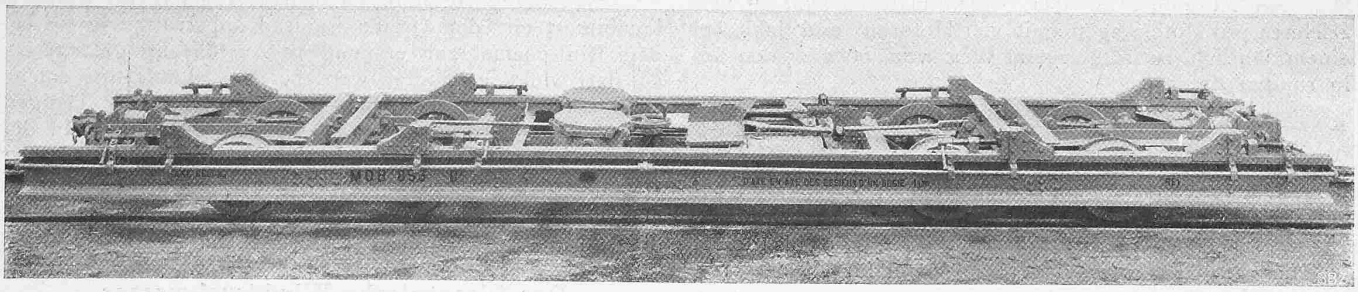

Abb. 2. Rollschemel der M. O. B., gebaut von der Schweiz. Wagonsfabrik Schlieren mit Kugellagern von Schmid-Roost, Oerlikon.

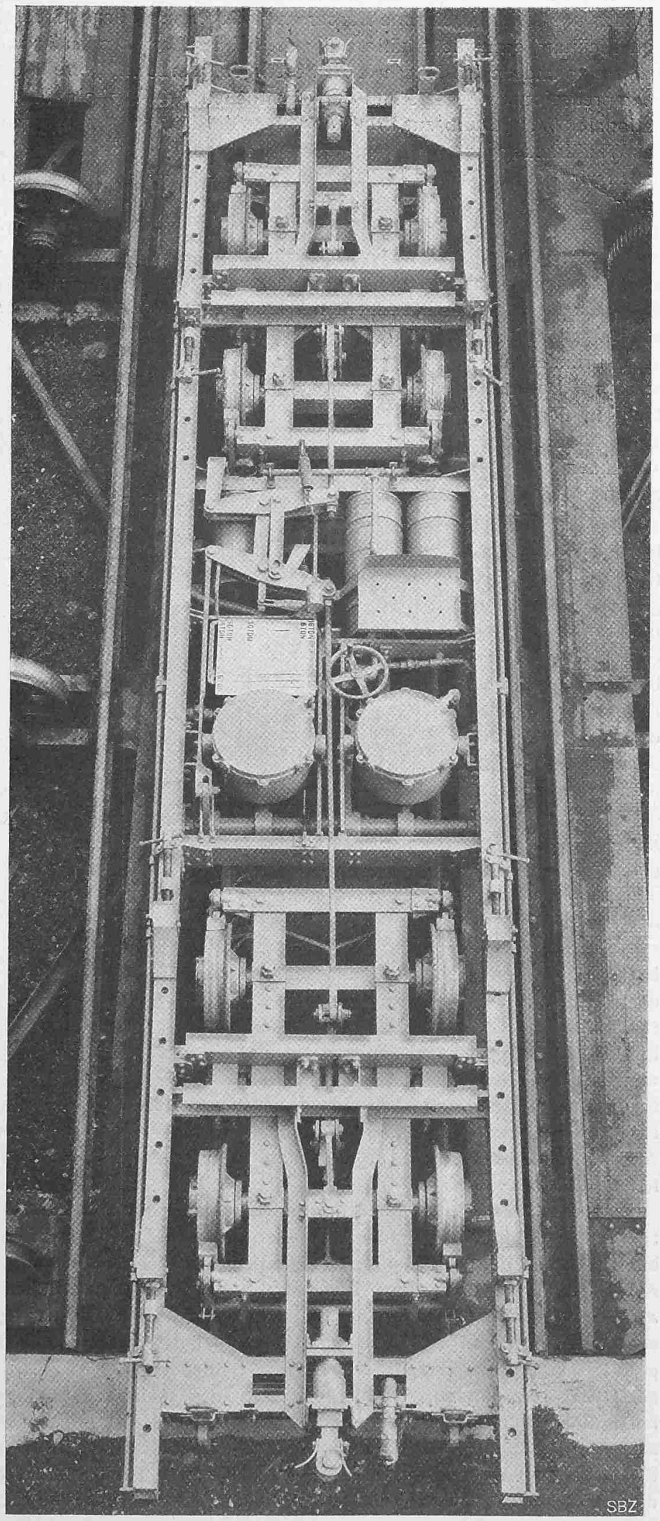

Abb. 3. Draufsicht auf den Kugellager-Rollschemel der M. O. B.

