

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 99/100 (1932)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Die Triebwagen und Unterstationen der elektr. Bahn St. Gallen-Gais-Appenzell  
**Autor:** Hugentobler, Ed.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-45590>

### **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:** 15.01.2026

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

INHALT: Die Triebwagen und Unterstationen der elektr. Bahn St. Gallen-Gais-Appenzell. — Wettbewerb für eine Schulhaus-Anlage mit Hallenschwimmbad in Altstetten bei Zürich. — Das Berufsbild des Ingenieurs und Architekten. — Zum Kapitel Berufsmoral. — Mitteilungen: Umlaufender Siederohr-Dampferzeuger. Zur Frage der hydraulischen oder kalorischen Energie-Erzeugung. Hochalpine Wasser-

kräfte und mitteleuropäische Energieversorgung. Beseitigung von Schäden an der Talbrücke bei Müngsten (Wuppertal). Basler Rheinhafenverkehr. Kraftwerk Wettingen. — Nekrologe: Paul U. Bretschger. — Preisausschreiben: Stiftung Georges Montefiore. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortragskalender.

Band 100

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 21



Abb. 1. Zahnstangenrampe von 92‰ Steigung in 30 m-Kurve bei St. Gallen.

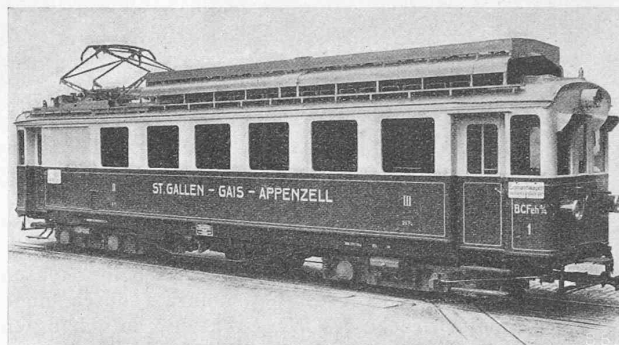


Abb. 2. Ansicht des betriebsbereiten Motorwagens.

## Die Triebwagen und Unterstationen der elektr. Bahn St. Gallen-Gais-Appenzell.

Von Dipl.-Ing. ED. HUGENTOBLER, B B C, Baden.

Die ehemalige „Appenzeller Strassenbahn“, eine der ersten schweizerischen Bergbahnen mit gemischtem Adhäsions- und Zahnstangenbetrieb<sup>1)</sup>, ist im Frühjahr 1931 vom ursprünglichen Dampfbetrieb auf den elektrischen Betrieb übergegangen, nachdem die immer wachsenden Anforderungen in Bezug auf Fahrplan-Entwicklung, Förderlasten und Unterhaltungsarbeiten mit dem alten System nicht mehr befriedigt werden konnten. Da die Bahn grösstenteils der Hauptstrasse folgt, an der einige schmucke Appenzeller-Dörfer liegen, wurde die Gegend damit auch von der Rauchplage befreit. Die meterspurige Bahn hat ein sehr kompliziertes Tracé, auf dem sich Zahnstange und Adhäsionsstrecke fortwährend ablösen.

Dazu kommen eine Unzahl sehr enger Kurven, unter denen die S-Kurve auf der ersten Zahnstangen-Rampe nach St. Gallen besonders erwähnt werden muss. Diese Schwierigkeiten haben die Unternehmerfirmen dazu geführt, für die neuen Triebfahrzeuge (Motorwagen) für den elektrischen Betrieb teilweise ganz neuartige Lösungen zu verwenden, die sich nunmehr in einer längeren Betriebsperiode als sehr zweckmässig erwiesen und bewährt haben. Nachstehend soll hierüber und gleichzeitig über die elektrischen Anlagen für die Energieversorgung berichtet werden.

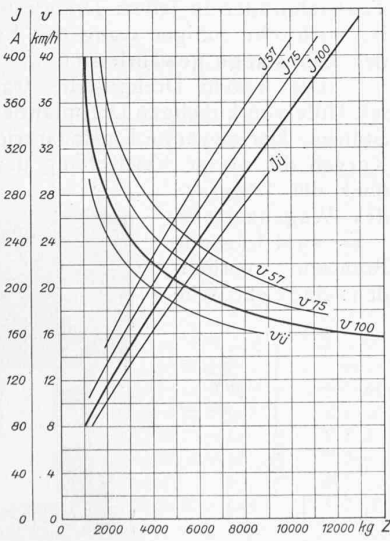


Abb. 4. Charakteristische Kurven des Fahrzeuges.

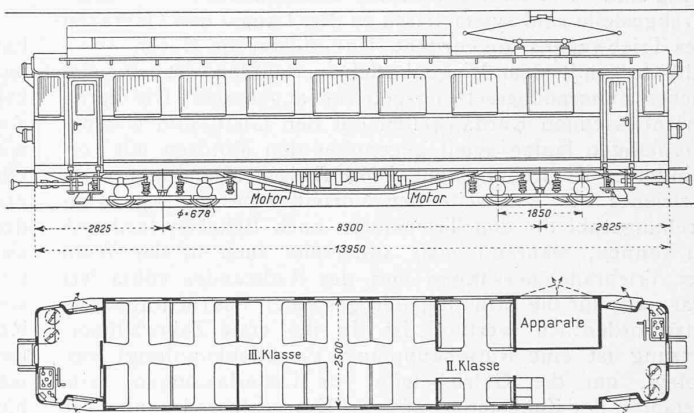


Abb. 3. Typenskizze des Motorwagens. — Masstab 1:150.

