

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89/90 (1927)
Heft: 3

Artikel: Das Kraftwerk Tremorgio der Officine Elettrici Ticinesi S.A., Bodio
Autor: Trzcinski, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-41636>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

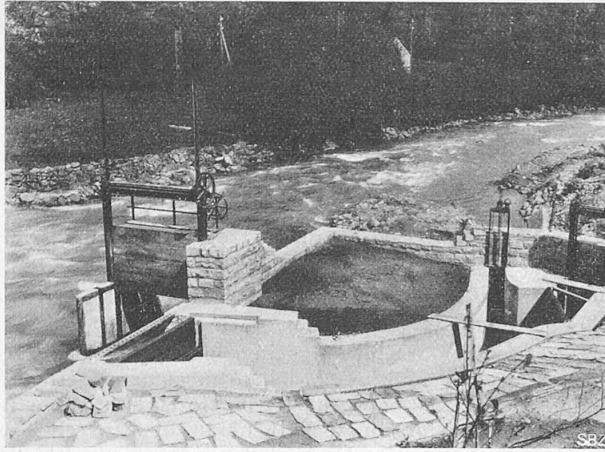


Abb. 22. Grundablass und Einlaufbauwerk.

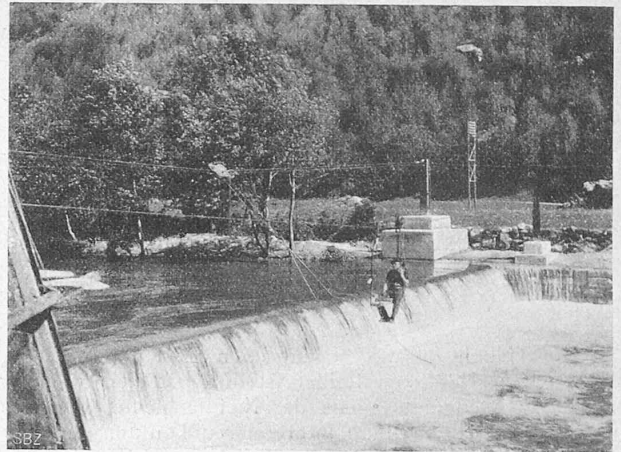


Abb. 21. Das Klappenwehr im Tessin.

Die Äusserungen zahlreicher fachtechnischer Besucher lassen uns annehmen, dass wir damit einem gewissen Bedürfnis entgegengekommen sind, das wir weiter befriedigen, wenn wir nun von der grossen Arbeit, die in unseren Ausstellungstafeln steckt, die Hauptdaten nachstehend festhalten. Leider gestatten Art und Grösse der Ausstellungstafeln keine vollständige bildliche Wiedergabe derselben; diese muss sich auf einige Ausschnitte beschränken¹⁾ und im übrigen müssen wir uns mit Zahlenangaben begnügen. (Fortsetzung folgt.)

Das Kraftwerk Tremorgio der Officine Elettriche Ticinesi S. A., Bodio.

Von M. TRZCINSKI, Ingenieur der A.-G. Motor-Columbus, Baden.

(Fortsetzung von Seite 18.)

Die Pumpenanlage.

Wie eingangs erwähnt, arbeitet das Kraftwerk Tremorgio als Spitzenwerk im besondern mit dem den „Officine Elettriche Ticinesi“ gehörenden Kraftwerk Biaschina am Tessin bei Bodio. Die Charakteristik dieses letztgenannten Werkes ist die aller Werke mit alpinem Flussregime, d. h. im Sommer sind infolge reichlicher Zuflüsse auch die vorhandenen Energiemengen verhältnismässig gross, während sie im Winter bei Niederwasser erheblich zurückgehen. Da das vorhandene Staubecken des Tremorgiosees durch die eigenen Zuflüsse nicht vollständig gefüllt wird, lag der Gedanke nahe, die überschüssige Energie der Biaschina-Anlage zum Hinaufpumpen von Tessinwasser aus dem Talboden in den See zu verwenden. Das Zuführen von Wasser, mit natürlichem Gefälle, aus benachbarten Einzugsgebieten des Tremorgiosees ist ebenfalls in Erwägung gezogen worden, wurde aber, weil unwirtschaftlich, aufgegeben.