Um die Eigenwiderstände der zwei verschiedenen Rollschemeltypen möglichst genau miteinander vergleichen zu können, wurden im Juni 1914 mit denselben auf den Strecken Zweisimmen - Lenk und Zweisimmen - Oeschseite der M. O. B. Versuche vorgenommen, wobei zwischen dem Rollschemel und dem Motorwagen ein registrierendes Dynamometer eingeschaltet wurde. Damit die erhaltenen Resultate miteinander besser verglichen werden können, trotzdem die Eigengewichte der Rollschemel etwas verschieden sind (Rollschemel mit Gleitlager 6500 *kg*, Rollschemel mit Kugellager 6900 *kg*), wurde das Totalgewicht des beladenen Rollschemels bei allen Versuchsfahrten auf 26 *t* festgesetzt. Die aufgenommenen Diagramme machen allerdings wegen den fortwährenden Erschütterungen und den zahlreichen, sich rasch folgenden Kurven, und da das Dynamometer keine Dämpfervorrichtung besass, nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch. Ein einigermassen zuverlässiger Gleichgewichtszustand trat in einer etwa 250 *m* langen, gradlinigen Strecke auf. Die dort erhaltenen Aufzeichnungen des Dynamometers ergaben als Eigenwiderstand des

Rollschemels mit Gleitlager rund 5,3 *kg* pro *t*,
„ „ Kugellager rund 2,3 *kg* pro *t*.

Bei den, einen viel grösseren inneren Widerstand aufweisenden Motorwagen wird ersterer, ganz besonders in den Kurven, durch die Verwendung der Kugellager an Achsschenkeln und Abstützungspunkten der Untergestelle auf dem Drehgestell prozentual noch in viel erheblicherem Masse herabgemindert.

Die mit Kugellagern ausgerüsteten Fahrzeuge der M. O. B. haben bis Juli 1914 folgende Fahrleistungen aufzuweisen:

2 Motorwagen mit Kugellagern auch an Motoren	125 000 *km*
5 Motorwagen mit Kugellagern nur an den Achsschenkeln und teilweise auch an den Auflagepunkten der Untergestelle . .	390 000 „
9 Personenanhängewagen und 1 Speisewagen	670 000 „
Güterwagen	9 000 „
Rollschemel	3 400 „
Total	1 197 400 *km*

Auf Grund dieser Fahrleistungen können vorläufig folgende vergleichende Angaben über den Unterhalt und die Schmierung der Fahrzeuge mit Gleit- und Kugellagern gemacht werden, die indessen, wie bemerkt, in Anbetracht der teilweise noch etwas kurzen Betriebszeit nicht als endgültig anzusehen sind:

Die *Gleit*lager der Achsen werden geschmiert in Intervallen von etwa 10 bis 15 Tagen bei Motor- und Personenanhängewagen und von etwa einem Monat bei den Güterwagen; diejenigen der Motoren je alle drei Tage. Bei den *Kugel*lagern der Achsen ist ein Schmieren nur etwa alle sechs Monate nötig; bei den Kugellagern der 114 *PS* Motoren, die fast ständig vollbelastet arbeiten, etwa alle 10 bis 12 Tage. Die Grösse des Zeitraums von einer Schmierung bis zur nächsten hängt bei den Motorlagern natürlich zum Teil auch von der elektrischen Erwärmung des Motors ab.

An Ausgaben für das Schmiermaterial sind zu verzeichnen pro Motorwagen (mit vier Motoren) und Jahr, bei einem jährlich zurückgelegtem Weg von etwa 27 000 *km* in runden Zahlen:

für die 8 *Gleit*lager an den Achsschenkeln des Motorwagens (gewöhnl. Wagenöl)	15 Fr.
für die 8 *Kugel*lager an den Achsschenkeln (Spezialöl für Kugellager) . .	7 bis 8 Fr.
und für die 8 Motor*gleit*lager eines Motorwagens (Mineralöl)	95 bis 120 Fr.
für die 8 Motor*kugel*lager (Spezialöl für Kugellager)	20 Fr.