### A. CHARAKTERISTISCHE DATEN DER BAHNANLAGE.

Betriebslänge der Strecke	19,483 km
davon mit Strassenbenützung	14,820 „
Gesamte Länge der Zahnstangenstrecken	4,188 „
Zahnstangensystem	Riggenbach-Klose
Teilung	100 mm
Höhe der Zahnstangenteillinie über S. O.	45 mm
Adhäsionsschienentyp Vignoles von	25,8 bis 30,1 kg/m
Spurweite	1000 mm
Grösste Steigung auf Adhäsionsstrecken	59 ‰
Grösste Steigung auf Zahnstangenstrecken	92 ‰
Kleinster Kurvenradius	30 m
Höchster zulässiger statischer Achsdruck	12,5 t
Stromsystem	Gleichstrom
Höchste Fahrdrabtspannung (am Speisepunkt)	1750 Volt
Mittlere Fahrdrabtspannung	1500 „
Kleinste Fahrdrabtspannung	1200 „
Höchste Fahrgeschwindigkeit auf Adhäsion	40 km/h
Höchste Fahrgeschwindigkeit auf Zahnstange	20 „
Fahrgeschwindigkeit bei Talfahrt auf 92 ‰	16,6 „
Grösstes Zuggewicht (inbegriffen Triebfahrzeug) für Fahrt über die ganze Strecke	120 t
Grösste Anfahrzugkraft am Radumfang (auf Zahnstange)	rd. 15 000 kg

### B. TRIEBFAHRZEUGE.

Daten der Motorwagen:	Stundenbetrieb	Dauerbetrieb
Leistung am Radumfang bei 1500 V	570 PS	430 PS
entsprechende Fahrgeschwindigkeit	17,8 km/h	19,9 km/h
Zugkraft am Radumfang	rd. 8600 kg	5800 kg
Gewicht des leeren Motorwagens	rd.	39,4 t
Gewicht des belasteten Motorwagens	rd.	45 t

**Mechanischer Teil:** Die Wagen sind als vierachsige Drehgestell-Fahrzeuge gebaut, wobei eine jede der vier Achsen als kombinierte Adhäsions- und Zahnradtriebachse für die

<sup>1)</sup> Eröffnet 1889. Längenprofil und Uebersichtskarte, sowie Dampf-lokomotive für gemischten Betrieb vergl. Bd. 45, S. 295 (17. Juni 1905). Red.

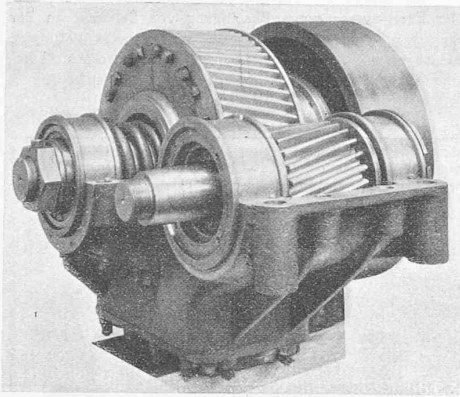


Abb. 5. Zahnradgetriebe mit einseitiger Rutschkupplung.

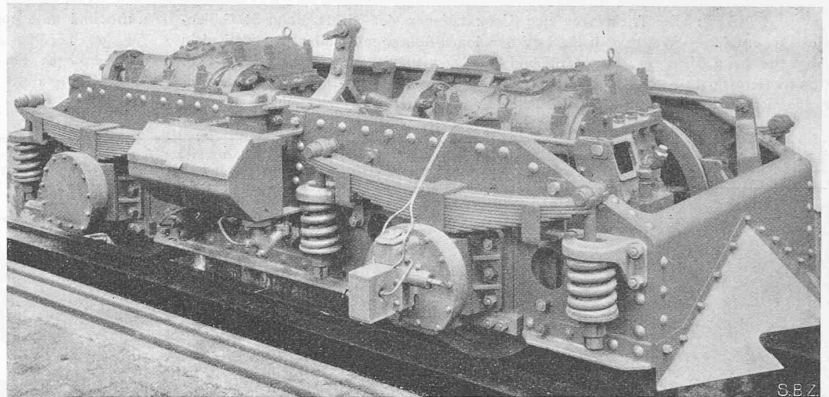


Abb. 6. Das Triebgestell der Triebwagen, Bauart S. L. M. Winterthur.

Kraftübertragung verwendet wird. Der Antrieb beider Achsen eines jeden Drehgestelles erfolgt gemeinsam durch einen längsweise an der Brücke des Wagenkastens aufgehängten Motor. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass keine beweglichen Teile für die Luft- und Kabelzuführung zum Motor nötig sind. Die zwei getrennten Motorantriebe der beiden Drehgestelle sind symmetrisch zu den Längs- und Querachsen des Triebwagens angeordnet. Unmittelbar am Motor, ebenfalls fest mit dem Wagenkasten verbunden, ist ein einfaches Zahnradübersetzungsgetriebe angebracht. Die daran anschliessenden Kardanwellen mit den Gleit- und Gelenkkupplungen laufen somit gegenüber den Motoren mit verminderter Umdrehungszahl. Diese Zwischenschaltung eines Getriebes bot einerseits den Vorteil, eine günstige Umdrehungszahl für den Triebmotor nach Belieben festlegen zu können, während man andererseits auch in der Wahl der Triebradabmessungen und des Radstandes völlig frei war, was für die Erfüllung der gestellten Fahrbedingungen ausserordentlich wertvoll ist. In die erste Zahnradübersetzung ist eine Rutschkupplung (Lamellenkupplung) eingelegt, um die Getriebeteile vor Ueberlastungen beim Befahren der Zahnstange und bei Kurzschlusswirkung oder schroffen Bremsungen zu schützen. Zwischen dem ersten Übersetzungsgetriebe und den Adhäsions- und Triebrädern in den zwei Drehgestellen befinden sich die Kardanwellen mit Gleit- und Gelenkkupplungen an den Enden, die ohne weiteres die dazwischen auftretenden horizontalen und vertikalen Relativbewegungen aufnehmen.

Beide Achsen der zwei Drehgestelle werden angetrieben und tragen neben den Adhäsionsrädern auch ein gefedertes Triebzahnrad. In dem auf jeder Achse drehbar sitzenden Zahnradgehäuse sind je ein Kegel- und zwei Stirnradübersetzungen eingebaut. Die beiden in der Längsaxe des Fahrzeuges liegenden Kegelräder eines Drehgestelles sind mit einer allseitig beweglichen Welle verbunden, wodurch die beiden Achsen vollständig von einander unabhängig dem Feder-spiel folgen können. Die quer liegenden Kegelradwellen tragen die Stirnradübersetzungen für den Antrieb der Adhäsionsräder und des Triebzahnrades. Das Triebzahnrad ist lose auf der Adhäsionstrieb-achse gelagert. Die Übersetzungsverhältnisse der zwei Stirnradübersetzungen sind so gegeneinander abgestimmt, dass die Abrollgeschwindigkeiten der beiden verschiedenen Antriebsräder bei mittlerer Radreifen-Abnutzung gleich gross sind. Die gesamte Übersetzung beträgt für den Zahnstangen-Antrieb  $1:5,76$

und für den Adhäsionsantrieb  $1:4,6$ . Bemerkenswert ist der ausgezeichnete Wirkungsgrad der dreifachen Zahnradübersetzung des Antriebes, der auf dem Prüfstand bei Voll-last mit 97 % gemessen wurde, was jedenfalls nur der Verwendung von Walzenlagern für alle raschlaufenden Wellen zu verdanken ist.

