Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 47/48 (1906)
Heft: 11

Artikel: Ueber Drahtseilscheiben
Autor: Abt, Siegfried
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26156

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: 14.12.2025

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

Die Architektur auf der Bayerischen Jubiläums-Landesausstellung in Nürnberg 1906.

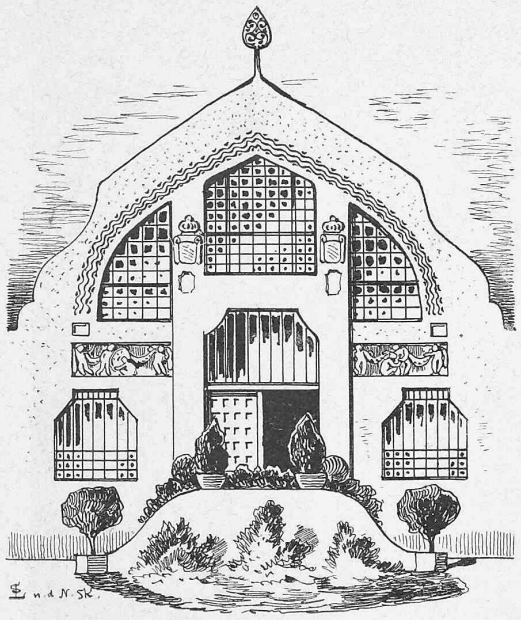


Abb. 9. Giebel der Ausstellungshalle des Staatsministeriums für Verkehrsangelegenheiten.

in München zu erwähnen. Das Modell in grossem Massstab zeigt uns ein Monument in Barockformen mit schöner Verteilung der Massen: den Mittelpunkt des Grundrisses bildet eine kolossale kreisförmige Treppenanlage, die an ähnliche Prunkstücke in Schlossbauten des XVIII. Jahrhunderts erinnert.

Das Gebäude für die Ausstellung des Bayerischen Staates verlängert sich an der Diagonalstrasse und bildet einen Flügel für das Unterrichtswesen (Abb. 15). Im selben monumentalen Geist wie die andern Teile ist der Mittelbau dieses Flügels gehalten. Unter dem grossen, flachen, mit einem Gemälde gezierten Giebel springt ein kreisförmiger Anbau vor. Hier wieder Ruhe, Grösse und Eigenart.

Ein reizender Hof (Abb. 16) belebt das Innere dieses Komplexes, in dem zahlreiche Pläne und Modelle ausgestellt

Abb. 10. Portal für Ausstellung der Post der Staatsausstellung.

sind. Hier tritt deutlich das Bestreben zutage, die Heimatkunst zu schützen und Verständnis dafür zu wecken; eine Abteilung trägt folgende Inschrift: *„Aufnahmen von alten Bauten zur Weckung und Hebung des Verständnisses für heimische Bauwerke, für bodenständige Kunst, Erfassung und Wiederbelebung des Geistes, in welchem die alten Meister arbeiteten.“* (Schluss folgt.)

Ueber Drahtseilscheiben.

Von *Siegfried Abt.*

Obwohl die moderne und sehr wirtschaftliche elektrische Kraftübertragung die Drahtseiltriebe auf grössere Entfernung verdrängt und zum grossen Teil ersetzt hat, spielen doch Drahtseil und Seilscheibe heute noch eine grosse Rolle. Nachfolgend betrachtete Seilscheiben dienen vornehmlich den Bergwerksseilbahnen und den Seilbahnen zur Personenbeförderung. Für letztere Förderart konnten in dieser Arbeit nur die schweizerischen Seilbahnen in Berücksichtigung gezogen werden — die immerhin die grösste Zahl darstellen — da über ausländische Seilbahnen zur Personenbeförderung keine Angaben zu erhalten waren.

Für Drahtseil auf Gusseisen kann die Reibungsziffer mit nur etwa 0,1 in Rechnung gebracht werden. Versuche von Vautier haben für die Seilbahn Lausanne-Ouchy sogar nur 0,055 bis 0,07 ergeben.

