

Das neue vereinigte Reibungs- und Zahnbahn-System Peter

Autor(en): **Abt, S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **71/72 (1918)**

Heft 1

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-34693>

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.

Aus dem Wohnhaus von Prof. Karl Moser.



Abb. 9. Treppen-Vorplatz im Obergeschoss.

Jahrzehnten typisch geworden ist. Die eigentliche Bauaufgabe ist in den meisten Fällen entweder einem Unternehmer überwiesen worden, oder sie ist, vor allem, wo es sich um offizielle Aufträge, um Regierungsbauten und dergleichen handelte, einem gelehrten Akademiker, einem staatlich angestellten Baubeamten zugefallen. Das heisst, das natürliche Talent ist mehr und mehr ausgeschaltet worden. Oder es ist gezwungen worden, in der Rolle eines Angestellten entweder für den Unternehmer oder für den akademischen Baubeamten zu arbeiten. Der Künstler ist zu einer subalternen Stelle verurteilt worden, aus dem freien Architekten ist der abhängige Zeichner geworden. Wenn der so degradierte Künstler unzufrieden wurde und über die Lohnarbeit hinausstrebte, so blieb ihm nur übrig, seine Phantasie auf dem Papier spazieren zu führen und in der Einbildung zu bauen. Viele Tausende von Konkurrenz-Entwürfen sind so entstanden. Da beim Papierentwurf aber die Kontrolle an den Realitäten fehlt, da wichtige Bedingungen des Bauens ausgeschaltet sind, so gerät der Künstler leicht in eine gewisse Phantasterei, in etwas Programmatisches, oder in Uebertreibungen und Tendenzen hinein. Dem nur zeichnenden Architekten geht leicht der Boden des Notwendigen unter den Füßen verloren, er überlässt sich seiner Phantasie, verzettelt in einer Papierkunst seine Gaben und kommt nicht dazu, seine Talente für sich und die Allgemeinheit im höchsten Sinne fruchtbar zu machen.

Dass unter solchen Verhältnissen endlich auch das Stück *Handwerk*, das im Architektenberuf lebendig sein muss, verkümmert, bedarf kaum noch eines Beweises. In den grossen Zeiten der Baukunst ist der bedeutende Architekt immer auch ein eminenter Handwerker gewesen. Er schaffte nicht im Atelier, sondern in der Werkstatt, er begann nicht als Baugewerkschüler oder Polytechniker und er strebte nicht zum Titel eines Regierungsbaumeisters, sondern er begann als Lehrling, als Maurer- oder Zimmerlehrling und endete als Meister. So war es bis vor wenigen Jahrzehnten. Viele der Häuser am Ende des achtzehnten und aus dem beginnenden 19. Jahrhundert, die uns durch den Adel ihrer Formen und Verhältnisse heute entzücken, sind Arbeiten einfacher Maurer- und Zimmermeister. Damals war das Handwerk noch voller Werkstatt-Traditionen, es war geistig, und aus ihm gingen die grossen Baumeister-Talente natürlich hervor. Davon ist heute kaum noch die Rede. Der Architekt ist dem Handwerk praktisch ganz fremd geworden,

in dem Masse, wie das Handwerk selbst mehr und mehr zur Industrie wird. Das Handwerk ist etwas Zweitklassiges geworden. Die Architektur ist ein sogenannter höherer Beruf, sie ist ein akademisch vornehmer Beruf, das Handwerk ist subaltern und nicht gesellschaftsfähig. Das Gesellschaftliche hat sich wieder einmal als stärker erwiesen, als die Arbeitsidee des Architekten, worin Kunst und Handwerk nun doch einmal nicht zu trennen sind.

*

Nach allen Seiten also ist der edle Architektenberuf in seine Bestandteile auseinandergefallen. Und jeder einzelne Bestandteil entartet natürlich, weil die regulierenden Gegenkräfte fehlen. Aus diesem Punkte sind alle üblen Erscheinungen, alle Berufschmerzen der letzten Jahrzehnte zu erklären. Statt der lebendigen Baumeister, die Handwerker, Künstler, Gelehrte und Unternehmer zugleich und in einer untrennbaren Vereinigung waren, haben wir Baubeamte, wir haben Akademiker, wir haben Unternehmer, also die Direktoren von Grossbetrieben, oder Bauspekulanten und wir haben Zeichner, die im Lohn der Unternehmer oder für sich am Zeichentisch arbeiten. (Schluss folgt.)