Die Angaben beziehen sich lediglich auf den stärksten Motorwagentyp der M. O. B., d. h. auf die Motorwagen mit je vier Motoren zu 114 *PS*, also mit einer Totalleistung von rund 460 *PS* pro Motorwagen.

Die Gleitlager müssen neu mit Komposition ausgegossen werden nach einem zurückgelegten Weg von 30 000 bis 60 000 *km*, d. h. alle ein bis zwei Jahre. Die Lebensdauer der Kugellager kann nach den bei der M. O. B. gemachten Erfahrungen auf etwa zehn Jahre bei den Motorlagern und auf etwa 15 Jahre bei den Achsschenkeln geschätzt werden. Tatsächlich sind Kugellager ähnlicher Konstruktion, aber anderer Herkunft, an Wagen der Preussischen Staatsbahnen unseres Wissens über neun Jahre ohne Reparatur in Dienst gestanden. An Beschädigungen, die an Kugellagern aufgetreten sind und ein Eingreifen der Werkstätten erfordert haben, sind anzuführen drei Fälle von gebrochenen Stahlkugeln an Achsschenkeln und einige Reparaturen an den Motorkugellagern zur Hebung der früher erwähnten Anfangsschwierigkeiten. Nach den bei der M. O. B. gesammelten Erfahrungen sind demnach Kugellager für Fahrzeuge von Schmalspurbahnen sehr empfehlenswert. Die Vorteile, die sie gegenüber den Gleitlagern aufweisen, sind insbesondere:

1. Ersparnisse an Schmiermaterial, sowie an Zeit und Personal für das Schmieren und die Reparaturen; geringerer Eigenwiderstand, besonders in Kurven, daher auch leichteres Manövrieren einzelner Fahrzeuge in den Bahnhöfen ohne Zuhilfenahme von Motorwagen oder Lokomotiven.

2. Sanfteres und leichteres Anfahren der Züge, infolge des ganz erheblich kleinern (etwa zehnmal geringern) Anfahrwiderstandes.

3. Eine Abnützung der Welle tritt bei Kugellagern der beschriebenen Konstruktion sozusagen überhaupt nicht ein, da die Innenringe der Kugellager fest auf der Welle aufsitzen, sodass eine Relativbewegung der Innenringe zur Welle nicht eintritt und ein Ausarbeiten der Welle, wie dies bei Gleitlagern auch bei bester Schmierung vorkommt, vermieden wird. Bei allfälligem Austausch der Kugellager ist also ein Nacharbeiten der Welle nicht nötig, wodurch eine Verkleinerung des Durchmessers und die damit verbundene Schwächung vermieden werden.

Hierzu kommt bei den Motorkugellagern noch der Vorteil, dass ein Streifen des Ankers auf den Polstücken, was meistens schwere Beschädigungen der Motoren nach sich zieht, ausgeschlossen ist. Da nach dem Obengesagten eine Abnützung der Lager bei Anwendung von Kugellagern an den Motoren vermieden wird, bleiben auch Distanz und Lage der Zahnräder immer gleich.

Die Kugellager weisen auch eine kleinere Gefahr des Warmlaufens auf.

Die Verwendung der Kugellagerabstützung zwischen Untergestell und Drehgestellen vermindert in ganz beträchtlichem Mass das Zwängen der Fahrzeuge beim Durchfahren der engen Kurven, wo, wie die tiefen Ausfressungen in den früher verwendeten seitlichen Gleitsegmenten beweisen, trotz sorgfältiger Schmierung derselben, grosse und unberechenbare Widerstände auftraten. Diese Widerstände sind bei Kugellagerabstützung bedeutend kleiner, wodurch sowohl das ganze Fahrzeug, als auch der Oberbau stark geschont werden.

Was dann im besonderen noch die Kugellageranordnung, kombiniert mit dem freien Laufrad anbetrifft, wie sie bei dem Rollschemel zur erstmaligen Ausführung gelangt ist, so darf wohl behauptet werden, dass durch eine solche Konstruktion das Bestreben zur Verhütung der lästigen Riffelbildung der Schienen stark unterstützt wird. In der Tat wird die beim ungleichmässigen Abrollen zweier starr verbundener Bandagen auftretende Kompression des Materials am Schienenkopf bei Verwendung loser Laufrollen zum grossen Teil vermieden.