Bei Seilbahnen ist es möglich, die Reibung ohne Benutzung eines Futters, durch *Vergrössern des umspannten Bogens* oder durch *Einschalten von Spanngewichten* zu erhöhen. Ersteres geschieht durch Anordnen von Ablenk-

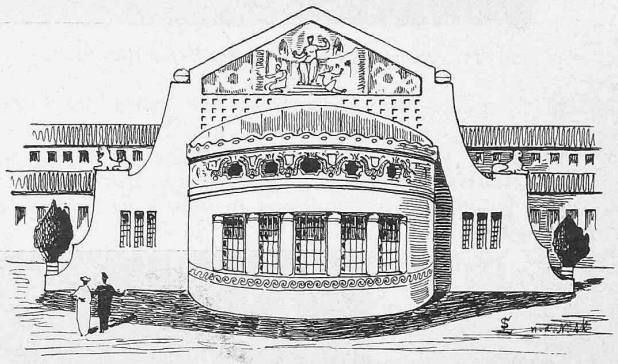


Abb. 15. Flügel des Staatsgebäudes für das Unterrichtswesen.

rollen, oder wirksamer durch Umlenkrollen, bei denen das Seil in einfacher oder in gekreuzter Weise (8-förmig) über die einzelnen Läufe geführt wird. Immerhin ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Umlenkrolle getrennte Seilläufe erhält, sodass sich die Seilspannungen ausgleichen können. Bei der im Jahre 1902 von der schweiz. Lokomotivfabrik in Winterthur auf elektrischen Betrieb umgebauten Seilbahn Lauterbrunnen-Grütschalp [1]) verschoben sich die beiden Seilläufe der Umlenkrollen bei einer Fahrt (1,381 *km*) im Maximum um 7500 *mm* = $^3/_4$ Umdrehung.

Andere Mittel zur Vergrösserung der Seilreibung sind: Scheibe mit *keilförmiger Rille*, bei der das Seil nicht auf dem Grund aufliegt, die aber nicht zu empfehlen ist, da sie das Seil stark mitnimmt; Seilscheibe mit *wellenförmiger* Rinne (Meyer & Wernich, Berlin), bei der die Reibung vier- bis siebenmal so gross ist als bei gerader Rille, die aber durch wechselnde Biegungsbeanspruchung dem Seil schadet; sodann *vieleckige* Scheiben, die wieder das Seil durch die fortwährenden Knicke ermüden. Auch die *Fowlersche Greifer- oder Klappen-Trommel,* in Amerika für Strassen-Kabelbahnen fast ausschliesslich verwendet, bewährte sich infolge grossen Seilverschleisses und teurer Anschaffung nur in vereinzelten Fällen.

Schon frühzeitig gingen deshalb die Bestrebungen dahin, den nackten Seilrillen durch Einfügung eines Besatzes

[1]) Bd. XLV, S. 107.

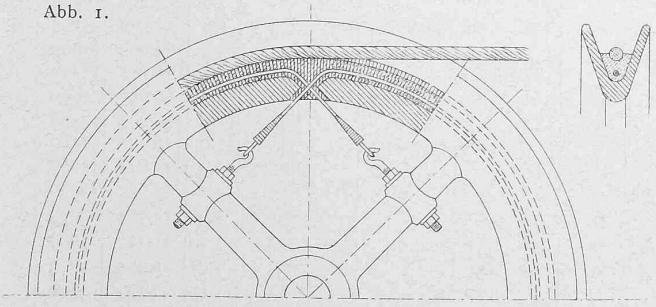
einen grösseren Reibungskoeffizienten zu schaffen. Ein solcher Besatz schont das Seil und verlängert dessen Lebensdauer, weshalb gefütterte Seilscheiben immer mehr Eingang finden. Zu Seilscheibenfutter werden geteertes Tauwerk, Hanf, Garn, hartes Holz, Leder, sowie Leder und vulkanisierter Kautschuk verwendet.

Die im Bergwerksbetrieb bisweilen ausgeführte *Hanfseilfütterung* ist einfach und dort angängig, wo eine halbe Umschlingung, also eine Seilrille genügt. Die Rille wird alsdann keilförmig ausgebildet, damit der Belag nicht herausfallen kann.

Auf mehrrilligen Antriebscheiben von kleinem Durchmesser, die meist *mit Holz bekleidet* sind, wird das Seil ausserordentlich ungünstig beansprucht, weil die einzelnen Rillen wegen des verschieden starken Seilzuges ungleichmässig abgenutzt werden. Infolgedessen holt die zweite Rille mehr Seil ein, als die erste Rille ausgibt, die dritte mehr als die zweite usw., wodurch sehr schädliche Seilspannungen auftreten, bezw. ein Gleiten des Seiles stattfinden muss. Diejenige Rille, die das Seil einholt, nützt sich am meisten ab. Ist z. B. die Auflaufrille 5 *mm* tiefer als die Ablaufrille, so ist der Umfang der erstern um $5 \times 2 \times \pi = 31{,}4$ *mm* kleiner als derjenige der letztern. Das Seil muss somit auf der Trommel um diese Länge gestreckt werden oder es gleitet. Letzteres hat natürlich wieder erhöhten Verschleiss des Futters zur Folge. Um diesem Uebel erfolgreich zu steuern, wurden, besonders auf den Taubahnen der amerikanischen Grosstädte, die *Walkerschen* Scheiben eingeführt. Diese bestehen aus einer Anzahl mit je einer Seilrille versehenen schmiedeisernen oder stählernen, ungefütterten Ringen, die auf dem Seilscheibenkranz sitzen. Die Ringe drehen sich unabhängig voneinander und werden nur durch die Reibung am Scheibenumfang mitgenommen.