Das neue vereinigte Reibungs- und Zahnbahn-System Peter.

Von Ing. S. Abt, Winterthur.

I. Allgemeines.

Zahnstangen für eigentliche Bergbahnen sind seit fünfzig Jahren in Anwendung. Bei den bekannten Zahnstangen mit vertikalem Zahneingriff (Bauarten Riggenbach, Abt und Strub) wirkt dem Aufsteigen des Triebfahrzeuges auf die Zahnstange das Gewicht des Fahrzeuges entgegen. Mit zunehmendem Steigungswinkel φ nimmt bei gleichbleibenden Gewichtsverhältnissen des Rollmaterials die Sicherheit gegen Aufsteigen ungefähr mit $\cos \varphi$ ab, die Belastung auf dem Zahntriebrad muss also mit dem Zahndruck zunehmen. Es ist deshalb nicht möglich, bei vertikalem Zahneingriff mit einem leichten Fahrzeug einen grossen Zahndruck zu überwinden. Für grössere Zugleistungen oder Steigungen, bezw. für höhere Zahndrücke muss somit das Triebfahrzeug-Gewicht grösser werden, wodurch auch stärkere Oberbaukonstruktionen bedingt sind. Wo es sich um bedeutende Zugleistungen handelt, sind deshalb im allgemeinen aus Sicherheitsgründen bei reinen Zahnbahnen und bei gemischten (vereinigten Reibungs- und Zahn-)Bahnen mit vertikalem Zahneingriff Maximalsteigungen von 25% nicht überschritten worden. Dieser Umstand verunmöglichte bei der grossen Mannigfaltigkeit der im heutigen Bergbahnwesen auftretenden Ansprüche und Erfordernisse öfter die rationelle Lösung gestellter Transportaufgaben.

Für reine Zahnbahnen hat 1887/89 das schon in den sechziger Jahren von Ingenieur G. Stehlin in Basel vorgeschlagene Prinzip der horizontalen Anordnung der Zahnstange durch Oberst Ed. Locher an der Pilatusbahn die erste praktische Anwendung gefunden. Auf dieser Bahn mit 48% Maximalsteigung hat sich die Zahnstange mit horizontalem Zahneingriff sehr gut bewährt und in der langen und strengen Betriebszeit noch nie zu dem kleinsten Unfall Anlass gegeben. Der hohe Preis und das grosse Gewicht dürften u. a. Gründe dafür sein, dass sie bis heute keine weitere Anwendung gefunden hat.

Die von Zivilingenieur H. H. Peter in Zürich entworfene neue *Kletterzahnstange mit horizontalem Zahneingriff* ist nun eine Konstruktion, die berufen sein dürfte, das Bergbahnwesen wesentlich zu fördern, insbesondere da sie sich sowohl für reine Zahnbahnen als auch für Bahnen gemischten Systems eignet. Die patentierten Neukonstruktionen des Systems Peter betreffen die Zahnstange, deren Einfahrten und das Rollmaterial.¹⁾

Da die Steigung bei der Kletterzahnstange keinen Einfluss auf die Sicherheit des Eingriffs hat, ist die Mög-

¹⁾ Die Fabrikation von Zahnstangen-Oberbau und Rollmaterial System Peter haben die v. Rollschen Eisenwerke in Bern und die Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur übernommen.

lichkeit gegeben, mit dieser Zahnstange Bahnen mit bedeutend höheren Steigungen auszuführen, als sie das bisherige gemischte System mit vertikalem Eingriff zulässt. Auf diese Weise kann der Bahnbau, weil sich die Linie dem Terrain besser anschmiegt, wesentlich verbilligt werden. Dabei wird nicht nur die Bahnlänge selbst kürzer, sondern der Unterbau im Lehnengelande auch kilometrisch billiger. Sehr hohe Steigungen von etwa 50 % und mehr werden natürlich nur in besondern Fällen verwendet. In der Praxis wird man sich wohl in den meisten Fällen mit etwa 35 % als Maximum begnügen und zwar deshalb, weil bei dieser Steigung ein Schotterbett noch zugänglich ist, während bei grössern Steigungen zu einem gemauerten Bahnkörper gegriffen werden muss, sodann weil diese Steigung immer noch bedeutendere Zugsleistungen zulässt als das bisherige gemischte Zahnbahnsystem. Es ist bemerkenswert, dass praktisch in vielen Fällen Linien, die mit 25 % Maximalsteigung schwierige Entwicklungen, Lehnen und teure Kunstbauten erfordern, mit höherer Steigung, z. B. 30 bis 35 % die Hänge mit kürzester Linie und einem Minimum

