

Die Verfahren der elektrischen Bremsung von Seriemotoren für Gleichstrom und Wechselstrom bei elektrischen Bahnen und besonders elektrischen Bergbahnen

Autor(en): **Kummer, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **49/50 (1907)**

Heft 18

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26803>

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.

INHALT: Die Verfahren der elektr. Bremsung von Seriomotoren für Gleichstrom und Wechselstrom bei elektr. Bahnen etc. (Schluss.) — Wettbewerb für neue Schulhäuser in Tavannes. — Eine moderne Schiffs-Verladeeinrichtung. (Schluss.) — Zweistufige und einstufige Wasserturbinen. — Miscellanea; Neue Schaufenster-Anordnung. Zum Schutz des Bundeshauses in Bern. Der elektrische Betrieb der Wengernalpbahn. Erhaltung

historischer und künstlerisch bedeutender Kunstdenkmäler in St. Gallen. Eidg. Polytechnikum. Talsperre im Radaune-Tal bei Prangschin. — Konkurrenzen: Neues Rathaus in London. — Nekrologie: H. Walter. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizer. Ingenieur- und Architekten-Verein. Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

Die Verfahren der elektrischen Bremsung von Seriomotoren für Gleichstrom und Wechselstrom bei elektrischen Bahnen und besonders bei elektrischen Bergbahnen.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur.

(Schluss.)

Die Wirkungsweise der Kurzschlussbremsung ist, wie oben bereits dargelegt wurde, für den Gleichstromseriomotor und den Wechselstromseriomotor insofern übereinstimmend, als in beiden generatorisch Gleichstrom erzeugt wird also die Motoren die Eigentümlichkeiten der Gleichstromseriengeneratoren erlangen. Für die Gleichstromseriengeneratoren der Praxis sind für den Bereich der kleinen Spannungen, wie sie bei der Kurzschlussbremsung vorkommen, für die Betriebsfälle der konstanten Geschwindigkeit und des konstanten Drehmoments die Kurven der Abbild. 1 und 2 (S. 218) nicht mehr genügend zur Darstellung der massgebenden Verhältnisse. Diese sind nämlich in besonderer Weise beeinflusst durch Eigentümlichkeiten, die sich aus dem Verlauf der in den Abbildungen 1 und 2 vernachlässigten Magnetisierungskurve und aus dem Betrag des ebenfalls vernachlässigten elektrischen Widerstandes herleiten lassen. Zunächst ist festzustellen, dass eine Seriedynamo sich nur dann selbst erregt, wenn der Widerstand ihres Stromkreises niedrig genug ist, und sie ihre Erregung bei Aenderung der Belastung wieder verliert, wenn der Widerstand des Stromkreises zu sehr ansteigt; jede Seriedynamo ist im fernern durch eine besondere kritische Stromstärke gekennzeichnet, unterhalb welcher sich ihr magnetisches Feld in einem labilen Zustand befindet. Diese Eigentümlichkeiten treten nun namentlich bei der Kurzschlussbremsung sehr deutlich auf, während sie bei der Nutzbremse und der Gegenstrombremsung in praktisch zu vernachlässigendem Masse vorhanden sind. Für die Betriebsbedingungen der konstanten Geschwindigkeit und des konstanten Drehmoments wird nun, nach dem oben Gesagten, die Kurzschlussbremsung nur oberhalb der kritischen Stromstärke, also auch nur oberhalb eines gewissen entsprechenden Bremsdrehmomentes befriedigend arbeiten. Für eine jede bestimmte Geschwindigkeit entspricht aber der kritischen Stromstärke ein bestimmter und dann ebenfalls kritischer Wert des Widerstandes des Stromkreises, welcher Widerstandswert dann nicht erreicht oder nicht überschritten werden soll. Es muss daher die Kurzschlussbremsung prinzipiell mit Stromkreisen von möglichst kleinem Widerstand arbeiten, weshalb sie auch den Namen der Kurzschlussbremsung erhalten hat. Aus der Forderung, dass

