

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Nr. 4 Sonnabend, den 27. Januar 1900. Band XXXXIV.

Seite 130ff. Die einschienige Schwebebahn Barmen–Elberfeld–Vohwinkel / Einschienige Bahn, Bauart Behr / Elektrische Bahnen in Deutschland

Rundschau.

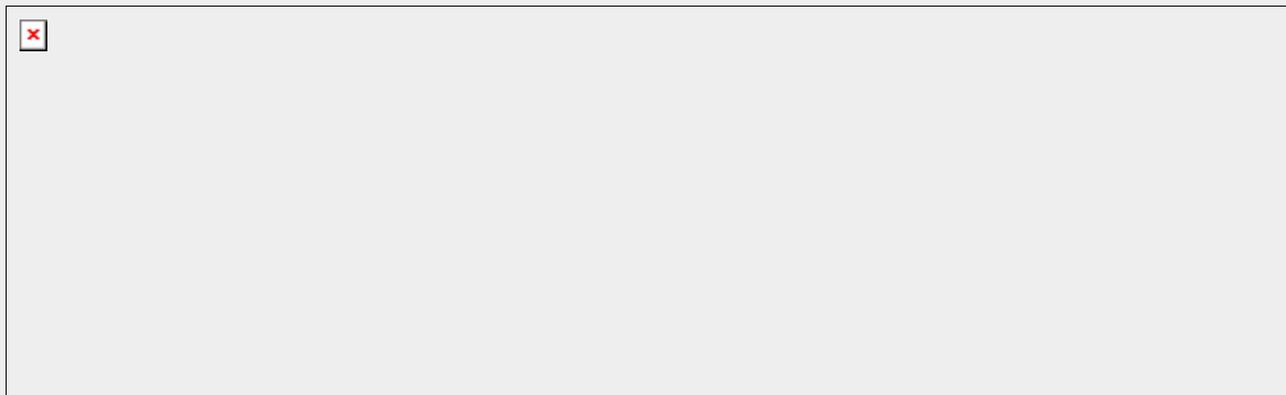
Die einschienige Schwebebahn Barmen–Elberfeld–Vohwinkel, die erste Ausführung der Patente von Eugen Langen in Köln in großem Maßstabe, ist in der Herstellung so weit gediehen, dass ein Teil der Strecke bereits zu Probefahrten benutzt werden kann, während die Fertigstellung der gesamten Bahn in diesem Jahre erwartet wird. Eine Darstellung und Würdigung hat die Langensche Bauart in dieser Zeitschrift bereits gefunden¹⁾ [1] Z. 1895 S. 1456.]. Ueber die technische Weiterentwicklung der Langenschen Schwebebahn und die damit gemachten Erfahrungen sowie über die Entstehungsgeschichte und den Bau der die Städte Barmen, Elberfeld und Vohwinkel verbindenden Bahn giebt eine von den Unternehmern dieses Baues, der Kontinentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen, herausgegebene Denkschrift²⁾ [2] Einschienige Schwebebahnen nach den Patenten Eugen Langen, Köln a/Rh. Elberfeld 1899.] Aufschluss. Dieser Denkschrift entnehmen wir das Folgende.

Die in der ersten Zeit bevorzugte Anordnung der Schwebebahn mit 2 Schienen führte zum Bau einer derartigen Versuchstrecke in Köln. Die Versuchstrecke von 100 m Länge war in sich geschlossen und wies 2 Krümmungen von 10 m Radius auf. Es konnte eine Geschwindigkeit von

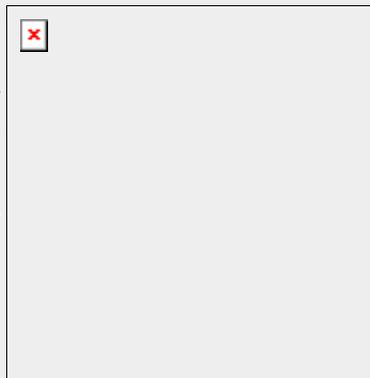
12 km/Std erreicht werden. Unmittelbar an diesen Versuch schloss sich der Bau einer zweiten Versuchstrecke von denselben Abmessungen, aber mit einschieniger Anordnung an. Die Wagen waren an 2 Drehgestellen pendelnd aufgehängt und konnten frei nach der Seite ausschwingen. Die Versuche ergaben, dass die einschienige Anordnung der zweischienigen wesentlich überlegen war, denn die Geschwindigkeit konnte bis auf 20 km/Std gesteigert werden. Hierbei stellten sich die Wagen allerdings bis zu einem Winkel von 25° schief, ohne dass die Insassen jedoch, gleichfalls der Zentrifugalkraft unterworfen, das Gefühl der Unsicherheit gehabt hätten.