Eingehende technische und wirtschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass der Generator der Zentrale Rodi ohne weiteres als Motor für den Antrieb der Pumpenanlage verwendet werden kann. Die Leistungsaufnahme der Pumpenanlage ist auch entsprechend der vollen Leistung des Generators von rd. 10000 kW gewählt worden. Die für die Pumpzwecke verwendbare Ueberschuss-Energie ist nur zum Teil in Form der vollen Leistung von 10000 kW vorhanden, doch ist die Ausnützung von Teilleistungen durch Unterteilung in zwei Pumpeneinheiten zu je halber Fördermenge ermöglicht, allerdings infolge des Leerverbrauchs nicht in sehr weiten Grenzen.

Für die Beschaffung des Pumpenwassers von 0,8 bis 0,9 m³/sek. sind verschiedene Lösungen in Erwägung

gezogen worden, bis man sich schliesslich für die direkte Entnahme aus dem Tessinfluss entschloss, und zwar in der Weise, dass das Wasser auf einer, unter Berücksichtigung der Reibungsverluste, dem Wasserspiegel im Pumpenschacht der Zentrale entsprechenden Kote rd. 750 m oberhalb der Zentrale entnommen wurde (vergl. in Abbildung 1 die punktiert eingezeichnete Leitung).

Das Wehr (Abbildung 21) besteht aus einer festen, im kiesigen Untergrund genügend tief fundierten Grundschwelle, die quer zum Tessin mit Oberkant auf Kote 945,65 eingebaut ist. Auf dieser 18,8 m langen festen Wehrschwelle befinden sich 13 eiserne Stauklappen von 1,20 m Höhe, die mit Holzstäben unterstützt werden. Bei unerwartet eintretendem Hochwasser werden die Stäbe durch den erhöhten Wasserdruck gebrochen, die Wasserkappen fallen, und das Flussbett wird für den Durchfluss des Hochwassers frei. Es ist dies eine alte, besonders bei Wildbächen in vielfachen Ausführungen bewährte Konstruktion. Wie aus Abbildung 21 hervorgeht, können die Klappen mittels eines Flaschenzugs, der auf einem über den Tessin gespannten Drahtseil läuft, wieder aufgerichtet werden. Rechtsseitig vom Klappenwehr befindet sich ein 3 m breiter Grundablass mit Sohle auf Kote 945, der mittels einer von Hand angetriebenen Holzschütze regulierbar ist (Abbildung 22).

Links- und rechtsseitig der Wehranlage sind auf eine gewisse Länge talaufwärts und talabwärts Uferschutzbauten ausgeführt worden. Ferner sind zur Vorbeugung der Kolkgefahr am Fusse der Wehrschwelle mit Stein gefüllte Säcke aus Drahtgeflecht versenkt worden (Abbildung 23).

Das am rechten Tessinufer normal zum Wehr erstellte *Einlaufbauwerk* (Abbildung 22) besteht in einer 3,50 m breiten Oeffnung, deren Axe 3,75 m oberhalb der Grundablass-Schütze liegt. Die Einlaufschwelle liegt auf Kote 946, also 1 m über der Grundablass-Sohle, wodurch das Eindringen von grösserem Geschiebe verhindert wird. Bei

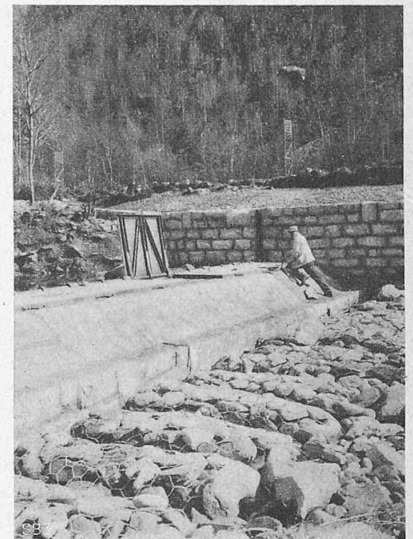


Abb. 23. Senkwurst-Vorlage in Drahtgeflecht.