die Stromkreise der Kurzschlussbremsung möglichst kleinen Widerstand enthalten sollen, erwachsen dann Komplikationen für die Bremsschaltungen mehrerer Motoren, wenn zudem die Anlasswiderstände der Motoren auch als Bremswiderstände Verwendung finden sollen; dabei sind dann Störungen durch die mit der Temperatur und andern äussern Ursachen höchst variablen Uebergangswiderstände der metallischen Kontakte von Leiterverbindungen, Schalterteilen usw. bei dem geringen Gesamtwiderstand der Bremsstromkreise nicht immer zu vermeiden. Die Forderung der geringen Widerstandswerte macht sich ferner unangenehm geltend für die zur Regelung auf konstante Geschwindigkeit oder konstantes Drehmoment notwendige, möglichst feine Abstufung der Bremswiderstände. Für die Kurzschlussbremsung ist der Geschwindigkeitsbereich ein erheblich grösserer, als für die Nutzbremse, jedoch versagt sie ohne Beifügen weiterer Hilfsmittel ebenfalls vor dem gänzlichen Stillstand. Für die Kurzschlussbremsung mit gleichzeitig hohen Geschwindigkeiten und Drehmomenten nehmen die Eisenverluste in den Motoren die normalen, dem eigentlichen Motorbetrieb entsprechenden Werte an, für alle andern Fälle sind sie jedoch erheblich kleiner. Da nun die Kurzschlussbremsung namentlich bei kleinen Geschwindigkeiten benutzt wird, so treten somit nur unbedeu-

Wettbewerb für neue Schulhäuser in Tavannes.

I. Preis. Motto: «Zentraleingang». — Verfasser: Architekt Herm. Strahl aus Basel unter Mitarbeit von K. Leubert in Karlsruhe.

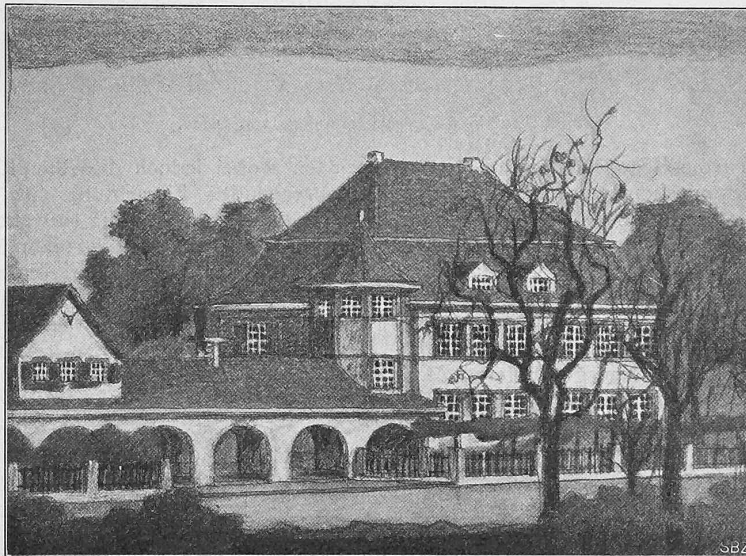


Schaubild eines Teils der Häusergruppe beim Eingang.

tende Eisenverluste und daher rührende Motorerwärmungen auf. Die Kurzschlussbremsung ist bei Bergbahnen beliebt, weil sie gestattet, ohne Benutzung der Oberleitung und ohne irgend eine mechanische Abnutzung, eine vollkommene Dauerbremsung bei vollem Drehmoment auszuführen.

Die Verwendung besonderer Elektrizitätsquellen für die Fremderregung der auf Kurzschlussbremsung arbeitenden Seriomotoren bedeutet eine Verbesserung der Brems-einrichtung mit Rücksicht auf die Regulierbarkeit, welche Verbesserung jedoch durch eine nicht unerhebliche Mehrausrüstung erkauft werden muss, ausser beim Wechselstrom, wo eine Erregung aus dem Transformator möglich ist.