Für Grubenförderungen, bei denen eine einzige Maschine bis zu 10000 *m* Seil samt angehängten belasteten und leeren Wagen (Förderleistung 2000 *t* in 10 Stunden) bewegt, werden gewöhnlich nur einrillige, *holzgefütterte* Antriebscheiben ($D = 4$ *m*) verwendet.

Abb. 1.



Vorteilhafter ist die *Ausfütterung mit Lederabschnitten*. Die innern Ränder der Scheibe werden unterschnitten, damit die entsprechend geformten Lederabschnitte festhalten. Zur Verwendung kommt altes, durchfettetes Riemenleder; wenn neues Leder benützt werden soll, muss dasselbe durch Kochen in Fischtran gehörig eingefettet werden. Der Reibungskoeffizient zwischen Leder und Drahtseil beträgt etwa 0,24. Findet infolge von Wagenentgleisungen ein zeitweises Gleiten des Seiles statt, so leidet der Besatz durch die sich schraubenartig verschiebenden Drähte stark und muss häufig erneuert werden, was je einen mehrstündigen Betriebsunterbruch zur Folge hat.

Die in Abbildung 1 dargestellte Lederfütterung [1]) nach einer der Firma Heckel in St. Johann-Saarbrücken geschützten Konstruktion dient für Umlenkscheiben und für Antriebscheiben kleinerer Streckenförderungen, Rangieranlagen und Schiebebühnen. Die ausgestanzten Lederstücke sind hierbei auf ein dünnes Drahtseil gezogen, dessen beide Enden durch schräg gebohrte Löcher im Kranzboden nach den Schraubhaken in den benachbarten Armen geführt sind, wodurch die Lederfütterung in die Rille eingepresst wird. Unter anderem bestehen die Vorzüge dieser Ausführung darin, dass die Lederstücke nicht fortgeschleudert werden können und dass das Zusammenschrumpfen derselben, sowie das Zusammenpressen durch das Triebseil im Sinne einer gesteigerten Einklemmung in die eiserne Rille stattfindet.

Scheibenfütterung aus Leder und Kautschuk wird namentlich in Amerika vielfach angewendet, wobei je etwa vier Lederblätter mit einem Klotz aus vulkanisiertem Kautschuk abwechseln. Dieses Futter wird geteert. Scheiben mit Leder und Kautschukfutter werden in Durchmessern von 450 bis 3600 *mm* ausgeführt.

Zum Vergleich der verschiedenen Fütterungsarten mögen folgende Angaben dienen.

Der Reibungskoeffizient f beträgt für:

Trockenes	Drahtseil	auf Gusseisenscheibe	0,120
Nasses	„	„ „	0,085
Fettiges	„	„ „	0,070
Trockenes	„	„ Holzfutter	0,235
Nasses	„	„ „	0,170
Fettiges	„	„ „	0,140
Trockenes	„	„ Kautschuk und Leder	0,495
Nasses	„	„ „ „ „	0,400
Fettiges	„	„ „ „ „	0,205

Zu Seiltragrollen auf der Strecke werden in Deutschland mit Vorliebe Rotbuchenholzrollen verwendet, in Amerika solche aus Holz von verschiedenen Spezialsorten, u. a. Zuckerahorn und gum-wood. Damit der Rollenverschleiss nicht zu gross ausfällt, wechseln Holz- und Eisenrollen miteinander ab, oder es wird auf je drei oder vier Holzrollen eine Eisenrolle eingebaut. Die amerikanischen Holzrollen haben 125 bis 150 *mm* Durchmesser und 450 bis 600 *mm* Länge. Ihrer bedeutenden Länge zufolge sind die Rollen umkehrbar, bezw. seitlich verschiebbar; ihre Lebensdauer beträgt daher 6 bis 24 Monate. Neben den langen Rollen sind auch kurze, aus drei etwa einzölligen Brettstücken mit Eisenrändern hergestellte, gebräuchlich. Hölzerne Kurvenrollen erhalten wie die eisernen einen einseitig ausgebildeten hohen Rand.