Die Verkopplung der Triebräder eines Drehgestelles hat den grossen Vorteil, dass die Reibung zwischen Rad und Schiene beim Anfahren günstiger ausgenützt werden kann als bei einem Einzelachsenantrieb. Hingegen wird eine Zahndruck-Ausgleichsvorrichtung nötig, weil die unvermeidlichen Teilungsfehler der Zahnstange ohne diese eine Ungleichheit im Zahndruck der verschiedenen Triebräder erzeugen müssten. In der Mitte der Drehgestelle sind Träger derart miteinander verbunden, dass der Verbindungspunkt sich in senkrechter Richtung innerhalb bestimmter Grenzen frei bewegen kann. Bei Fahrt auf der Zahnstange entstehen auf den Trägern zwei entgegengesetzt gerichtete Reaktionskräfte, die infolge der erwähnten Bewegungsfreiheit bei allen Teilungsfehlern stets gleich gross sein müssen und sich somit gegenseitig aufheben. Der Verbindungspunkt macht während der Zahnstangenfahrt entsprechend den Teilungsdifferenzen kleine Vertikalbewegungen, wodurch der Zahndruckausgleich der beiden Triebzahnräder in jedem Drehgestell erreicht wird. Damit ist auch ein ruhiger Gang des Fahrzeuges bei Fahrt auf der Zahnstange gewährleistet.

Die beiden Drehgestelle tragen den Wagenkasten mit Hilfe von kugelförmigen Drehpfannen und seitlich gefederten Stützen. Der gewählte Kardantrieb erlaubt in den engen Kurven die nötige Verdrehung der Triebgestellaxe gegenüber der Längsaxe des Wagenkastens.

Es sind folgende Bremsen vorhanden: eine elektrische

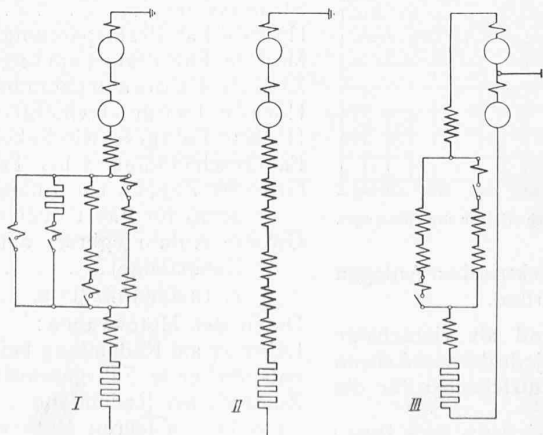


Abb. 8. Prinzipielle Schaltungen für Fahrt und Bremsen.

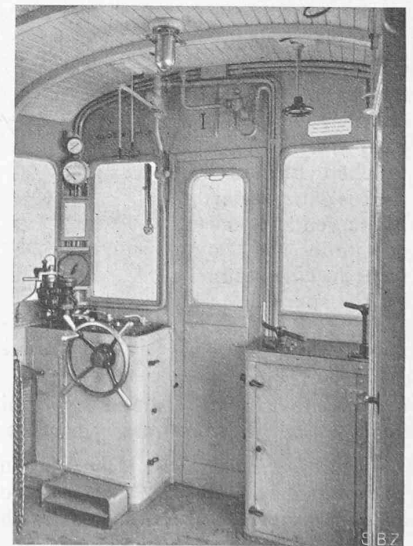


Abb. 9. Ansicht des Führerstandes.



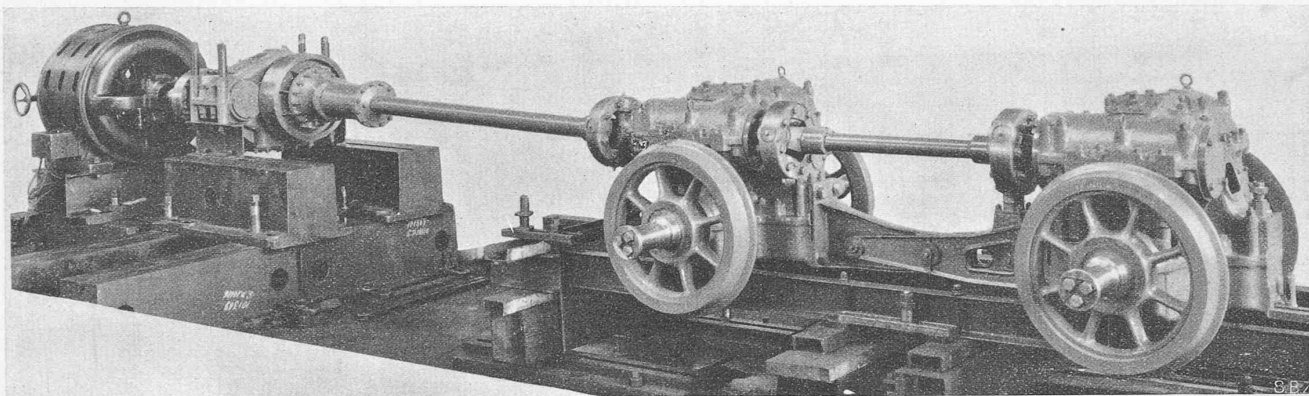


Abb. 7. Untersuchung der Zwischengetriebe auf dem Prüfstand der Schweizer Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

Widerstandsbremse; eine durchgehende Druckluftbremse für den Triebwagen und den Zug; eine Handbremse in jedem Führerstand, die auf das gleiche Gestänge wirkt wie die Druckluftbremse und somit sowohl die Adhäsions- als auch die Triebzahnäder bremsst; eine Bandklotzbremse für ausschliessliche Handbetätigung, die auf die Bremscheibe der Kardanwelle wirkt und nur als Notbremse benützt wird.