Die Gegenstrombremsung oder Rückstrombremsung, bei welchem Verfahren im Falle von Gleichstrombetrieb der eigentliche und im Falle des Wechselstrombetriebes wohl immer der transformierte Netzstrom das bremsende Drehmoment hervorbringt, wobei dann der Effekt des als Generators arbeitenden Motors zugleich mit dem aus dem Netz entnommenen Effekt in Belastungswiderständen in Wärme umgesetzt wird, kann nun für die Bedingungen einer konstanten Geschwindigkeit und eines konstanten Drehmoments an Hand der Abbildungen 1 und 2 hinreichend genau beurteilt und besprochen werden. Ausser der, gemäss der gerade herrschenden Belastung, entsprechend dem Modul m variablen Wattkomponente der Motorspan-

nung $C_m \cdot \cos \varphi$ wird im Belastungswiderstand noch ein von der Netzspannung herrührender Spannungsanteil vernichtet, der im Falle von Gleichstrom gleich der Netzspannung selbst und im Falle von Wechselstrom gleich dem induktionslosen Spannungsabfall im Transformatorsekundärkreis ist, wobei dann dessen induktionsloser Widerstand ebenfalls als Belastungswiderstand funktioniert; daneben absorbieren auch noch die übrigen Teile des Transformators einen gewissen Effekt aus dem Netz zur Dekkung von Verlusten. Während also bei der

Gleichstrom-Gegenstrombremsung die Motorspannung in den günstigsten Fällen der hohen Geschwindigkeiten gleich der Netzspannung, in allen andern Fällen aber erheblich kleiner ist, so ist bei der Wechselstrom-Gegenstrombremsung fast bis zum Stillstand in allen Fällen der Wattanteil der Netzspannung nur ein kleiner Bruchteil des Wattanteils der Motorspannung; dies hat

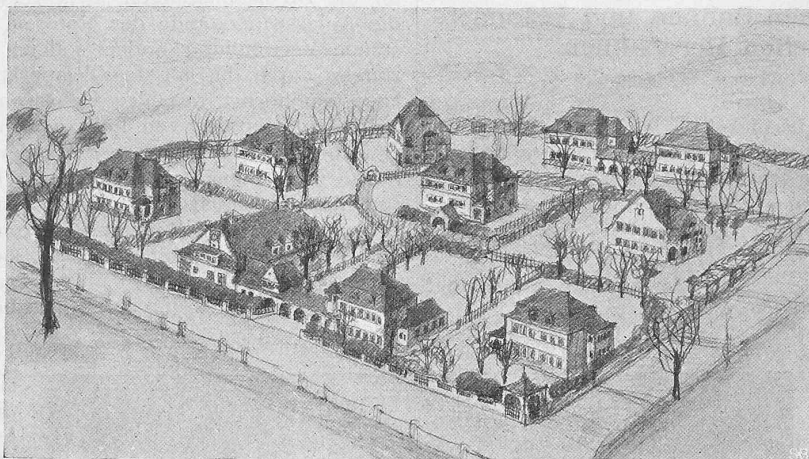
zur Folge, dass bei der Gleichstrom-Gegenstrombremsung auf dem Fahrzeug ausser der mechanischen Energie, die man zu vernichten wünscht, noch eine mindestens ebenso grosse und im ungünstigsten Falle vielmal grössere elektrische Energie aus dem Netz ebenfalls in Wärme umgesetzt werden muss, während bei der Wechselstrom-Gegenstrombremsung bis fast zum Stillstand praktisch nur die mechanische Energie, die man zu vernichten wünscht, in Wärme umzusetzen ist und erst beim Stillstand das Netz allein Energie liefert. Man erreicht dieses für den Wechselstrom so ausserordentlich günstige Resultat, indem man mittels des Anlass- und Re-

sind, und welche die Grösse der induzierten elektromotorischen Kraft und den Betrag der im aktiven Eisen auftretenden Effektverluste betreffen; die beiden Verfahren der Gegenstrombremsung sind jedoch den Verfahren der Kurzschlussbremsung darin überlegen, dass, solange es sich um eine wirkliche Gegenstrombremsung handelt, keine kritischen Werte der Stromstärke, Geschwindigkeit und Widerstand

zu befürchten sind und dass die Bremsung bis zum vollständigen Stillstand möglich ist. Mit den Verfahren der Gegenstrombremsung kann man in präzisester Weise bei jeder beliebigen Geschwindigkeit auf jedes beliebige Drehmoment einstellen. Um die Gegenstrombremsung von Gleichstromseriemotoren hinsichtlich des Verbrauches an elektrischer Energie zu verbessern, kann statt des Netzes eine besondere Elektrizitätsquelle (Akkumulatorenbatterie oder Umformer) verwendet