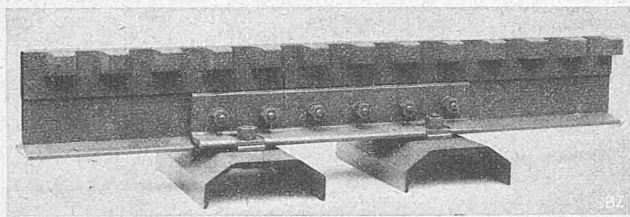


Abb. 1. Zahnstange System Peter auf eisernen Schwellen.

von kilometrischen Unterbaukosten und späterem Unterbau-Unterhalt durchfahren können. Da die Kletterzahnstange für ebenso kleine Kurvenradien (etwa 60 m) benutzt werden kann, wie solche bei den Systemen mit vertikalem Eingriff vorkommen, und die Gefällsübergänge nötigenfalls sehr schroff (rund 150 m Radius) gemacht werden dürfen, ist das System in planimetrischem und altimetrischem Sinne ausserordentlich schmiegsam und gestattet bei der Trassierung die Vermeidung schlechter Geländepartien, die rationelle Bedienung wichtiger Zwischenpunkte usw. viel leichter als die bisherigen Systeme. Schnee und Eis beeinflussen bei der Kletterzahnstange die Sicherheit gegen Austreten der Zahnräder nicht; Winterbetrieb ist daher bei diesem System unbedenklich zugelassen.¹⁾ In den hohem Winddruck, Hochgebirgsgestürmen, Bora,²⁾ usw. ausgesetzten Zahnstrecken ist die Stabilität der Fahrzeuge zufolge deren äusserst wirksamen Verankerung auch ohne Fanghaken oder sogenannte Sicherheitszangen gewährleistet. Bekanntlich haben sich die Fang-(Sicherheits-)Zangen an verschiedenen Bahnen weder als Bremsmittel noch als sicheres Mittel zur Verhütung des Aufsteigens der Triebzahnräder bewährt und sind deshalb wieder verlassen worden. Auch die an Stelle von Fangzangen beim System Strub verwendeten Führungsscheiben³⁾ vermochten ihren Zweck nicht einwandfrei zu erfüllen, indem deren Bemessung durch die Bauart der Zahnstangenweichen und Vorgelegewellen eng begrenzt ist, sodass trotz derselben weitere Entgleisungen durch Aufsteigen vorgekommen sind. Der schweizerischen Verordnung über Zahnradbahnen, wonach die Konstruktion einer Zahnstange derart sein muss, dass die Zahnräder niemals gänzlich den Eingriff in die Zahnstange verlieren können, entsprechen eigentlich nur die Zahnstangen von Locher und Peter voll und ganz. Bei ersterer greifen die seitlichen Führungsscheiben bis auf die

¹⁾ Bundesbeschluss betreffend Konzession einer Zahnradbahn von Langwies über die Strela nach Davos-Platz oder von Arosa über die Maienfelder Furka nach Frauenkirch, vom 21. Juni 1913.

²⁾ Lovrana-Monte Maggiore, Erlass des k. k. Eisenbahnministeriums, Wien, 15. Oktober 1913.

³⁾ Sylvester Marsh verwendete an der Mount Washington-Bahn erstmals sowohl kleine Führungsrollen als auch Fanghaken, um das Austreten des Zahnrades aus der Zahnstange zu verhüten.

Tiefe der Zahnstangen-Teillinie, bei letzterer bis mindestens auf die Tiefe des Zahngrundes unter die Zahnstange. Letztere weist wie die Laufschiene eine nachstellbare Klemmverlaserung auf. Durch die Klemmlaschen wird an den Zahnstangenstössen eine sehr solide Verbindung erreicht und der Zahndruck ohne Abscheerbeanspruchung der Laschen- und Hakenbolzen auf den Unterbau übertragen. Der neue Zahnstangenoberbau besteht aus wenig Einzelteilen und ist deshalb leicht zu verlegen. Die Zahnstange lässt zufolge ihrer leichtern Kurving und Anpassungsfähigkeit an das Gelände dem Ingenieur freiere Hand in der Wahl der Kurvenradien und ermöglicht leichter Tracé-Änderungen während des Baues, als Zahnstangen, die von vorneherein entsprechend den Krümmungen für die verschiedenen Radien besonders hergestellt werden müssen.