[1]) Vgl. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1903.

Die Architektur auf der Bayerischen Jubiläums-Landesausstellung in Nürnberg 1906.

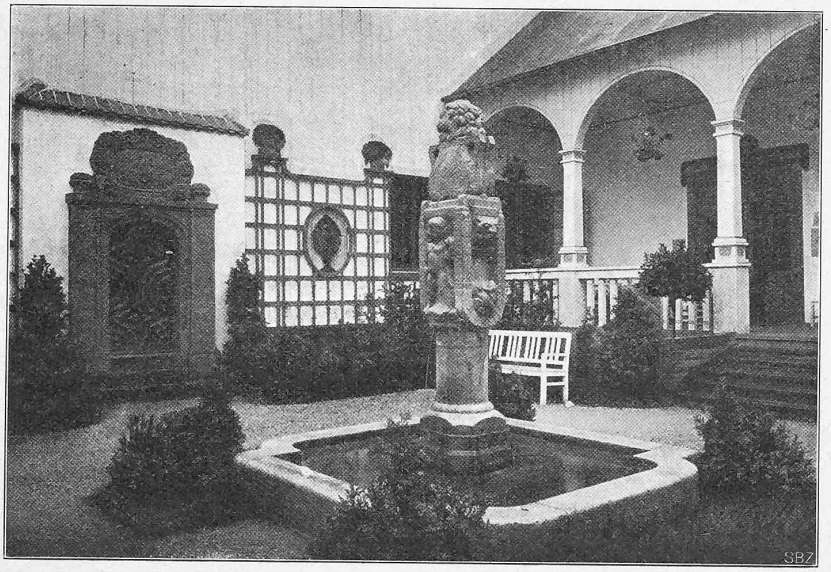
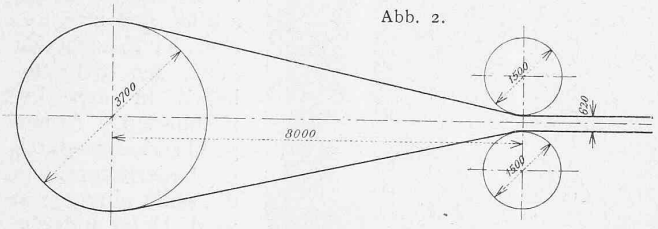


Abb. 16. Blick in den Innenhof im Flügel für das Unterrichtswesen des Staatsgebäudes.

In der Schweiz, wo zurzeit 32 Seilbahnen im Betrieb stehen, haben 23 Bahnen gefütterte Antrieb-, bezw. Umlenkrollen, meist auch gleich garnierte Ablenkrollen und einige sogar mit Futter versehene Seiltragrollen auf der offenen Strecke.

Es ist nun ganz und gar unmöglich, unter Berücksichtigung von Steigung, Krümmungen, Maximallast, durchfahrenen Kilometern, Seilkonstruktion, Rollendurchmessern, Seilablenkung, Seilschmierung usw. für ein bestimmtes Fütterungsmaterial auch nur annähernd eine durchschnittliche Abnützung festzustellen. Für Holzfutter z. B. spielen dessen Art, seine Herkunft und die Bearbeitung eine wichtige Rolle; nebenbei ist die Seilkonstruktion, ob Kreuzschlag, Albert-(Lang-)Geflecht oder geschlossene Anordnung von nicht zu unterschätzender Bedeutung. [1]) An der Beatenbergbahn am Thunersee z. B. hat sich die Abnutzung des Holzfutters nach Ersetzung der Kreuzschlagseile durch solche von geschlossener Bauart ganz bedeutend verringert.

Abb. 2.



Ein bemerkenswertes Beispiel ungleicher Futterabnützung zeigt die Seilbahn *St. Gallen-Mühleck*, bei der die Umlenk- und Leitrollen nach Abbildung 2 verlegt sind. Die Eschenholzgarnitur der Umlenkrolle hat sich jährlich um etwa 1,5 *mm* abgenützt, während die Ablenkrollenfutter folgende Resultate zeigen:

Ablenkrolle links		*Ablenkrolle rechts*	
Holzart	*Lebensdauer*	*Holzart*	*Lebensdauer*
1. Eschenholz . .	9 Monate	Eschenholz . . .	6 Monate
2 Buchenholz . .	59 »	Buchenholz . . .	$18^2/_3$ »
3. Eschenholz . .	$24^1/_3$ »	Eschenholz . . .	$46^1/_3$ »
4. Weissbuchenholz.	40 »	Buchenholz . . .	$12^2/_3$ »

Die lange Lebensdauer der Rolle Nr. 2 links erklärt sich dadurch, dass die Fütterung aus feinstem serbischem Buchenholz von ganz besonders gleichartiger Qualität bestand und gut ausgedämpft war. Die Rolle Nr. 4 links wird seit Dezember 1904 bei Bedarf ausgebessert, Nr. 4 rechts schon seit November 1900 (in neuester Zeit mit Hagbuchenholzsegmenten).