Die günstigen Ergebnisse der Versuchsfahrten führten dazu, im Wettbewerb mit einer für die Städte Barmen,

Elberfeld und Vohwinkel geplanten normalen, als Stadtbahn auszuführenden Hochbahn den Entwurf einer Schwebbahn einzureichen, zu dessen Gunsten das Gutachten der Sachverständigen ausfiel. Ursprünglich war in dem Entwurf noch die zweischienige Anordnung vorgesehen. Nachdem man sich inzwischen aber von den wesentlichen Vorteilen der einschienigen Anordnung überzeugt hatte, wurde diese endgültig zur Ausführung bestimmt.



Die Bahn ist 13,3 km lang und wird zweigleisig ausgebaut; sie läuft zumteil über dem Bett der Wupper, s. Textblatt 3, zumteil durch städtische Strafsen. Auf den Hauptgleisen kommen im allgemeinen nur Krümmungen von 90 m Halbmesser vor, während man in den Verschiebegleisen auf Krümmungen von 8 m Halbmesser heruntergegangen ist. Die stärkste Steigung beträgt 4,5 pCt. Die Krümmungen und Steigungen sind so bemessen, dass in den Hauptgleisen nirgends eine Verringerung der Geschwindigkeit erforderlich wird.



Das Eisengerüst der Bahn sowie die Wagen und ihre Aufhängung sind in Textblatt 3 und den Figuren 1 bis 4 dargestellt. Ueber der Wupper wird das Eisengerüst durch schrägstehende Stützen getragen, Fig. 1 und 2, in den Strafsen durch portalartige Stützen, Fig. 3 und 4. Die Stützen sind als Pendelstützen ausgebildet, die bei Verschiebung der Bahn infolge von Temperaturänderungen nachgeben können. Um den Längsschub der Bahn aufzunehmen, sind alle 200 bis 300 Meter feste Joche eingeschaltet, von denen aus sich die Bahn nach beiden Richtungen verschieben kann. In der Mitte zwischen 2 festen Jochen befindet sich eine Ausgleichstelle für die entstehende Lücke.

Die Wagen hängen an 2 Drehgestellen, deren Abstand 8 m beträgt. Jedes Drehgestell hat 2 Laufachsen, zwischen denen ein Elektromotor, welcher bei 500 V 36 PS leistet, eingebaut ist. Die Anordnung und Aufhängung der Drehgestelle sind in Fig. 5 und 6 dargestellt. Der Drehgestellrahmen r umfasst den Schienenträger t mit geringem Spielraum, sodass sich die Räder nicht von den Schienen abheben und die Wagen sich beim Brechen eines Konstruktionsteiles nicht von der Bahn loslösen können. Der Strom wird durch einen Gleitschuh von einer Kontaktschiene entnommen. Die Geschwindigkeit wird in derselben Weise wie bei den Strafsenbahnen durch Parallel- und Hintereinanderschalten der Motoren und durch Einschalten von Widerständen geregelt. Gebremst werden die Wagen mechanisch mittels einer Westinghouse- und einer Handbremse, außerdem elektrisch durch Kurzschlussbremsung und mittels Rückstromes. Es ist zunächst eine Fahrgeschwindigkeit von 40 km/Std zugrunde gelegt.



Das Anfahren erfordert, wie die Versuche ergeben haben,

nur die geringe Zeit von 10 bis 15 sek, sodass trotz der 18 auf der Strecke geplanten Haltestellen eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 30 km erreicht werden wird. Die Wagen fassen 50 Personen; die Zahl der Wagen, die zu einem Zuge vereinigt werden können, ist beliebig. Die Geschwindigkeit der Züge ist nicht von der Zahl der Wagen abhängig, da jeder Wagen für sich angetrieben wird. Vorläufig werden einfache oder Doppelwagen verkehren, während die Haltestellen leicht für Züge mit 4 Wagen eingerichtet werden können. Durch ein selbstthätiges Blocksystem ist eine Zugfolge mit einem Zeitabstand von 2 min ermöglicht, sodass bei Zügen mit 4 Wagen 6000 Personen i. d. Std nach jeder Richtung befördert werden können. Die Haltestellen sind mit Aufsenbahnsteigen angelegt, sodass die Bahn unverändert durch die Haltestellen hindurchgeführt werden kann. Die Bahnsteige haben im Vergleich zu denen der üblichen Hochbahnen eine verhältnismäßig geringe Höhenlage.