Wettbewerb für neue Schulhäuser in Tavannes.

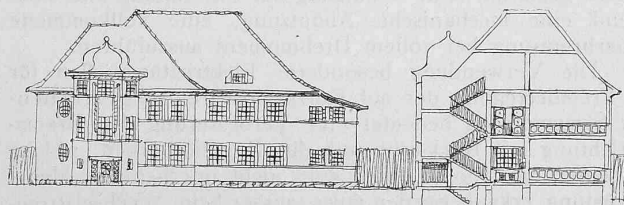
I. Preis. Motto: «Zentraleingang».



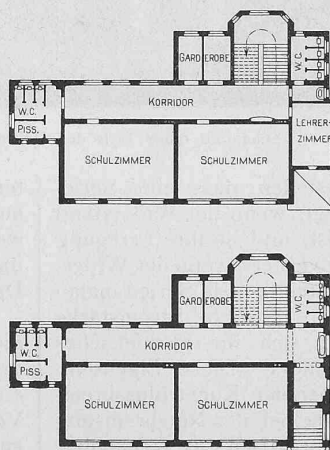
Vogelschaubild der gesamten Anlage von Osten.

werden, wobei jedoch dieselben Komplikationen wie bei der entsprechenden Einrichtung für die Kurzschlussbremsung unvermeidlich sind. Völlig einwandfrei ist einzig die Methode der Wechselstrom-Gegenstrombremsung bei Anwendung des Reguliertransformators und eines ebenfalls mehr oder weniger regulierbaren Belastungswiderstandes auszugestalten. Ueber bezügliche Versuche auf Einphasenwechselstrom-Fahrzeugen ist vom Verfasser in der Fachliteratur¹⁾ berichtet worden, wobei in der betreffenden Veröffentlichung wohl zum erstenmal auf die praktische Verwendbarkeit des Wechselstromseriemotors für die Gegenstrombremsung hingewiesen wurde.

Die Gegenstrombremsung wird im Gleichstrombahnbetrieb schon lange als ausgezeichnete Notbremsung gewürdigt; wegen ihres erheblichen Effektverbrauches muss sie jedoch auf diesen Ausnahmefall beschränkt bleiben; die Gegenstrombremsung mittels Wechselstrom braucht jedoch nicht auf den Ausnahmefall der Notbremsung beschränkt zu bleiben, sondern sie ist berufen, als normale elektrische Dauerbremse dienen zu können. Wir möchten dieses Verfahren der Bremsung insbesondere auch für elektrisch betriebene Bergbahnen empfehlen, welche, wie dargelegt wurde, auf die Nutz-



Ansichten, Grundrisse und Schnitt eines Normalpavillons. — Masstab 1 : 600.