¹⁾ Siehe auch die Bilder in „S. B. Z.“, Band 88, Nr. 1, Seiten 28 und 29 (3. Juli 1926).

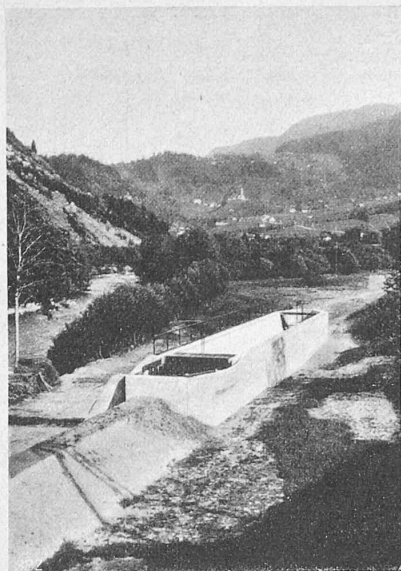


Abb. 26. Entsander, System Dufour.

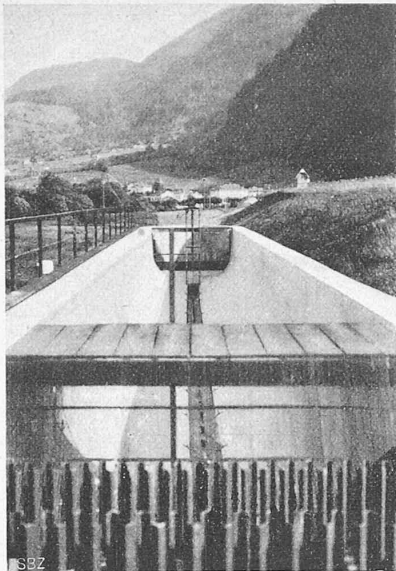


Abb. 27. Entsander, abwärts gesehen.



Abb. 25. Leitungstrecke aus Vianini-Röhren.

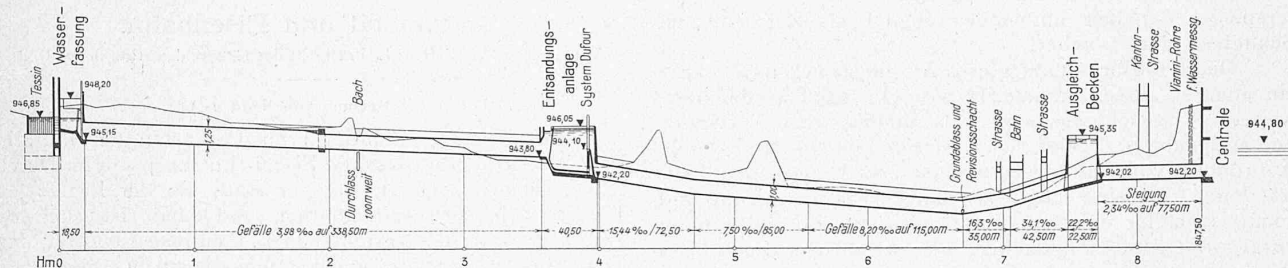


Abb. 24. Längenprofil des Zuleitungskanals vom Tessin bis zur Pumpenanlage. — Masstab der Längen 1 : 5000, der Höhen 1 : 500.

aussergewöhnlichem Hochwasser kann die Einlaufschwelle durch Einsetzen von Dammbalken zur wirksameren Verhinderung der Geschiebezufuhr erhöht werden. Im übrigen ist der Einlauf mit einem Grobrechen aus abnehmbaren $1\frac{1}{2}$ " Gasröhren (Spaltweite 100 mm) versehen. Hinter der Schwelle befindet sich eine Einlaufrinne, in der sich allfällig eindringendes Geschiebe ablagern und durch einen Grundablass abgespült werden kann. Die Sohle dieser Rinne ist mit Granitplatten ausgekleidet, wogegen die Wände in Beton ausgeführt sind. Am untern Ende dieses Vorbeckens befindet sich rechtsseitig der Kanaleinlauf mit Feinrechen und Schütze, links davon der Grundablass.