*Elektrischer Teil:* Jedes der beiden Triebdrehgestelle des Motorwagens wird von einem in der Richtung der Wagenaxe unter dem Wagenkasten an Füssen aufgehängten Triebmotor angetrieben. Die zwei Traktionsmotoren können je während einer Stunde 300 PS an der Welle leisten bei einer Klemmenspannung von 750 V und einer Drehzahl von 760 Uml/min. Es handelt sich um Gleichstrom-Serie-Motoren mit vier Haupt- und vier Wendepolen, einteiligem Gehäuse

und Anker-Rollenlagern. Sie sind für Eigenventilation vorgesehen. Auf der Kollektorseite wird die Luft durch einen Kanal aus dem Wageninnern übernommen und durch den Rotor und den Stator mit einem Doppelventilator gesaugt, um nachher am Umfang des Lagerschildes auf der Antriebsseite hinausgeblasen zu werden. Die Erregerwicklung zerfällt in drei Teile, nämlich eine Hauptwicklung mit normalem Kupferquerschnitt und zwei Zusatzwicklungen mit halbem Kupferquerschnitt; diese werden je nach der gewünschten Felderregung unter sich parallel oder in Serie geschaltet. Elektrisch sind die beiden Motoren der Einfachheit halber dauernd in Serie geschaltet, da die sonst übliche Serie-Parallel-Schaltung bei den vorliegenden Betriebsbedingungen keinen wesentlichen Vorteil für den Fahrdienst ergeben würde. Um dennoch genügend und den Betriebsanforderungen entsprechende wirtschaftliche Stufen zu haben,

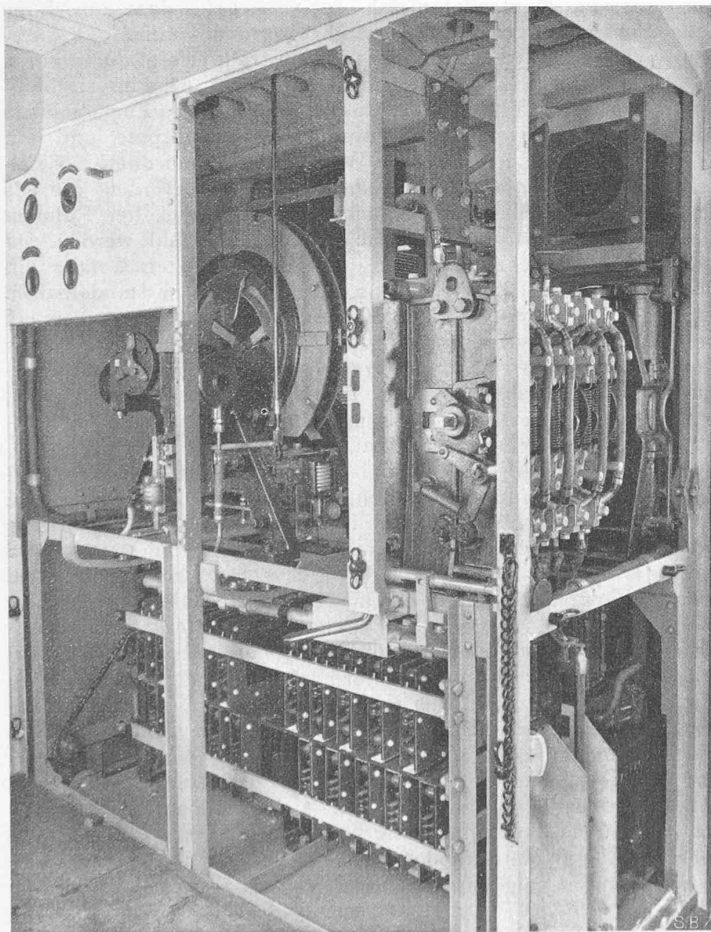


Abb. 10. Innenansicht des geöffneten Hochspannungsraumes.

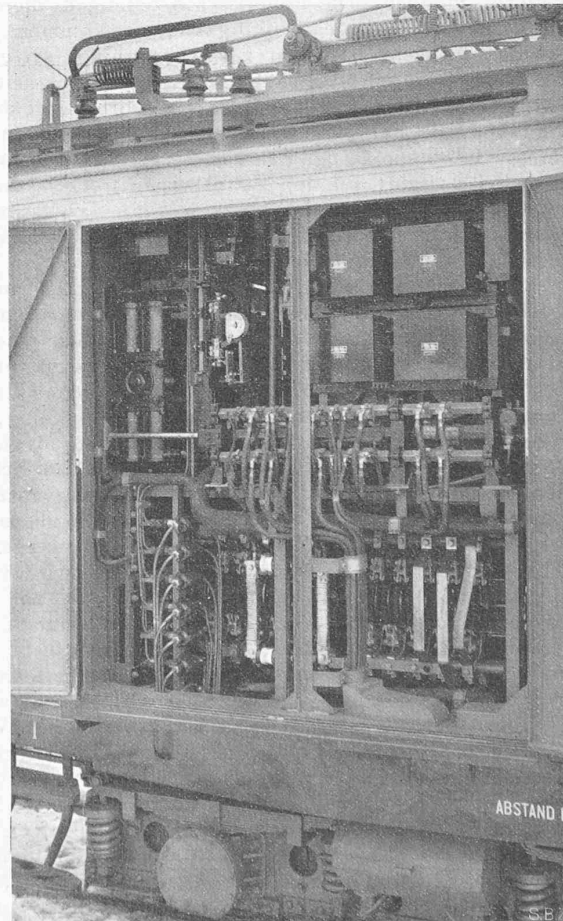


Abb. 11. Aussenansicht des geöffneten Hochspannungsraumes.

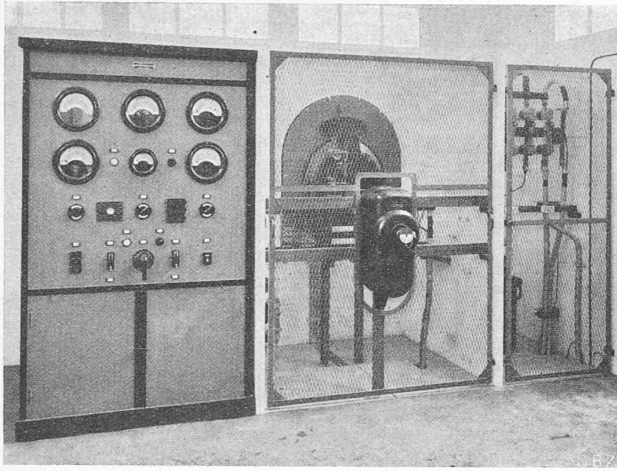


Abb. 12. Unterstation Niederteufen. Zellen für die ankommenden Linien und die Apparatur auf der Primärseite des Gleichrichter-Transformators.