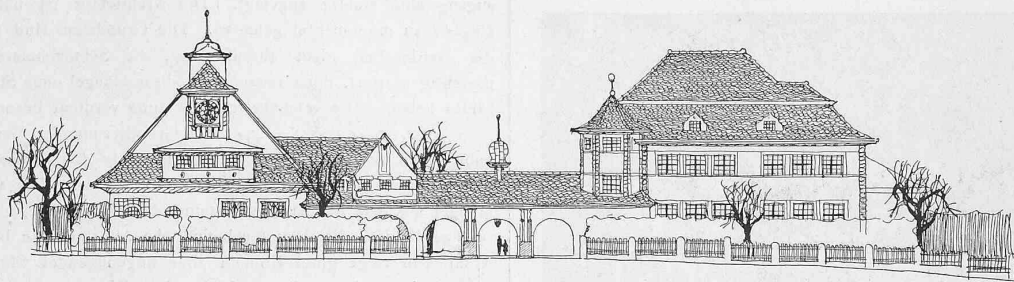


gulierrtransformators des oder der Wechselstromseriemotoren stets eine solche Wechselstromspannung auf den Motor einwirken lassen kann, dass die in diesem Stromkreise herrschende Wattkomponente der Spannung fast nur von der generatorischen Wirkung des Motors selbst herrührt, während die Transformatorsekundärwicklung nur die für die Magnetisierung des Motors notwendige wattlose Spannungskomponente aufzubringen hat, wenn die übrigens unbedeutenden Transformatorverluste ausser acht gelassen sind. Sowohl die Gegenstrombremsung des Gleichstromseriemotors, wie auch diejenige des Wechselstromseriemotors vereinigen die Vorzüge, die auch der Kurzschlussbremsung eigentümlich

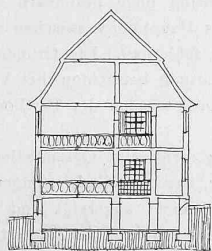
bremsung keinen Wert legen, und für welche, aus den ebenfalls schon angegebenen Gründen, die Kurzschlussbremsung bisher mehr Vorteile geboten hat, als die Gegenstrombremsung. Die Anwendung des Einphasenwechselstroms für Bergbahnen ist bisher noch nicht vorgekommen, wenn man nicht die Stubaitalbahn als Bergbahn bezeichnen will, da sich bisher noch keine zwingenden Gründe dafür zeigten. Wir möchten nun die Behauptung aufstellen, die Vorteile der Möglichkeit der vorzüglichsten Kurzschlussbremsung und Gegenstrombremsung des Einphasenwechselstrom-Seriemotors könnten im Verein mit den früher schon

¹⁾ Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen 1907, Seite 361.

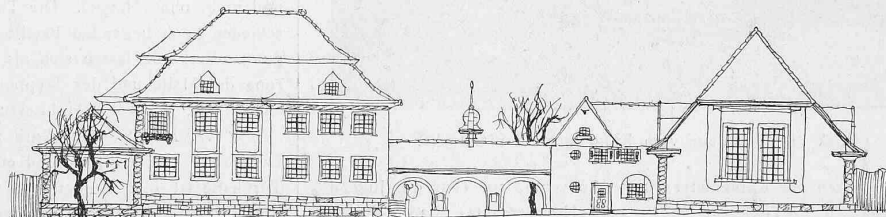
Wettbewerb für neue Schulhäuser in Tavannes.

I. Preis. Motto: «Zentraleingang». — Verfasser: Arch. *Herm. Straehl* aus Basel unter Mitarbeit von *K. Leubert* in Karlsruhe.

Ansicht der Häusergruppe am Eingang (Turnhalle und Pavillon mit Zeichensaal) von der Strasse. — Masstab 1 : 600.



Schnitt durch den Pavillon.



Masstab 1 : 600.

Rückansicht der Häusergruppe am Eingang.