Die auf den Bergstrecken aus Lokomotive und Wagen oder Motorwagen mit Vorschiebewagen bestehenden Zugkompositionen bieten daher die grösste Sicherheit und haben ausserdem den Vorzug, dass das Zuggewicht pro Sitzplatz möglichst klein wird. Ein nicht zu unterschätzender Vorteil

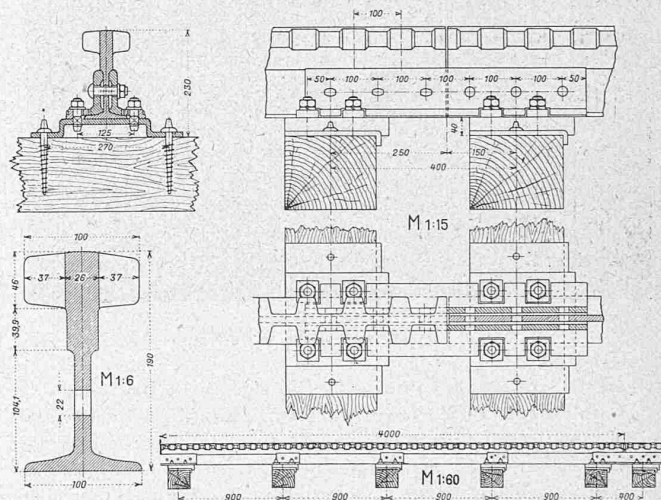


Abb. 2. Zahnstangen-Oberbau System Peter auf Holzschwellen.

wird ferner bei aus Motorwagen mit Vorschiebewagen bestehenden Zugkompositionen durch die einmännige Bedienung (d. h. einen Mann auf dem Motorwagen und einen Mann auf dem Vorschiebewagen) erreicht. Für elektrischen Betrieb lassen sich die Motorwagen noch leichter bauen als für Dampftrieb, und es kann dabei die Anordnung so getroffen werden, dass leichte, offene und gut zugängliche Motoren verwendet werden.¹⁾ Eine gegebene Zugkomposition gestattet bei Anwendung der Kletterzahnstange, für die gleiche Steigung und den gleichen Zahndruck einen leichteren Motorwagen zu bauen, als dies bei den Zahnbahnsystemen mit vertikalem Zahneingriff der Fall ist. Der Kraftverbrauch vermindert sich somit bei gleicher Leistung, ebenso wird die Höhe der Spitzenbelastung des stromliefernden Werkes eine entsprechend geringere. Der Bau von Motorwagen für gemischten Betrieb und Kletterzahnstange bietet keine grössere Schwierigkeit, als beim System mit vertikalem Eingriff. Für die Uebergänge von Reibungsin Zahnstrecken dienen sicher wirkende Zahnstangeneinfahrten. Die Konstruktion der Bremsen und Sicherheits-Vorrichtungen lässt sich sodann bei Verwendung der Kletterzahnstange in einer Weise lösen, die jede Gewähr für einen absolut sichern Betrieb bietet, welcher letzterem auch die gute und übersichtliche Anordnung der Motoren und Bremsen zugute kommt.

II. Der Zahnstangenoberbau.

Das Zahnstangenprofil hat eine Höhe von 190 bis 205 mm, eine Kopfbreite von 100 mm und eine Fussbreite von 100 bis 120 mm. Das Laufmetergewicht der fertigen

¹⁾ Vergl. Röll's Enzyklopädie des Eisenbahnwesens, 2. Aufl., 4. Band, Seite 278.

Zahnstange beträgt 46,8 bis 56,6 kg. Im nachstehenden sei als Beispiel eine typische Art des Oberbaues beschrieben.