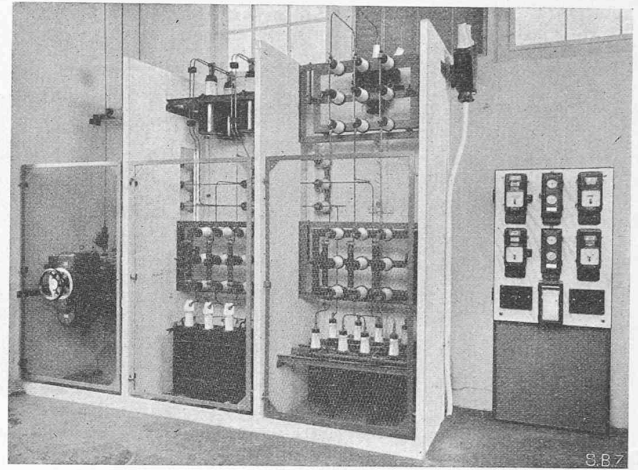


Abb. 13. Unterstation Niederteufen. Schalttafel für den Gleichrichter und die automatischen Betriebe, sowie Zellen für die Apparatur der Gleichstromseite.

sind neben der Fahrstellung mit voller Felderregung noch zwei solche mit Feldschwächung und eine weitere mit übererregten Motorfeldern möglich. Zur Einstellung der letztgenannten ist die oben erwähnte Umschaltung der Zusatzfelder gemacht worden, in welchem Falle diese zwei Feldteile in Serie geschaltet werden, um dadurch die erhöhte Ampèrewindungszahl zu erhalten. Die Schaltung mit Feldübererregung ist nötig, wenn der Motorwagen allein die Zahnstangenstrecken hinauf fährt, um die Fahrgeschwindigkeit entsprechend den Bahnvorschriften gegenüber Fahrt mit vollem Feld auf wirtschaftliche Art, d. h. ohne das Vorschalten von Widerständen, zu erniedrigen. Wegen der in diesem Fall geringen Belastung der Motoren ist die oben erwähnte Umgruppierung der zwei Zusatzfelder ohne weiteres möglich. Die Feldschwächstellungen dienen zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit; sie kommen speziell auf den Adhäsionsstrecken zur Anwendung, sei es, dass die Geländebedingungen hohe Fahrgeschwindigkeiten zulassen oder dass bei kleinerer als normaler Fahrdrachtspannung die Fahrgeschwindigkeit erhöht werden muss, um die fahrplanmäßige Fahrzeit einhalten zu können.

Bei Talfahrt auf den Zahnstangenstrecken und auch auf den starken Adhäsionsgefällen kann das ganze Zugsgewicht durch Benützung der elektrischen Widerstandsbremse abgebremst werden.

Die elektrische Apparatur für die Steuerung der Triebmotoren ist in einem Hochspannungsraum am einen Ende des Motorwagens eingebaut. Sie umfasst einen Zentralkurvenscheibenkontroller für das Anlassen und die Regulierung der Triebmotoren bei Fahrt und elektrischem Bremsen, sowie einen automatischen Hauptschalter, einen Wendeschalter und einen Brems- und Uebererregungsschalter. Der Kurvenscheibenkontroller besteht aus 20 Schaltelementen mit Einzelblasung, die mittels Kurvenscheiben zwangsläufig in der für die Anfahrt und Regulierung der Triebmotoren nötigen Reihenfolge betätigt werden. Die Welle, auf der diese Kurvenscheiben sitzen, wird von den Blindkontrollern in den beiden Führerständen auf mechanischem Wege gedreht. Mit dem Kontroller können 14 Widerstandstufen, eine widerstandslose wirtschaftliche Schaltstufe mit vollem Feld und noch zwei wirtschaftliche Stellungen mit geschwächten Motorfeldern eingestellt werden.

Die Fahrriechung wird mit einem besonderen Wendeschalter eingestellt. Mit diesem Schalter ist noch eine Motorabschaltwalze zusammengebaut, die das Ausserbetriebsetzen eines defekten Motors ermöglicht. An Stelle des abgeschalteten Triebmotors werden ein Teil der Anfahrt- und Bremswiderstände im Stromkreis belassen, damit der andere Motor keine zu hohe Klemmenspannung erhält. Die Umstellung von Fahrt mit vollem Feld auf Fahrt mit übererregtem Feld oder auch auf elektrische Widerstandsbremse erfolgt mit dem Brems- und Uebererregungsschalter.

Durch den automatischen Hauptschalter wird der gesamte Triebmotorstromkreis ein- oder ausgeschaltet. Dieser besteht in der Hauptsache aus einem Funkenschalter, einer Hauptbürste und einem Hilfskontakt. Eine direkt wirkende Ueberstromauslösung schaltet die Motoren bei Ueberlast ab. Der Schalter wird im weiteren ausgelöst, wenn die Fahrdrachtspannung unter einen bestimmten Mindestwert fällt oder wenn die Sicherheitseinrichtung für den Einmannbetrieb aus irgend einem Grund in Tätigkeit tritt. In Notfällen kann der Schalter von jedem Führerstand aus direkt mittels Handgriff und Seilzug mechanisch ausgelöst werden. Alle diese Hauptapparate werden pneumatisch von den beiden Blindkontrollern aus mit besonderen Ventilen gesteuert. Diese Steuerventile sind mit dem mechanischen Kontrollerantrieb so verriegelt, dass unrichtige Schaltmanöver nicht ausgeführt werden können.

Die Stromabnahme vom Fahrdracht erfolgt durch einen Pantographen-Stromabnehmer mit zwei Aluminiumschleifstücken und für pneumatische Betätigung. Zum Schutze gegen Ueberspannungen sind eine Drosselspule und ein Hörnerableiter auf dem Wagendach angeordnet, wo sich noch die Anfahrt- und Bremswiderstände befinden, die aus einer Anzahl von mit Konstantanband bewickelten Rahmen bestehen, die durch natürlichen Luftzug gekühlt werden. Da bei elektrischer Bremsung auf dem grössten Gefälle ein Bremsstrom auftreten kann, der nahezu dem Stundenstrom der Triebmotoren entspricht, musste durch eine besonders durchdachte Konstruktion der Verschaltung der Widerstände für eine vorzügliche Wärmeabfuhr und Ventilationsmöglichkeit gesorgt werden. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die getroffene Lösung in jeder Beziehung den Erwartungen entsprochen hat.