Die Spannweiten der einzelnen Träger sind einerseits wegen der schwierigen Gründung an der Wupper, andererseits um den Strafsenverkehr möglichst wenig zu behindern, sehr groß gewählt; sie betragen im Durchschnitt 30 m. Trotz dieser großen Spannweite beläuft sich das gesamte Eisengewicht einschließlich der Stützen für die zweigleisige Bahn auf der Wupperstrecke nur auf 1140 kg/m und auf der Landstrecke nur auf 1065 kg. Hieraus ergibt sich ein Preis von ungefähr 450 bis 500 000 □ für 1 km Bahn einschließlich der Haltestellen und der Gründungen. Die übrigen Kosten für elektrische Ausrüstungen und für Wagen sind von der Fahrgeschwindigkeit und der Größe des Verkehrs abhängig. Vorläufig ist festgesetzt, dass alle 3 Minuten ein aus 2 Wagen bestehender Zug mit einer Geschwindigkeit von 40 bis 50 km/Std befördert werden soll. Hierbei werden sich die gesamten Kosten für 1 km zweigleisiger Bahn mit Einschluss des rollenden Gutes auf etwa 700 000 □ stellen, während z. B. die Stadtbahnen in London 3 bis 8 Mill. □ für 1 km gekostet haben.

Der Entscheidung des englischen Parlamentes unterliegt zur Zeit ein Entwurf zu einer Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool, welche gleich der Langenschen Schwebebahn völlig von der bisher üblichen Konstruktion abweicht¹⁾ [1] Zentralblatt der Bauverwaltung 18. November 1899 S. 550.]. Es handelt sich um eine **einschienige Bahn, Bauart Behr**, welche bereits an 2 Stellen Proben ihrer Brauchbarkeit abgelegt hat. Der erste Versuch ist in Irland zwischen den Orten Listowel und Ballybunion gemacht worden. Diese 16 km lange, für Personen- und Güterverkehr bestimmte Strecke ist im März 1888 dem Betrieb übergeben worden und soll sich in jeder Beziehung bewährt haben ¹⁾ [1] Vergl. Z. 1805 S. 1453.]. Die Wagen hängen in reitender Stellung auf A-förmigen Böcken, indem sie sich mit



ihren Tragrädern auf die oberste Schiene stützen, während Führungsrollen mit senkrechten Achsen auf seitlich angeordneten Leitschienen laufen. Die Lokomotiven sind mit 2 liegenden Kesseln versehen und haben 3 mit einander gekuppelte Triebäder. Die Bahn legt durchschnittlich 25 km/Std zurück; doch ist ihre Geschwindigkeit schon versuchsweise bis auf 40 km/Std gesteigert worden. Fig. 7 und 8 ²⁾ [2] Zentralblatt der Bau Verwaltung 18.

November 1899 S. 550.] geben die äußere Erscheinung der Bahn wieder; die erstere zeigt den Bahnhof der Station Liselton, die letztere stellt die Lokomotive dar.

Eine neuere elektrisch betriebene Ausführung ist von Behr im Jahre 1897 bei Gelegenheit der Brüsseler Weltausstellung, und zwar in der Kolonialaufstellung in Tervueren, vorgeführt worden. Diese Bahn konnte, weil der elektrische Strom nicht ausreichte, nicht mit der beabsichtigten Geschwindigkeit betrieben werden; auf geraden Strecken wurde nur eine Geschwindigkeit von 135 km/Std, in Krümmungen von 110 km/Std erzielt. Das ist immerhin ein außerordentlich günstiges Ergebnis, besonders wenn man bedenkt, dass die Bahn zahlreiche Steigungen hatte und zu drei Vierteln aus Krümmungen bis zu 495 m Halbmesser bestand.



Die Bahn setzte sich aus 2 parallelen Strecken zusammen, die an den Enden durch Halbkreise verbunden waren; die Gesamtlänge betrug 4,8 km. Es liefen Einzelwagen, denen der Strom durch eine Kontaktschiene zugeführt wurde.