Abbildung 1 gibt eine Ansicht der Zahnstange, die für die im Bau befindliche Zahnbahn Karlsbad-Dreikreuzberg¹⁾ zur Verwendung kommt. Abbildung 2 zeigt die gleiche Zahnstange, jedoch auf Holzschwellen montiert. Der Oberbau hat 1,20 m Spurweite, Laufschienen von 100 mm Höhe und 21,75 kg/m Gewicht und eine zentrale Kletterzahnstange System Peter von 190 mm Höhe, 100 mm Zahnteilung und 46,8 kg/m Gewicht. Die Stangenzähne stehen einander gegenüber, infolgedessen sind die Gleitbewegungen der Triebzahnzähne einander entgegengesetzt gerichtet, die Resultierende der Zahndrücke ist damit in die Zahnstangenachse verlegt und die bei Versetzung der Verzahnung auftretenden Torsionsspannungen sind vermieden. Die Zahnstange ist mit jeder Zwischenschwelle, die Laufschiene mindestens mit der mittlern Schwelle eines jeden Zahnstangensegmentes durch Zwischenlaschen verbunden. Kräftige Stosslaschen sichern die Kontinuität der Verzahnung zu beiden Seiten des Stosses, übertragen die Längskräfte und begrenzen die Ausschläge in der Zahn-

der k. k. österreichischen Staatseisenbahnen in Wien, mit Versuchsegmenten von 63 kg/mm² Zugfestigkeit bei 20,5% Dehnung vorgenommenen Festigkeitsversuche orientiert die beigefügte graphische Darstellung (Abbildung 3). In dieser sind auch die aus den Entlastungen nach den jeweiliger Druckversuchen ermittelten elastischen und bleibenden Dehnungen eingetragen. An beiden mittels Druckstücken in der Werder'schen Maschine geprüften Segmenten (Abbildung 4) trat kein Zahnbruch ein. Bei rund 90 t Belastung sank die Wage an der Maschine plötzlich infolge Ausweichens des Probekörpers einschliesslich Drucksattel nach oben. Bei einseitig wirkendem Zahndruck von 10 t ergab sich keinerlei bleibende Deformation der Zähne und somit keine Störung der normalen Zahnteilung. Die Eingriffsdauer beträgt bei 477 bis 541 mm Triebzahnradurchmesser $e = 1,17$ bis 1,21. Die nach den üblichen Normen im Verhältnis zur Bruchfestigkeit der Zahnstange reichliche Bemessung der Zahnbreite der Stangenzähne erfolgte mit Rücksicht auf die Abnutzung und Einhaltung einer linearen Zahnpressung von nicht über 100 kg/mm bei Bahnen mit nicht ganz abnormalen Transportleistungen. Diese Mass-

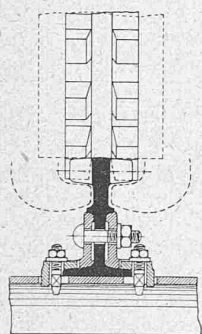


Abb. 5.
Zahnstange System Peter
für vertikalen Eingriff.

teilung am Stoss innerhalb des wegen Temperatur - Aenderungen zu berücksichtigenden und einen ruhigen Gang des Zahntriebes gestattenden Spielraums. In der Schotterstrecke bis 30% Steigung werden seitlich geschlossene eiserne Trogswellen von 2 m Länge und Profil 230/80 mm verwendet, in der steilern Strecke mit gemauertem Unterbau Winkelschwellen von 1,60 m Länge und Profil 90/130/11 mm, deren kürzerer Schenkel in den gemauerten Unterbau eingreift. Auf jedes Zahnstangensegment von 4 m Länge kommen in der Mauerstrecke drei Winkelschwellen-Verankerungen, in der Schotterstrecke und in Steigungen von über 70‰ in Abständen von 50 m eine Trogswellen-Verankerung zur Anwendung. Der Schwellenabstand beträgt normal 90 cm, an den Stössen 40 cm. Je nach Umständen gelangen andere Oberbautypen, wie Sattelanordnung der Zahnstange auf Holzschwellen (Abbildung 2) usw. zur Anwendung.

Die Zugfestigkeit des Zahnstangenmaterials (Thomas-Stahl) beträgt 55 kg/mm², die Dehnung mindestens 15% und die totale Bruchfestigkeit der Stangenzähne rund 90 000 kg. Bei Walzung der Zahnschienen wird nur der lunkerfreie Teil der Gussblöcke verwendet. Ueber die am 7. Juli 1913 in der Materialprüfanstalt an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich, im Beisein der Herren Oberbaurat Dr. Fr. Trnka vom k. k. Eisenbahnministerium in Wien und Ingenieur Anton Ritter von Dormus, Oberinspektor

¹⁾ Siehe Verordnungsblatt für Eisenbahnen und Schifffahrt, Nr. 101/102, Wien 1913.