Die Hilfsbetriebe umfassen neben der Motorkompressorgruppe für die Westinghouse-Bremse und die pneumatische Steuerung der Hauptapparatur nur noch die Beleuchtungs- und Heizeinrichtung, die unmittelbar von der Fahrleitung aus mit Energie versorgt werden. Es sind zwei von einander unabhängige Beleuchtungstromkreise vorhanden, die eine genügende Beleuchtung des Motorwagens unter allen Umständen ermöglichen. Pro Beleuchtungstromkreis sind zehn Lampen von je 40 Watt in Serie geschaltet. Die einzelnen Lampen besitzen eine besondere Hochspannungsfassung, die eine Gefährdung des Personals beim Auswechseln defekter Glühlampen ausschliesst. Für die Auffindung einer defekten Glühlampe ist in einem Führerstand ein Lampensuchapparat eingebaut.

Die Heizeinrichtung umfasst drei von einander unabhängige Heizstromkreise, die mittels der in den Personen-Abteilen eingebauten Abteil-Heizschalter nach Belieben eingeschaltet werden können. Jeder Heizstromkreis kann für halbe oder volle Heizleistung eingestellt werden. Es sind insgesamt 24 Heizkörper von je 800 W Heizleistung



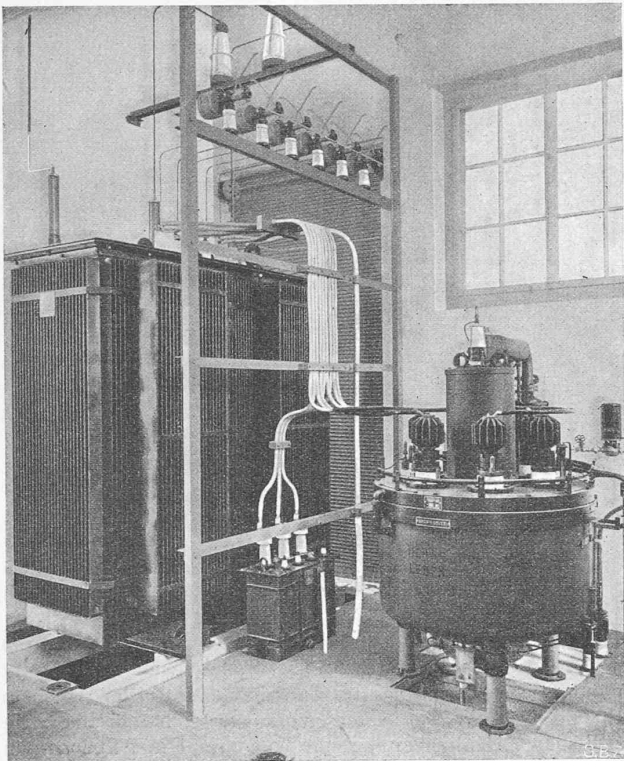


Abb. 14. Unterstation Gais. Gleichrichter mit Haupttransformator und Hilfsttransformator.

vorhanden, wovon je acht in Serie geschaltet sind und eine Heizgruppe bilden. Vom Motorwagen aus werden über eine Heizsteckkupplung, ähnlich der S. B. B.-Ausführung, auch die Anhängewagen elektrisch geheizt. Die Zugheizung ist durch einen besondern Hauptheizschalter vom Motorwagen aus abschaltbar.

Alle Hilfsstromkreise sind gegen Ueberlast gesichert durch Hochspannungssicherungen, die im Hochspannungsraum an für den Führer leicht zugänglicher Stelle montiert sind. Zur Ueberwachung der elektrischen Einrichtung des Hauptstromkreises während der Fahrt sind in jedem Führerstand ein Volt- und Ampèremeter im Führertisch eingebaut. Da die Motorwagen bei geringer Frequenz einmännig betrieben werden, ist die erprobte Brown-Boveri-Sicherheitseinrichtung für Einmannbetrieb eingebaut worden.

#### C. ENERGIEVERSORGUNG UND UNTERSTATIONEN.

Die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke liefern die Energie für den Bahnbetrieb über die zwei Gleichrichter-Unterstationen Nieder-Teufen bei Km. 5,07 und Gais bei Km. 14,3, und zwar von zwei verschiedenen Primärnetzen aus. Dies ergibt eine gewisse Unabhängigkeit der Bahn von allfälligen Störungen in den Primärnetzen, indem der Betrieb beim Aussetzen der Energieversorgung im einen Speisernetz vom andern aus über die entsprechende Unterstation allein aufrecht erhalten werden kann. Die Leistung jeder Unterstation ist so bemessen, dass dieser Notbetrieb jederzeit während längerer Dauer möglich ist. Da die grossen Vorteile der Quecksilberdampf-Gleichrichter allgemein bekannt sein dürften, genügt es, die wichtigsten Punkte anzuführen, die meist für die Wahl dieser Umformerart für Bahnbetriebe ausschlaggebend sind, nämlich der bei allen Belastungen konstante Wirkungsgrad und die grosse Unempfindlichkeit der Gleichrichter gegen Stromstösse, sowie die einfache Art der Automatisierung der Anlage, die damit einen sicheren und billigeren Betrieb ohne ständig anwesendes Bedienungspersonal ermöglicht. Die Primärspannung beträgt 10000 V für Nieder-Teufen und 45000 V für Gais, beides Drehstrom von 50 Per/sec.

Jede Gleichrichter-Unterstation umfasst eine Gleichrichtergruppe von 600 kW Dauerleistung bei 1650 V

Gleichstromspannung bei Vollast und allem nötigen Zubehör. Die Gleichrichtergruppen können wie folgt überlastet werden: 50 % während 2 Stunden, 100 % während 5 min und 200 % während 1 min. Die Speiseleitung jedes Unterwerkes wird über Trennmesser und Oelschalter mit aufgebauten Hauptstromrelais direkt zum Gleichrichter-Transformator geführt. Dieser ist primärseitig in Stern geschaltet und besitzt Anzapfungen, um eine Anpassung an länger andauernde Spannungsverschiedenheiten im Primärnetz zu ermöglichen. Die Sekundärseite besitzt Gabelschaltung mit herausgeführtem Nullpunkt, der gleichzeitig auch den Minuspol des Gleichstromnetzes bildet. Am Transformator ist der Gleichrichter direkt angeschlossen. Auf seiner Gleichstromseite ist ein Schnellschalter mit Maximalstromauslösung vorhanden; dieser dient als Feederschalter für die abgehende Gleichstromleitung. Der Anschluss der Fahrleitung erfolgt über zwei Kabelleitungen, die durch eine Trennmesserguppe untereinander aufgeteilt und bei einer Ausserbetriebsetzung der Unterstation von der Feederleitung abgetrennt werden können. Für den Schutz gegen Ueberspannungen dienen primär- wie auch gleichstromseitig Ueberspannungsableiter System Bendmann von der Firma Elektrizitäts A.-G. Wädenswil in Zürich, die im Freien aufgestellt sind.