Der Oberbau bestand aus 1,20 m hohen und 1 m von einander entfernt angeordneten Böcken, die auf eisernen Querschwellen ruhten. An den Seiten der Böcke waren je zwei Führungsschienen, etwa 45 cm von einander entfernt, angeordnet. Die Schiene für die Stromzuleitung wurde von Porzellanköpfen getragen, die seitlich auf den Schwellen befestigt waren, und ein kleiner Laufwagen entnahm den Strom. Die Wagen waren 18,3 m lang und 3,3 m breit und ruhten auf zwei Radgestellen. Der untere Teil der Wagen barg die Elektromotoren, auf jeder Seite zwei, der obere die Sitze für im ganzen 100 Fahrgäste. Von den 8 Rädern von 1,37 m Dmr. wurden die mittleren angetrieben. Auf den Führungsschienen liefen im ganzen 32 Führungsräder. Die Enden des Wagens waren zugespitzt, um den Luftwiderstand zu verringern. In dem so gebildeten dreieckigen Vorderraum war der Führer, in dem Hinterraum der Schaffner untergebracht. Zum Bremsen wurde als Hilfskraft der Luftwiderstand ausgenutzt, indem Klappen an der Vorderseite des Wagens senkrecht zur Fahrrichtung gestellt wurden. Das Gesamtgewicht eines Wagens betrug 70 t. Die Sitzplätze waren in vier Längsreihen, teils mit offener, teils mit geschlossener Längswand, angebracht.

Nach Beendigung der Ausstellung wurden die Versuche mit Hilfe einer neuerbauten elektrischen Anlage fortgesetzt, und zwar mit einem Wagen, der nur 54 t wog. Es wurden jetzt die Krümmungen von 495 m mit 136 km Geschwindigkeit durchlaufen, ohne dass sich irgend welche Nachteile fühlbar machten.

Durch diese Erfolge ermutigt, ging Behr daran, einen Entwurf für eine Schnellbahn zwischen Liverpool und Manchester auszuarbeiten. Die Bahn soll wie die in Tervueren zwei parallele Strecken mit halbkreisförmigen Bögen an den Enden erhalten. Die Strecke ist 52 km lang und soll in 18 bis 20 Minuten zurückgelegt werden; Haltestellen sind nicht geplant. Der Kostenanschlag sieht rd. 30 Millionen vor, wovon 8 Millionen auf den Oberbau, etwa ebenso viel auf den Grunderwerb und der Rest auf Erdarbeiten, Bahnhöfe, Betriebsmaterial und dergl. entfällt.

Im Anschluss an ihre früheren Veröffentlichungen über den Fortschritt der dem öffentlichen Verkehr dienenden **elektrischen Bahnen in Deutschland** ¹⁾ [1] Vergl. Z. 1899 S. 79.] bringt die Elektrotechnische

Zeitschrift auch in diesem 7. Jahre 2) [2] 4. Januar 1899 S. 14] wieder eine Statistik der Strafsenbahnanlagen in den verschiedenen Städten. Das Jahr vom 1. September 1898 bis 1. September 1899 übertrifft hiernach, wie wohl vorauszusehen war, alle seine Vorgänger, sowohl was Länge der Gleise und Anzahl der Motorwagen, als auch was die Leistung der für den Bahnbetrieb verwendeten Maschinen und Akkumulatoren anbetrifft. Am 1. September 1899 waren 89 deutsche Städte und Ortschaften mit elektrischen Strafsenbahnen versehen, was einen Zuwachs von 21 gegenüber demselben Tage des Vorjahres bedeutet. In 39 dieser Betriebe waren Erweiterungen der bestehenden Anlagen oder neue Bahnstrecken im Bau, während in 34 weiteren Bezirken, die bisher noch keine elektrischen Bahnen aufzuweisen hatten, solche in Ausführung begriffen oder fest beschlossen waren. In 4 von diesen letzteren sind bis zum Schlusse des Jahres die Bahnen noch in Betrieb genommen, sodass zur Zeit bereits in 93 Ortschaften elektrische Bahnen vorhanden sind. Diese haben insgesamt 8286 km Strecken- und 3167 km Gleislänge, gegen 1550 bzw. 2100 km im Vorjahre. Es waren 4504 Motorwagen und 3138 Anhängewagen vorhanden, denen 3190 bzw. 2128 im Vorjahre gegenüber stehen. Die für den Bahnbetrieb verwendeten elektrischen Motoren leisteten 52 509 KW gegen 33 333 am 1. September 1898. Ganz erheblich, nämlich um 164 pCt, ist die Leistung der als Pufferbatterien verwendeten Akkumulatoren gestiegen. Hier stehen 13532 KW gegenüber 5118 KW. Die Gesamtleistung der in deutschen elektrischen Licht- und Bahnkraftwerken überhaupt verwendeten elektrischen Maschinen und Akkumulatoren betrug am 1. September 1899 234 360 KW oder rd. 318 390 PS, was einer Zunahme von 56,2 pCt gegenüber dem Jahre 1898 entspricht.