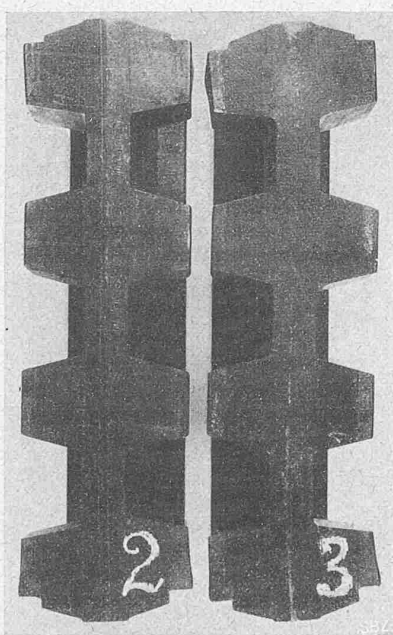


Abb. 4. Druckproben-Versuchstücke.

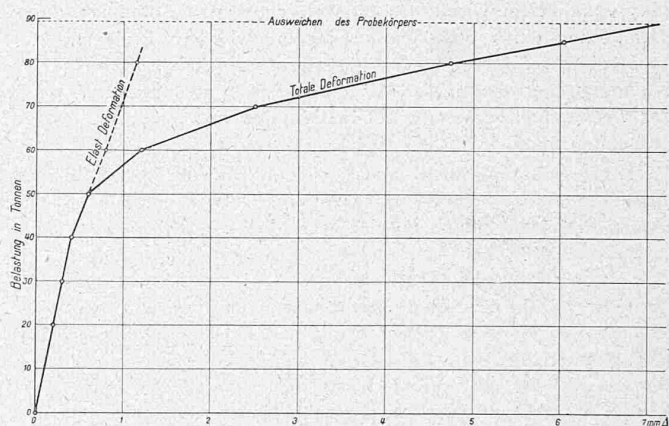


Abb. 3. Diagramme der Druckproben-Ergebnisse.

nahme erhöht in günstigster Weise sowohl die Lebensdauer als auch den Sicherheitsgrad der Zahnstange, welche letztere übrigens unter allen bekannten Zahnstangen weit aus die höchste Bruchfestigkeit aufweist. Die Zahnschiene lässt sich auch für vertikalen Eingriff bearbeiten; in diesem Fall werden die Zahnücken nach oben erweitert (Abb. 5) und gewährleistet der Zahnstangenkopf eine vorzügliche und kräftige Verankerung. Die Zahnstange kann auch bei sehr steilen Standseilbahnen (mit über 70% Steigung) Verwendung finden, wobei sie gleichzeitig als Lauf-, bzw. Trag-, Führungs- und Bremschiene dient. Das Fahrzeug erhält dann Sicherheitsanker und Bremszahnräder mit Führungsscheiben. Als Unterstützung der Bremszahnräder können zur selbsttätigen Bremsung auch Bremszangen benutzt werden, die am verstärkten Teil des Steges angreifen. Bei Schwebezahnbahnen bietet die Kletterzahnstange den wesentlichen Vorteil, dass die bei vertikalem Zahneingriff so ungünstige Beanspruchung der Tragkonstruktionen durch die Vertikalkomponente von Zahndruck und Bremskraft entfällt und die Bremskräfte in der Längsrichtung der Fahrbahn übertragen werden. (Schluss folgt.)

Entgegnung auf die „Richtigstellung“ meiner Aeusserungen über Preisrichter-Willkür.¹⁾

Von R. Streiff, Architekt.

Auf die Antworten zu den von mir nur nebenbei gemachten Bemerkungen zurückzukommen, könnte niemand fördern. Die sonderbare Logik aber der Antwort betreffend die Säuleneinstellungen ruft doch einer Erwiderung. Wenn die Nachteile solcher Anordnung befürchtet worden sind, das Urteil aber lautet: „dass eine zu grosse

¹⁾ In Band LXX, Seite 236 (vom 17. November 1917), bzw. Seite 304 (vom 29. Dezember 1917).