An der Seilbahn *Rheineck-Walzenhausen* mussten die ersten Seilrollenfutter schon nach drei Jahren erneuert werden, da das Seil, das mit 2700 Drahtbrüchen ausrangiert wurde, eine hobelartige Wirkung auf den Rollenbesatz ausübte.

Die Abnutzung des Rollenfutters der *Antriebscheiben* ist abhängig von dessen Beschaffenheit, von der Belastung, der Seilkonstruktion und Schmierung, überdies vom Ablenkwinkel nach den Leitrollen und der Zahl der durchlaufenen Kilometer. Weil das Drahtseil nicht von Anfang an von Fett durchdrungen ist, greift es das Futter in der ersten Zeit merklich an. [1]) Handschmierung ist weniger gut als selbsttätige Schmierung durch einen Apparat.

[1]) Bd. XLVI, S. 30.

[1]) Vergl. Bemerkung Kriens-Sonnenbergbahn in der untenstehenden Tabelle.

Schweizerische Drahtseilbahnen mit gefütterten Seilrollen.

	Umleitungsrolle			Ablenkrollen			Ablenkung		Tragrollen			Mittlere Steigung	Maximallast *t*	Durchlaufene *km*	Jährl. Durchlauf. *km*	Anzahl Seile
	Diam. *mm*	Material des Futters	Jährliche Abnutzung *mm*	Diam. *mm*	Material des Futters	Jährl. Abnutzung *mm*	horizontal	vertikal	Diam. *mm*	Material des Futters	Jährliche Abnutzung *mm*					
1. Giessbach . . .	3000	Nussbaum	3	480 u. 200	Gusseisen	12	11° 14′	0	240	Gusseisen	—	28,2	3,3	29 695	1125	2
2. Territet-Glion . . .	3600	»	21	950	Esche	72	9°	0	240	Kompos. u. Gusseisen	—	54	7,2	119 069	5300	3
3. Gütschbahn	2740	»	5	keine	—	—	0	0	240	Komposit.	—	52,86	3,2	30 143	1400	2
4. Marzilibahn	3000	Leder	2	800	Leder	16	3° 30′	11°	360	Gusseisen	—	30,9	1,65	109 007	5320	7
5. Lugano-Bahnhof .	2800	Buche	5,5	1000	Gusseisen	3	11°	6° 50′	300	»	—	23	1,95	148 732	7830	6
6. Biel-Magglingen . .	3465	Esche	20	1465	Esche	70	8°	12°	300	Stahlblech u. Gusseis.	—	27,26	6,56	82 075	4690	3
7. Beatenberg	4000	»	35	2000	»	110	11° 10′	0	300	Gusseisen	—	34,58	9,7	78 260	4740	5
8. Ecluse-Plan	3600	Nussbaum	26	1400	Nussbaum	60	6° 25′	5° 40′	240	Komposit.	—	29,5	4,03	104 069	6940	2
9. Ragaz-Wartenstein .	3500	Esche	—	2000	Esche	—	4° 36′	14° 05′	240	Gusseisen	—	27,3	2,9	57 003	4380	1
10. St. Gallen-Mühleck . .	3700	Buche	8—10	1400	Buche	[1])	10° 40′	0	240	»	—	22	2,4	101 893	9280	3
11. Rheineck-Walzenhausen	3600	»	10	1400	»	—	8° 15′	0	240	»	—	21,91	3,0	78 755	9260	2
12. Cossonay-Gare . . .	3400	Leder	—	1400	Leder	—	10°	0	270	»	—	11,1	1,6	76 975	10270	2
13. Neuville-St. Pierre . .	3500	Esche	—	2200	Gusseisen	—	6° 14′	25° 30′	300	»	—	53,7	4,15	34 766	5800	5
14. Lausanne-Ouchy . .	6000	Hagbuche	keine	3000	Leder	2—3	—	90°	300	Leder u. Gusseis.	25—30	7,15	6,0	672 433	24000	11
15. Lausanne-Gare . . .	4700	»	»	3000	»	2—3	—	90°	300	»	25—30	10	3,5	307 585	12280	12
16. Bürgenstock . . .	4000	Buche	12	3000	Buche	14	0	40°	160	Gusseisen	—	53,3	5,0	51 669	3125	3
17. Zürichberg	2800	Leder	4—5	1000	Leder	9	5°	14° 32′	300	»	—	23,5	2,5	64 003 65 665	8000 8200	8
18. San Salvatore . . .	4000	Buche	15	2000	Buche	25	0	40°	200	Buche	—	40	4,5	60 096	4000	1
19. Stanserhorn	4000	»	[2])	3000	»	—	0	31° 5′ 32° 5′ 30°	300	Gusseisen	—	17,2 52,7 56,5	1,9 5,0 5,9	40 274 26 296 28 071	3500 2280 2550	2
20. Biel-Leubringen . .	3465	Esche	1,5	3000 u. 2600	Gusseisen	1,62	0	33°	300	»	1,5	27,3	2,1	81 050	11580	1
21. Reichenbachbahn . .	3990	»	—	3000 u. 3500	Esche	—	0	33°	300	»	—	36,91	2,9	14 065	[3])	1
22. Gurtenbahn	3966	»	1,3	3000 u. 3500	»	1,4	0	30°	300	»	—	25	3,23	41 447	7900	1
23. Kriens-Sonnenberg .	3168	Buche	5,2[4])	2000	Buche	16,5	0	38°	240	»	—	25,62	2,78	16 719	5573	1
24. Lauterbrunnen-Grütsch	3600	Nussbaum	10	keine	—	—	0		300	»	—	55,5	7,66	43 841	3500	3