Wie auch in früheren Jahren hat bei der Art der Stromzuführung die oberirdische Leitung mit Rolle oder Bügel die erste Stellung behauptet. Während die unterirdische Stromzuführung, abgesehen von einigen bereits im Vorjahre in Betrieb befindlichen Strecken in Berlin und Dresden, nur noch auf einer 0,8 km langen Strecke der Düsseldorfer Strafsenbahn Eingang gefunden hat, ist der sogenannte gemischte Betrieb mit Oberleitung und Akkumulatoren auch in dem neuen Jahre in Hagen i/W. und Halle a/S. wieder auf längeren Strecken verwendet. Für den reinen Akkumulatorenbetrieb ist die Bahn Bremerhaven–Kaiserhafen neu hinzugekommen. Die Betriebsspannung beträgt in der Regel 500 bis 550 V; nur ausnahmsweise kommen höhere Spannungen vor, so bei den Bahnen in Düsseldorf–Krefeld und München 650 V, bei den Bergischen Kleinbahnen in Elberfeld 600V. Geringere Spannungen werden in Bremen (450 V) und Frankfurt a/M.–Offenbach (300 V) verwendet. Die im Bau begriffene elektrische Hochbahn in Berlin und die demnächst in Betrieb kommende Versuchsstrecke Berlin–Zehlendorf der Wannseebahn sollen mit 750 V Spannung betrieben werden.

Die andern Betriebsarten für Strafsenbahnen müssen gegen den elektrischen Betrieb immer mehr und mehr zurückstehen; das gilt nicht nur für Pferdebahnen, sondern auch für Dampf- und Gasmotorenbetrieb. Die bisherige Berliner Dampfstrafsenbahn ist bereits für elektrischen Betrieb umgewandelt. Dasselbe geschieht zur Zeit bei der bislang mit Gasmotoren betriebenen Hirschberger Thalbahn. Selbst die mehrfach als Musteranlage für Gasmotorenbetrieb hingestellte Dessauer Strafsenbahn soll demnächst elektrisch betrieben werden.

Nr. 6 Sonnabend, den 10. Februar 1900. Band XXXIV.

Seite 199

Zu unserm Bericht über die **Schwebebahn in Barmen–Elberfeld** (Z.1900 S.130) tragen wir nach, dass das Tragewerk der Bahn von der Vereinigten Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.–G. ersonnen und ausgeführt ist; die eigenartige Bauart der Längsträger ist der Firma in Deutschland und im Auslande durch Patente (D.R.P. 91642) geschützt.

Nr. 16 Sonnabend, den 21. April 1900. Band XXXIV.

Seite 517f.

Eingegangen 15. Januar 1900.

Fränkisch–Oberpfälzischer Bezirksverein.

Sitzung vom 28. Dezember 1899.

Vorsitzender: Hr. Rieppel. Schriftführer: Hr. Walde.

Anwesend 31 Mitglieder und 3 Gäste.

Nach Erledigung der Vereinsangelegenheiten macht Hr. R i e p p e l einige Mitteilungen über die in Ausführung begriffene Schwebebathri Barmen–Elberfeld–Vohwinkel¹⁾. [¹⁾ Vergl. Z. 1900 S. 130.]