Die Wasserfassungsbauten sind in zwei Etappen ausgeführt worden. Zunächst wurde durch einen diagonal zum Tessin vom linken nach dem rechten Ufer oberhalb der Wehrschwelle führenden Fangdamm und durch einen rechtsseitigen Graben das Wasser des Tessin umgeleitet. Unter dem Schutz dieses Fangdamms wurde dann die Wehranlage in offener Baugrube mit Wasserhaltung erstellt. Diese Arbeit konnte einschliesslich der Lieferung und der Montage der Stauklappen und des Grundablasses in der Zeit vom 15. März bis 15. Mai 1926 durchgeführt werden, also gerade noch vor Eintritt der Schmelzhochwasser. Der Fangdamm wurde dann abgebrochen und das Einlaufbauwerk unter dem Schutze eines zweiten, parallel zur Flussrichtung am rechten Ufer erstellten Fangdamms erstellt.

Der Geländeverhältnisse wegen ist der *Zuleitungskanal* (Abbildung 24) von der Wasserfassung bis zum Lagascabach auf dem rechten Ufer des Tessin zwischen Fluss und Bahnkörper der Schweizer Bundesbahnen geführt worden. Von hier aus verläuft er auf dem linken Ufer dieses Bachbettes, die Bahn und drei Strassen unterquerend. Anstatt eines Kanals mit freiem Wasserspiegel musste deshalb ein Düker erstellt werden, dessen tiefster Punkt der Sohle auf Kote 939,50 liegt, und dieser im

Hinblick auf das geringe Druckgefälle reichlich bemessen werden. Er besteht in seinem oberen Teil auf eine Länge von 175 m aus armierten Betonröhren, System „Vianini“, von 1,25 Durchmesser (Abb. 25 sowie Abb. 28 auf S. 30), während die übrigen 590 m nur 1,0 m Durchmesser aufweisen. Das Längenprofil zeigt, in welcher Weise das Tracé dem Gelände möglichst gut angepasst worden ist. Das Rohr ist im allgemeinen in den Boden verlegt oder, wo es nicht möglich war, mit einer Erd-Ueberschüttung von 50 cm eingedeckt, und zwar sowohl zum Schutze gegen die Temperatureinflüsse als auch aus ästhetischen Gründen. Die Baulänge der einzelnen Rohre beträgt 2,50 m. Die Muffen der Röhren wurden mit geteereten Hanfstricken gedichtet und mit Zementmörtel vergossen.

Da das Wasser des Tessinflusses insbesondere während der Schneeschmelze und bei Hochwasser viel Geschiebe mit sich führt, das die Pumpenanlage gefährden könnte, musste eine besonders gute Reinigung des Wassers ins Auge gefasst werden. Die Vorkehrungen bei der Wasserfassung sind schon an und für sich geeignet, das gröbere Geschiebe auszuseiden; zur Absonderung des feinen Geschiebes ist im Zuge des Kanals bei Hm. 3,80 ein *Entsander* nach dem bekannten System „Dufour“ eingebaut (Abbildungen 26 und 27). Seine Lage ergab sich aus der Bedingung, dass zwischen dem tiefsten Punkt des Entsanders, der eine Wassertiefe von 3,50 m hat, und dem Wasserspiegel des Tessin noch ein gewisses Gefälle für Spülzwecke vorhanden sein muss. Die Baulänge des Entsanders beträgt 40 m, die nützliche Entsandungslänge 31 m, der benetzte Querschnitt 8 m², die Durchflussgeschwindigkeit bei 1200 l/sek daher 0,15 m/sek. Der Entsander scheidet alle Sandkörner bis zu 0,2 mm aus, dabei aber auch einen starken Prozentsatz kleinerer Körner. Zur Spülung des Entsanders werden 250 l/sek verbraucht, sodass noch 950 l/sek an die Pumpenanlage weitergeleitet werden.