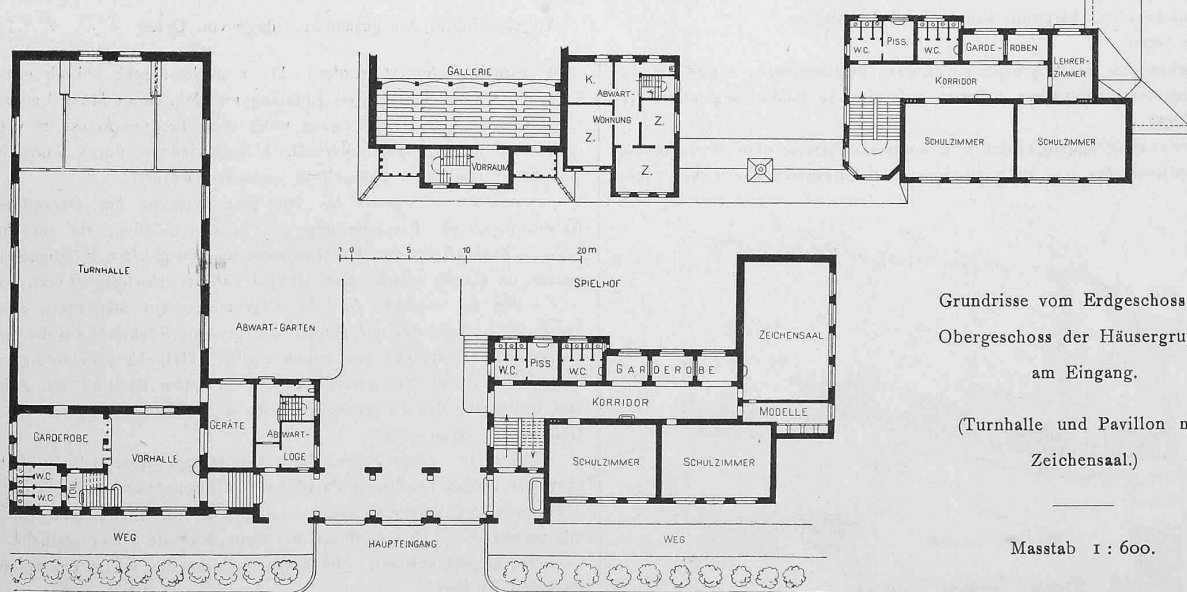
erkannten übrigen Vorteilen dieser Motoren und Stromart in gewissen Fällen als zwingende Gründe für die Anwendung des Einphasenwechselstroms auf Bergbahnen gelten.

Zusammenfassung. Mit Rücksicht auf die Anwendung im elektrischen Bahnbetrieb werden für den Seriemotor für Gleichstrom und Einphasenwechselstrom die Möglichkeiten der Nutzbremung, der Kurzschlussbremung und der Gegenstrombremung eingehend behandelt und wird auf die vom Verfasser experimentell untersuchte Gegenstrombremung des unabgeänderten Wechselstromseriemotors als der überhaupt bestmöglichen Gegenstrombremung hingewiesen; ferner wird die durch Cooper bekannte gegenebene Nutzbrem-

Wettbewerb für neue Schulhäuser in Tavannes.

I.

Wir veröffentlichen nachstehend das Gutachten des Preisgerichts in diesem Wettbewerb und beginnen unsere gewohnte Darstellung der prämierten Entwürfe mit der Wiedergabe der hauptsächlichsten Ansichten, Grundrisse und Schnitte des mit einem I. Preis ausgezeichneten Entwurfs Nr. 32 mit dem Motto: „Zentraleingang“ von Architekt *Herm. Straehl* aus Basel unter Mitarbeit von *K. Leubert* in Karlsruhe sowie des an zweiter Stelle



Grundrisse vom Erdgeschoss und Obergeschoss der Häusergruppe am Eingang.

(Turnhalle und Pavillon mit Zeichensaal.)

Masstab 1 : 600.

sung mittels für den Bremsdienst umgeschalteter Wechselstromseriemotoren erläutert und als überhaupt bestmögliche Nutzbremung hingestellt.

Es kann daher ausgesagt werden, dass hinsichtlich der Möglichkeit der elektrischen Bremsung der Wechselstromseriemotor nicht nur gegenüber dem Gleichstromseriemotor, sondern gegenüber jedem Elektromotor zu den weitaus günstigsten Ergebnissen führt.

prämierten Projekts Nr. 18 mit dem Motto: „Neu-Tavannes“ von den Architekten *Walter Joss* und *Hans Klauser* in Bern.

Bericht über die Prüfung der Entwürfe durch die Jury am 29. August 1907.

Eingelangt sind rechtzeitig vierzig Projekte.

Beim ersten Rundgang wurden folgende Projekte von der weiteren Beurteilung ausgeschlossen: Nr. 1. «Montoz», 7. «Notenschlüssel», 8. «Hygia», 11. «Bambino», 12. Haselnuss (gezeichnet), 14. «Scholar», 15. «Tavannes» I,