Der Giessen'sche Winddruckmesser.

Vor einem Jahrzehnt verfügte die Wissenschaft noch über keinen Winddruckmesser, der die Bestimmung der Mittelkraft des Windes auf beliebig geformte Körper und Flächen nach Lage, Grösse und Richtung ermöglicht hätte. Um die bei den bestehenden Apparaten empfundene Unsicherheit zu beseitigen, wurde im Jahre 1902 vom preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten ein internationaler Wettbewerb zur Erlangung einer Vorrichtung zum Messen des Winddrucks ausgeschrieben. Die Vorschriften dieses Wettbewerbs haben wir seinerzeit in Bd. XXXIX, S. 10, wiedergegeben. Im ganzen gingen etwa 100 betriebsfähige Apparate und etwa 40 Entwürfe ohne Apparat vom In- und Ausland ein. Nur zwei, von *Giessen* in Friedrichsort und Dr.-Ing. *Reissner* in Berlin eingegebene Druckmesser erfüllten die gestellten Bedingungen ganz. Ueber die Konstruktion des mit dem ersten Preis bedachten Winddruckmessers von *Giessen* entnehmen wir einer vom Erfinder verfassten Beschreibung in der „Z. d. V. D. I." die nachstehenden Einzelheiten.

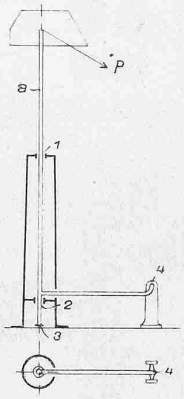

Abbildung 1.

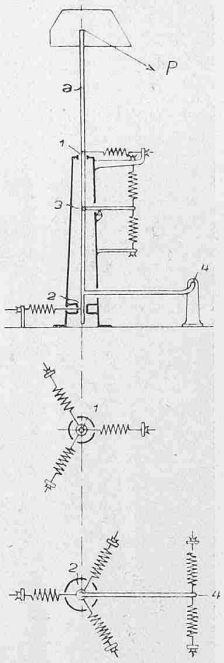

Abbildung 2.

Dem Apparat liegt folgender Konstruktionsgedanke zugrunde: Befestigt man am obern Ende eines Stabs *a* einen beliebig geformten Körper und stützt diesen Stab, wie in Abbildung 1 gezeigt, an vier Stellen 1, 2, 3, 4, so wird eine vom Wind am Druckkörper erzeugte Kraft *P* in den Lagerstellen ganz bestimmte Drücke erzeugen. Kann man diese messen, so ist man auch in der Lage, die Kraft *P* nach Grösse, Lage und Richtung aus den Einzeldrücken zu bestimmen. Gibt man nun dem Stab in den Stützpunkten einen geringen Spielraum, und ordnet in oder um diesen Punkten nach Abbildung 2 Federn an, so wird man durch Anspannen gewisser Federn in der Lage sein, den durch die Kraft *P* aus der Mittellage gebrachten Stab wieder genau in diese zu bringen. Das Mass der Anspannung der Federn ergibt dann die in den Lagerstellen herrschenden Drücke.

Die Lösung der Aufgabe bestand nun darin, eine Einrichtung zu finden, die das Anspannen der Federn selbsttätig besorgte und die Grösse der Federkräfte gleichzeitig aufzeichnete. Die Abbildung 3 zeigt die hierzu entworfene Einrichtung, die wie folgt arbeitet: *a* ist der vertikale Stab, im Punkte 2 gedacht, *b* eine der zu spannenden Federn. Der Stab ist unter Einschaltung eines Hebels *c* durch eine Gelenkstange *d* mit dem Schieber *e* eines Steuergehäuses *f* verbunden. Wird der Stab aus seiner Mittellage nach links verschoben, so zieht er auch den Schieber aus seiner Mittelstellung nach links und lässt Druckflüssigkeit auf die Kolbenstangenseite des hydraulischen Kolbens *g* treten, wodurch die Feder gespannt wird, und zwar tritt so lange Flüssigkeit ein, bis die Feder genügend gespannt ist, um den Stab wieder in seine Mittellage zurückzuziehen. Ist der Stab in dieser Stellung angelangt,