Zu erwähnen wäre noch das *Ausgleichbecken* von rund 250 m² Oberfläche und etwa 350 m³ nützlichem Raum, das bei Hm. 7,7 des Kanaltracés eingeschaltet ist. Sein Hauptzweck besteht darin, eine, wenn auch kleine Reserve für die Speisung der Pumpen zu schaffen, für den Fall, dass aus irgend einem unvorhergesehenen Grunde die Wasserzufuhr von der Wasserfassung her teilweise oder ganz unterbrochen werden sollte. Der Rauminhalt dieses Weihers genügt, um auch bei gänzlichem Versagen der Zuleitung die Pumpen, im Vollbetrieb, während noch 6 bis 7 Minuten zu speisen und sie in der Zwischenzeit abzustellen, sodass plötzliche Rückströmungen der Wassersäule in der Druckleitung vermieden werden. Ein in der Zentrale eingerichtetes Läutwerk gibt bei allfälligen Sinken des Wasserspiegels im Pumpenschacht unter den normalen Wasserspiegel ein laut klingendes Signal als Zeichen zum Schliessen der Schieber.

Durch die Schaffung dieses Ausgleichbeckens ist aber ein anderer Zweck miterreicht worden, nämlich die noch weitere Ausscheidung auch von allfällig vom Entsander her mitgeführten Schlammes und Sandes. Durch passende Anordnung von Beruhigungsrechen und beweglichen Leitwänden ist für eine möglichst ruhige Wasserströmung und somit auch für eine möglichst wirksame Entschlammung vorgesorgt. Ein Feinrechen am westlichen Ende des Beckens verhindert das Eindringen von Geschwemmsel, das allfällig die Feinrechen bei der Wasserfassung und beim Entsander durchfliessen sollte, in das letzte Stück des Zuleitungskanals und somit auch in die Pumpen. Die dem Lagascabach zugekehrte Wand des Beckens ist als Ueberfall ausgebildet, der im Stande ist, bei Abstellung der Pumpen oder bei Einschränkung des Betriebes das überschüssige Wasser abzuleiten. Für die Ausspülung des Beckens und allfällig im Zuleitungsrohr sich ansammelnden Sandes und Schlammes ist an dessen tiefster Stelle ein Grundablass angebracht, der mit einem Schieber verschliessbar ist und mittels eines Blechrohres von 58 cm Durchmesser das Spülwasser in den Lagascabach leitet.

Zur Messung der Triebwassermengen sind im Zuleitungsrohr, rd. 7 m vom Pumpenschacht entfernt, zwei Steigrohre im Abstand von 2 m wasserdicht eingesetzt, deren Axen einen Winkel von 80° bilden (Abbildung 28). Diese Steigrohre von 30 cm Durchmesser dienen zur Einführung eines Woltmann'schen Flügels, mit dem die Wassergeschwindigkeiten in einer Reihe von Punkten des Durchmessers des Zuleitungskanals nacheinander an den beiden Stellen gemessen werden. Die Einmündung des Rohres, in dem gerade nicht gemessen wird, schliesst man jeweils durch einen Deckel ab, um Wirbelbildungen an dieser Stelle zu verhindern.

Wie aus den Grundrissen und Schnitten des Maschinenhauses (Abbildungen 16 bis 20 in letzter Nummer) ersichtlich, sind die zwei Pumpen für je rd. 410 l/sek Fördermenge zu einem Aggregat mit der bestehenden Turbinen-Generator-Gruppe zusammengebaut, wobei, wie schon erwähnt, der Generator, als Synchronmotor arbeitend, den Antrieb der Pumpen besorgt. Diese Anordnung bedingte die Verlängerung des im Jahre 1925 erstellten Maschinenhauses um 9,2 m gegen den Lagascabach hin. Die Fundamente dieser Erweiterung enthalten den Pumpenschacht, sowie die Räumlichkeiten einerseits für die Saugeleitung der Pumpen, andererseits für die Rohrleitung von den Pumpen zur Druckleitung. (Schluss folgt.)