Bemerkungen zu Position: 2. Lebensdauer der Ablenkrollen 4 bis 5 Monate; Lebensdauer der Tragrollen 4 Monate. 4. Ablenkrollen alle Jahre ausgewechselt. 5. Jetzt Eschenholz, jährliche Abnutzung 2 *mm*. 6. Ablenkrollen alle 8 Jahre ausgewechselt. 7. Abnutzung der Antriebscheibe jetzt 4 bis 5 *mm* jährl. (geschloss. Seil.) 8. Lebensdauer der Antriebscheibe 10 bis 12 Jahre, Ablenkrollen 1 Jahr, Tragrollen 2 Jahre. 12. Keine Angaben über Abnutzung erhalten. 13. Keine Angaben über Abnutzung erhalten. 16. Dauer des Futters 3 bis 5 Jahre. 17. Tragrollen dauern 5 bis 6 Wochen.

Anmerkungen: [1]) Ablenkrollen 6 bis 59 Monate Lebensdauer. [2]) Dauer 2 bis 5 Jahre, bezw. 8 bis 9 Jahre. [3]) Altes Seil der Bürgenstockbahn. [4]) Erstes Jahr 8 *mm* Abnutzung; zweites Jahr 5 *mm* Abnutzung; drittes Jahr 4 *mm* Abnutzung; viertes Jahr 4 *mm* Abnutzung.

Bei Holzfütterung wird es hin und wieder nötig, einzelne Stücke, die infolge mangelhafter Behandlung morsch geworden sind, für sich auszuwechseln, wodurch jede Kontrolle über Abnützung natürlich unmöglich wird. Die einzelnen Futtersegmente sind etwa 300 *mm* lang und werden in verschiedener Weise mit dem gusseisernen Rade verschraubt.

An der *Dolderbahn in Zürich* wird bei schlechtem Wetter im Winter die Seilreibung dadurch vergrössert, dass durch eine zweiflüglige Schraube aus einem Sägespäne enthaltenden Kasten ein dünner Strahl auf das Seil befördert wird. Die an den Tragrollen haftende Kruste von Sägespänen und Fett wird durch den Streckenwärter täglich etwa zweimal entfernt.

Die Seiltragrollen der *Lausanne-Ouchy-Bahn* waren zuerst aus ungefütterten Gusseisen, wurden dann aber vorteilhafterweise durch Ingenieur Cornaz mit einem Kautschuktragring versehen.

Das Kompositionsfutter der Rollen der *Territet-Glion-Bahn* besteht aus 10 % Kupfer, 10 % Antimon und 80 % Zinn. Bei maximaler Abnutzung ist dasselbe leicht durch einen frischen Einguss zu ersetzen.