Die Eisenkonstruktion der Bahn, welche insgesamt rd. 18 000 t wiegt, wird nicht von der Maschinenbau–Gesellschaft Nürnberg allein ausgeführt, sondern diese hat ungefähr $\frac{3}{4}$ der Lieferung an andere Werke vergeben. Die letzteren montieren die Eisenkonstruktion derart, dass sie die Stützen und Träger von festen Gerüsten aus in der Wupper aufstellen, während die Maschinenbau–Gesellschaft Nürnberg mit Rücksicht darauf, dass während der Monate Dezember bis Februar wegen Hochwassergefahr Gerüste in der Wupper nicht belassen werden dürfen, die Eisenkonstruktion mittels eines Rüstträgers aufstellt. Es ist dies ein 69 m langes Gitterträgergerüst, das auf der schon bestehenden Eisenkonstruktion mittels Laufrollen, die 170 kg/qcm Flächendruck erleiden, verschoben werden kann und 2 Laufkatzen mit Aufzugwinden sowie an der vorderen Stirn 2 Flügelkrane und einen Aufzug trägt.

Bei der vorhandenen Montage wird der Rüstträger auf der vorhandenen Konstruktion soweit vorgeschoben, dass das nächste Joch aufgestellt werden kann. Das Joch wird mittels eigener Wagen, die auf der fertigen Konstruktion laufen, herbeigeschafft und dann mittels Laufkatzen auf dem Rüstträger an seine Stelle gebracht. Ist es mit Hülfe der Flügelkrane montiert, so lässt man den Rüstträger darauf aufsitzen, fährt die Trägerkonstruktion herbei und montiert sie ebenfalls mit Hülfe der Laufkatzen des Rüstträgers.

Diese Montage ohne irgendwelche feste Rüstung ist bisher ohne jeden Unfall vor sich gegangen.

Die bedeutendste Schwierigkeit bei der Bahnanlage boten die Weichen. Es ist natürlich notwendig, auf der 13 km langen Strecke verschiedene Weichen einzuschalten, einmal um den starken Verkehr, der zwischen Barmen und Elberfeld herrscht, nicht auch bis Vohwinkel erstrecken zu müssen, und ferner, um schadhafte Wagen aussetzen zu können. Diese Weichen bestehen aus Rückkehrschleifen, an welche sich einige Abstofsgleise anschließen. Die Rückkehrschleifen haben 16 m Dmr., und die Anschlussgleise sind rd. 50 m lang. Auf dieser Länge wird das Gefälle erzielt, welches notwendig ist, um den auszusetzenden Wagen so tief zu senken, dass er unter den auf der regelrechten Strecke verkehrenden Wagen hindurchgehen kann. Die Schleife selbst liegt wagerecht.

Hr. S i e b e r fragt, ob die Eisenkonstruktion zur Rückleitung des elektrischen Stromes verwendet wird. Hr. C a r s t a n j e n erwidert, dass, soviel ihm bekannt sei, die Schienen zur Rückleitung benutzt werden.

Auf die Anfrage des Hrn. K a r i n g e r, ob die Trägerkonstruktion für die verschiedenen Spannweiten die gleiche sei, entgegnet Hr. R i e p p e l, dass die Spannweite der Joche zwischen 21 und 33 m wechsle, und dass jeder Träger samt den Jochen der jeweiligen Stützweite entsprechend konstruiert sei. Der schwerste Träger wiege 28 t, die zugehörigen Joche 10 t.

Hr. S i e b e r wünscht zu wissen, in welcher Weise die Uebergangskurven ausgebildet seien. Hr. C a r s t a n j e n erwidert, dass die Uebergangskurven auf eine Länge von 50 m angewendet und nach Parabeln dritter Ordnung konstruiert seien.

Hr. L a u e r fragt, wie sich die Bahn dem Städtebild anpasse.

Hr. R i e p p e l antwortet, dass das Städtebild durch die Schwebebahn allerdings leide, doch erfordere der stets wachsende Verkehr in den Großstädten derartige Hochbahnen, um die Trassen zu entlasten, und die Schwebebahn sehe jedenfalls nicht ungefälliger aus als eine sonstige Hochbahn.

Hr. M e i d l e i n kommt auf den Vortrag des Hrn. W a g n e r über Grafit und seine Verwendung als Schmiermittel [Z. 1899 S. 1067.] und auf seine damalige Bemerkung zurück, dass vor 20 Jahren Versuche mit Flockengrafit gemacht worden seien. Er habe in der Zwischenzeit nach Beweisen für seine damalige Behauptung gesucht und sei heute in der Lage, Proben von Flockengrafit aus den siebziger Jahren vorzulegen; der Flockengrafit »Perfect Lubricator« sei damals von Josef Dixon Crucible Co., Jersey City N. Y., in den Handel gebracht worden.