Die Hochspannungsapparatur jeder Unterstation ist in verschiedenen Zellen angeordnet, während die Instrumente auf Schalttafeln aufgebaut sind. Die zur Gleichrichter-Ausrüstung gehörenden Zünd- und Erreger-Aggregate und die Spezialapparate für die Automatisierung der Anlage sind in einem Schaltgerüst angeordnet. Zur Erzeugung und Erhaltung des für den Gleichrichter notwendigen Vakuums wird ein Luftpumpenaggregat benötigt; es besteht aus einer rotierenden Kapsel-Oelpumpe, die von einem Dreiphasen-Motor angetrieben wird, und aus einer ruhenden Quecksilberdampfpumpe, die in Verbindung mit der ersten im Gleichrichter ein Vakuum von 0,005 bis 0,001 mm Hg erzeugt. Die erste, auch Vorvakuumpumpe genannt, ist in Serie zur zweiten Pumpe geschaltet und neben dem Gleichrichtergefäss isoliert aufgestellt. Sie besitzt eine selbsttätig wirkende Abschlussvorrichtung, die bei Stillstand der Pumpe den Gleichrichter gegen die Atmosphäre hin abschliesst. Die andere Pumpe, auch Hochvakuumpumpe genannt, ist am Gleichrichter angebaut. Der Gleichrichter selbst besitzt sechs Anoden. Da er unter voller Gleichstromspannung steht, ist vom Boden isolierte Aufstellung nötig. Vom Bedienungsraum wird der Apparat durch ein Eisengeländer getrennt. Zur Messung des Vakuums im Gleichrichter dient ein direkt zeigendes Vakuummeter, das auf der Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Gase vom Druck beruht. Dieser wird dann an einem Galvanometer abgelesen, dessen Skala in mm Hg eingeteilt ist. Das Anlassen des Gleichrichters, d. h. die Zündung des Hilfsbogens geschieht mit Wechselstrom, der von einem Erregertransformator geliefert wird. Um beim Sinken der Belastung auf Null das Erlöschen des Lichtbogens zu vermeiden, d. h. um die Hauptanoden dauernd betriebsbereit halten zu können, sind im Gleichrichter zwei Erregeranoden eingebaut, die dauernd brennen. Zur Messung des Erregerlichtbogens wird auch Wechselstrom benützt. Der Erregertransformator, sowie die Erregerrelais und Widerstände und der Transformator zur Speisung der Heizplatte der Hochvakuumpumpe bilden ein einziges Aggregat, das in eine Schalttafel eingebaut ist.

Der Gleichrichter und die Hochvakuumpumpe werden in beiden Unterstationen mit Frischwasser gekühlt. Der Wasserverbrauch hierfür beträgt rund 1 l/min und pro 100 A Gleichstrombelastung bei einer Wassertemperatur von 15°C. Das Kühlwasser tritt unten an der Kathode ein, kühlt den Arbeitszylinder, die Anodenplatte und den Dom und fliesst von oben ab.

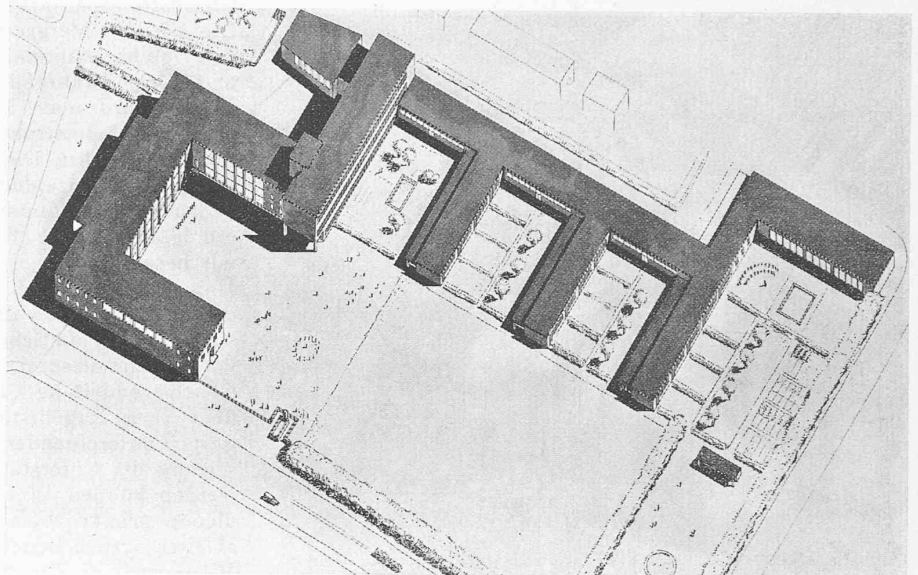
Die Gleichrichtergruppe jeder Unterstation wird in Abhängigkeit von der Zeit durch eine Spezialschaltuhr ein- und ausgeschaltet. Bei der Unterstation Nieder-Teufen besteht auch die Möglichkeit, die Gruppe von einer Kontrollstelle aus nach Belieben zu steuern. Für die automatische

Steuerung jeder Gleichrichtergruppe ist ein Spezialschaltapparat vorhanden, der die der Gruppe erteilten Ein- und Ausschaltbefehle ausführt, bzw. die in Frage kommenden Schalterantriebe steuert. Er muss aber auch einer Kontrollstelle Meldung erstatten, wenn es nach verschiedenen Versuchen aus irgend einem Grunde nicht gelungen ist, einen Einschaltbefehl auszuführen. Wenn infolge von Störungen im Netz eine Abschaltung erfolgt, wird mittels der selbsttätigen Wiedereinschaltvorrichtung dieses Spezialapparates die Gruppe nach einer bestimmten Zeit wieder eingeschaltet. Sind die Versuche erfolglos, dann erfolgt ebenfalls Meldung der Störung an die Kontrollstelle.