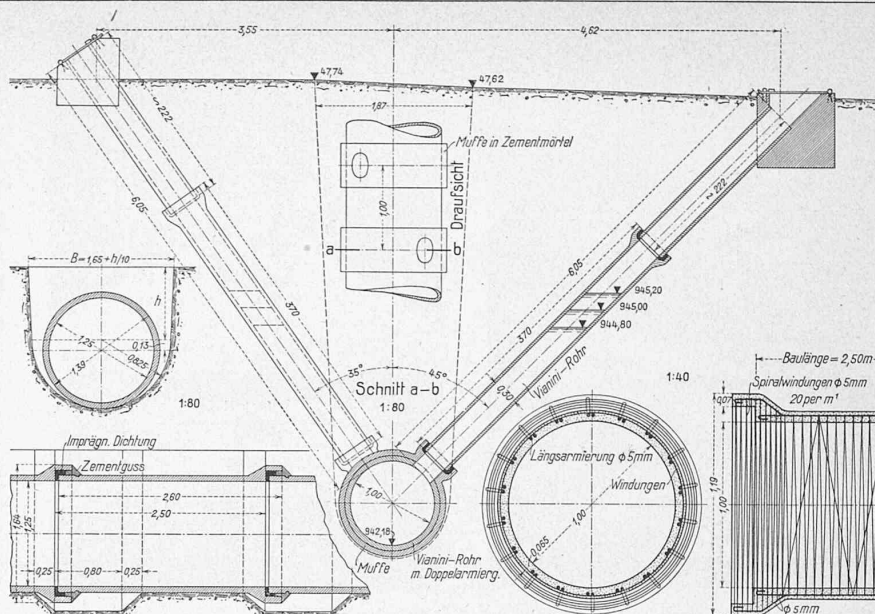


Abb. 28. Steigrohre zur Vornahme von Wassermessungen. — Masstab 1 : 80. bzw. 1 : 40.

Automobil und Eisenbahn.

Von Dr. Ing. A. SCHRAFL, Präsident der Generaldirektion der S. B. B.

(Fortsetzung von Seite 21.)

Aus dem Vergleich der Transportkosten geht mit aller Deutlichkeit hervor, dass die Eisenbahntransporte im Durchschnitt immer noch viel billiger sind, als der Lastwagen-Transport je wird sein können, und damit ist auch die Frage, die wir uns gestellt haben, dahin beantwortet, dass nach aller Voraussicht nicht angenommen werden kann, der Motorlastwagen werde je imstande sein, die Eisenbahn zu ersetzen.

Die Richtigkeit dieser Auffassung wird übrigens auch bestätigt, wenn man sich darüber Rechenschaft zu geben sucht, von welcher Grössenordnung eigentlich bis jetzt die Konkurrenz ist, die der Motorlastwagen den Eisenbahnen bereitet. Und da ist zu sagen, dass nur ein verhältnismässig kleiner Teil der Fahrten, die mit Automobilen ausgeführt werden, zu den Fahrten gehören, die die Bahn konkurrenzieren. Sehr viele Fahrten, die man heute mit dem Automobil macht, würden überhaupt unterbleiben, wenn man nicht ein Automobil hätte, und ein grosser Teil davon erfolgt in Gebieten, in denen keine Bahnen bestehen. Man wird kaum fehlgehen, wenn man annimmt, dass durchschnittlich im Personenverkehr keine 20% der mit dem Automobil ausgeführten Fahrten zu Lasten der Konkurrenz mit der Bahn zu buchen sind. Beim Motorlastwagen dürften die Verhältnisse etwas ungünstiger liegen. Hier dürften vielleicht im Mittel etwa 20 bis 25% der Fahrten als Konkurrenzfahrten anzusehen sein. Diese Konkurrenzierung ist nicht bei allen Bahnen oder Bahnstrecken und auch nicht bei allen Automobilarten die gleiche. Es handelt sich aber hier nur darum, ein Durchschnittsmass zu erhalten.

Prof. Steiger hat Anfang 1926 der Ansicht Ausdruck gegeben, dass der Verkehrszug durch das Lastauto zwischen 9 und 10% des Güterverkehrs in tkm oder 158 bis 176 Millionen tkm ausmache und dass man keineswegs zu hoch greife, wenn man annehme, dass der Einnahmen-Ausfall 20% erreiche. Nach dieser Schätzung würde dieser für die S. B. B. im Jahre 1925 39,4 Millionen Fr. betragen haben. Ing. Monteil hat daraufhin eine Broschüre veröffentlicht, in der er die Berechnung Prof. Steigers anfocht und ausrechnete, dass die totale Konkurrenzleistung der Motorlastwagen nur 48030000 tkm ausmache und nur 3% des Gesamtverkehrs oder 5% des Inlandverkehrs entzogen würden. Da es sich bei diesen Transporten im