Nebenstehende Tabelle ist nach Angaben des schweizerischen Eisenbahndepartements, sowie nach Angaben der Bahnmeister der verschiedenen Seilbahnen zusammengestellt. Da sich das Departement nicht mit periodischen Aufzeichnungen betreffend Abnutzung der Seilscheiben befasst, waren von den Bahnangestellten nur in vereinzelten Fällen genaue Notizen zu erhalten.

Der Einsturz des Theaterdekorationsmagazins in Bern am 23. August 1905.

Gutachten der gerichtlichen Experten (Schluss).

5. Die Ursachen des Einsturzes.

«Wenn nun nach den entscheidenden Ursachen, nach dem «Wie» und «Warum» gefragt wird, so müssen wir zunächst bemerken, dass die Wahl des armierten Betons im vorliegenden Falle eine richtige war.

Ebenfalls muss konstatiert werden, dass, wenn auch mehrere Fehler begangen wurden, so doch niemand durch bewusste Nichterfüllung seiner Pflicht die Katastrophe veranlasst hat. Es ist vielmehr einer bedauerlichen Reihe von Missverständnissen zuzuschreiben, wenn die Fehler der einen nicht rechtzeitig von den andern entdeckt und behoben oder vermieden wurden.

Zu tadeln ist eben das zu grosse Vertrauen, welches die zahlreichen an dem Bau beteiligten Techniker zueinander hatten und welches ermöglicht hat, dass ein Plan zur Ausführung gelangte, welcher vom ursprünglich eingereichten, begutachteten, empfohlenen und angenommenen Entwurf in mehrfacher Beziehung abwich und welcher von dem vermeintlichen Sachverständigen nicht einmal gesehen worden war; dass der rechnerische Nachweis der neu gewählten Abmessungen auch nicht eingereicht und geprüft, ja sogar nicht verlangt wurde.

So geschah es auch, dass die Unternehmer, welche zum ersten Male für Herrn Lossier arbeiteten, ohne spezielle Aufsicht oder Kontrolle bei der Ausführung, von diesem unbegründeten und ungeprüften neuen Plan wieder abweichen durften, und schliesslich, dass niemand sich bekümmerte, ob die Gerüstungen widerstandsfähig genug seien, ob die Aufbringung der vollen Last vor der Ausschalung zulässig sei, ob, wie und wann die Ausschalung stattfinden dürfe und solle. Es wurde allgemein angenommen, dass diejenigen, welche das ganz aus Eisenbeton bestehende neue Theater gebaut hatten, diesen kleinen Neubau mit Erfolg ausführen würden, und doch hatte eben derjenige Teilhaber der Firma Anselmier & Cie., welcher beim Theaterbau Erfahrungen gewonnen hatte, Herr Müller, kurz vor Inangriffnahme des verhängnisvollen Kulissenraumes die Leitung anderweitiger Arbeiten übernommen, einem jüngeren, mit dem Eisenbetonbau weniger vertrauten Angestellten die selbständige Leitung der Arbeiten am Theatermagazin überlassend.

Nach den geschilderten Anordnungen des Bauwerkes, nach den kritischen Punkten des Projektes und der Ausführung beurteilt, mag aller Wahrscheinlichkeit nach der Vorgang folgender gewesen sein:

Auf dem vollständigen Gerüst lag ein Gewicht von etwa 64 *t*, welches vermutlich schon eine kleine Senkung dieses Gerüstes und ein leichtes Ausbauchen der Fassadenmauer nach aussen verursacht hatte; in diesem Zustande der vollen Belastung des Daches durch Holzzement, Sand und Kies wurde eine teilweise Ausschalung der Hauptträger vorgenommen, als der Beton nicht genügend erhärtet war. Durch einen Fehler im Projekte war an der oberen Kante des Mansardenprofils die Betonplatte nicht widerstandsfähig und sonst zu schwach dimensioniert. Ausserdem war an der betreffenden Stelle die Platte durch nahe beieinander liegende, einbetonierte, hölzerne Latten, welche 4 bis 5 *cm* tief in die Platte hineinschnitten, noch mehr verschwächt.

Als weiterer unglücklicher Umstand kam die unrichtige Anordnung der Auflager. Vorgesehen war die Uebertragung der Last an der Fassadenmauer durch oben 55 *cm* dicke, am Sockel 65 *cm* dicke Pfeiler, welche in 20 *cm* von der Innenfläche belastet werden sollten. Durch Betonieren der Hourdi bis an das Fassadenmauerwerk wurde der grössere Teil des Druckes nicht 20 *cm*, sondern 45 *cm* von der Innenfläche übertragen, sodass über dem Sockel nur ein Hebelarm von 10 *cm* für diesen grössern Teil des Druckes gegen Umkippen vorhanden war.