Auch die Hilfsaggregate zur Gleichrichtergruppe müssen automatisch gesteuert werden, wozu ein weiterer Spezialschaltapparat mit Zubehör dient. Das Luftpumpen-Aggregat muss automatisch ein- und ausgeschaltet werden. Beim Ausbleiben des Kühlwassers oder bei Unterbruch in der Stromzufuhr oder andern Unregelmässigkeiten im Betrieb der Hilfsapparatur zum Gleichrichter ist an die Kontrollstelle Meldung zu erstatten. Der Apparat muss auch bei Störungen nach einer bestimmten Zeit und nach deren Verschwinden das Luftpumpen-Aggregat wieder einschalten.

Wenn die Störungen im Hauptstromkreis wie auch bei den Hilfsbetrieben dauernden Charakter haben, dann wird die Gleichrichtergruppe endgültig blockiert und die Alarmvorrichtung im Unterwerk, sowie in der Kontrollstelle in Tätigkeit gesetzt. Beim Umformerwerk Gais ist keine Kontrollstelle vorhanden, hingegen eine Signalhupe, die ausserhalb des Gebäudes steht und das Depot- oder Werkstattepersonal von der Störung benachrichtigt. Optische Signallvorrichtungen im Unterwerk mit entsprechenden Aufschriften geben sofort an, aus welchem Grund die Blockierung der Gleichrichtergruppe erfolgt und wo der Fehler zu suchen ist.

Durch eine Umschaltung ist es ohne weiteres möglich, vom automatischen auf Handantrieb überzugehen, um gegebenenfalls die Spezialschaltapparatur und die verschiedenen Motorantriebe spannungslos zu machen.



I. Preis, Entwurf Nr. 39.

Isometrie aus Süden, zugleich Situation 1 : 2000.

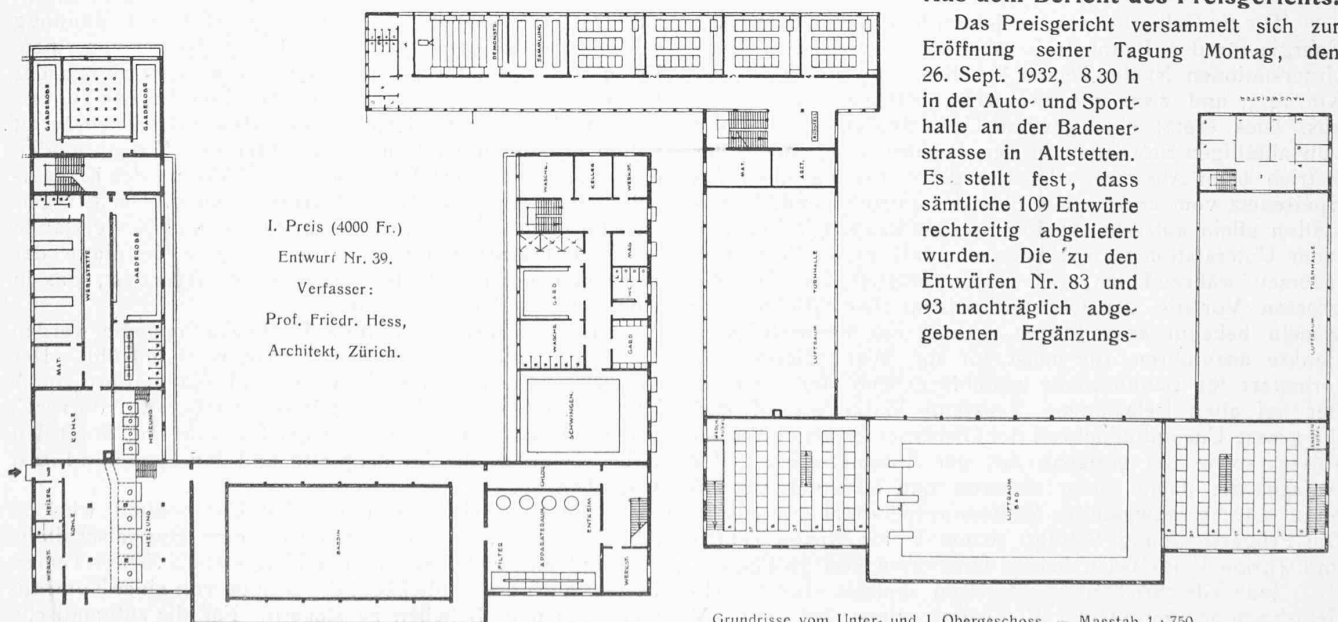
Die Lieferung der gesamten Antriebseinrichtungen der Motorwagen erfolgte durch die Schweiz. Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur als Generalunternehmerin, während die Wagenkasten von der Schweiz. Industriegesellschaft Neuhausen gebaut wurden. Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden hat die elektrischen Ausrüstungen der Motorwagen und der Unterstationen geliefert.

### Wettbewerb für eine Schulhaus-Anlage mit Hallenschwimmbad in Altstetten bei Zürich.

Dieser Wettbewerb erweckte das Interesse der Architekten deshalb im besondern Mass, weil man wusste, dass Schulbehörde und Lehrerschaft den Wunsch hatten, für die Primarklassen das *Pavillon-System* zu erhalten. Was am Ergebnis, so sehr man dem Jury-Entscheid beipflichtet, überrascht hat, das ist der Umstand, dass die Siegespalme einem Architekten zugefallen ist, der bis vor ganz kurzer Zeit sowohl die Pavillon-Schule wie das flache Dach entschieden abgelehnt hat. Es sei diesbezüglich verwiesen auf den dreigeschossigen Entwurf des gleichen Verfassers für das Primarschulhaus an der Tannenrauchstrasse („S. B. Z.“ 25. Juni d. J.) und auf Seite 201 dieses Bandes.

### Aus dem Bericht des Preisgerichts.

Das Preisgericht versammelt sich zur Eröffnung seiner Tagung Montag, den 26. Sept. 1932, 8 30 h in der Auto- und Sporthalle an der Badenerstrasse in Altstetten. Es stellt fest, dass sämtliche 109 Entwürfe rechtzeitig abgeliefert wurden. Die zu den Entwürfen Nr. 83 und 93 nachträglich abgegebenen Ergänzungs-



Grundrisse vom Unter- und I. Obergeschoss. — Masstab 1 : 750.