Das Wegnehmen einer Anzahl Spriessen am Nachmittag des 23. August konnte nur durch Lösen der Verbindungen der Spriessen unter sich stattfinden; es blieben somit nur wenige Spriessen unter den Balken IV und III und dieselben hatten eine bedeutend grössere Last auszuhalten, als ihrer Knickfestigkeit entsprach; dadurch fand eigentlich ein vollständiges, nicht beabsichtigtes Ausschalen der zu schwachen Konstruktion statt. Unter solchen Umständen war der Einsturz unvermeidlich. Dass derselbe nicht sofort nach dem Entfernen der Spriessen unter dem Balken IV eintrat und dass auch der Balken I nicht mitgerissen wurde, mag seinen Grund darin haben, dass die in der Nähe befindlichen Feuermauern dem Schub gegen die Strasse durch Vermittlung des Hourdis einen gewissen Widerstand geleistet haben.

Als unmittelbare Ursachen des Einsturzes sind somit folgende anzuführen:

a) Zu hohe Beanspruchung der Tragkonstruktion, namentlich des Betons in Trägermitte, an der ungenügend versteiften Ecke längs dem obern Grat des Mansardenprofils und längs dem Anschluss des Hourdis an die Tragrippe der Hauptträger.

b) Unzweckmässige Anordnung der Auflager auf den Fassadenpfeilern und Verschlimmerung der Auflagerverhältnisse daselbst durch Betonieren der Platte satt auf dem Mauerwerk der Fassade, wodurch eine Verschiebung des Druckmittelpunktes eintrat, welche die Stabilität der Fassade gefährdete.

c) Verschlechterung der Beanspruchungsverhältnisse durch Einbetonieren von Holzlatten in dem sonst schon zu schwachen Hourdi.

d) Mangel an Verständnis beim Ausschalen sowohl wegen der ungenügenden Druckfestigkeit des noch zu frischen Betons, als durch das frühzeitige Aufbringen der ganzen Last der Holzzementbedachung.

e) Zu schwache Gerüstung, welche das Wegnehmen einiger Spriessen ohne gefährliche Ueberlastung der bleibenden nicht erlaubte.

Als mittelbare Ursachen wären ferner anzuführen:

a) Mangel einer Kontrolle des Ausführungsplanes, welcher von dem Eingabeplan bedeutend abwich.

b) Unterlassung der Einsendung einer statischen Berechnung, welche die Baubehörden auf die veränderten Beanspruchungen und Verhältnisse aufmerksam gemacht hätte.

c) Unterlassung des Verlangens nach einer solchen Berechnung, bezw. des Befragens über Prüfung derselben seitens des bauleitenden Architekten.

d) Mangelhafter Verkehr zwischen Projektverfasser und Unternehmung, welcher Verkehr sich dadurch kennzeichnete, dass unvollständige Pläne nicht verstanden wurden und dass für die Sicherheit missliche Aenderungen von der ausführenden Firma gemacht wurden.

e) Fehlen irgendwelcher Vorschriften im Vertrage für die Ausführung des armierten Betons.

Zum Schlusse fühlen wir uns noch durch einige laut gewordene Bemerkungen veranlasst, folgendes zu erklären:

Die Schwierigkeiten der Ausführung des Eisenbetons und das ausserordentliche Gewicht, welches der Sorgfalt bei der Arbeit beigemessen werden muss, sind Gründe, eine enge und stetige Aufsicht zu üben, nicht aber, den Eisenbeton als unsicher zu verwerfen.

Der armierte Beton ist ein allgemein geschätztes, nützliches Baumaterial, er hat bereits sehr grosse Dienste geleistet und strenge Proben bestanden, er darf aber nicht mehr als ein unerforschtes spezielles Gebiet angesehen werden, welches nur wenigen Spezialisten bekannt ist; der Architekt und der Bauingenieur haben sich in diese neue Bauart einzuarbeiten. Es kann daher nicht zu guten Resultaten führen, wenn Projekte von überlasteten Zentralstellen ausgearbeitet werden, die sich um die Ausführung nicht kümmern, und wenn die wichtige Ausführung Akkordanten oder Konzessionären überlassen wird, welchen oft das richtige Verständnis der Pläne und selbst der Bauart entgeht.»

Zürich und *Bern*, den 4. November 1905.

gezeichnet: *F. Schüle.*
« *E. Elskes.*