

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 72 (1954)
Heft: 9

Artikel: Elektrische Triebfahrzeuge
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61149>

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>

anlage für ein bestimmtes Trennkorn eindeutig gekennzeichnet ist. Einer hohen Trennschärfe entspricht ein niedriger α -Wert und umgekehrt. Für die ideal trennscharfe Anlage gemäss Kurve B ist $\alpha_{25/75} = 1$ und für die extrem schlecht trennende Apparatur mit der Charakteristik C ist $\alpha_{25/75} = \infty$.

Durch diese Kennziffer α , die den wesentlichen Vorteil besitzt, von der Zusammensetzung des Rohsandes unabhängig zu sein, kann die Leistungsfähigkeit jeder Sandtrennungsapparatur eindeutig und treffend gekennzeichnet und damit eine verlässliche Basis für den Vergleich verschiedener Anlagen geschaffen werden. Der praktische Wert des Quotienten α und der damit definierten Trennkurve wird überdies dadurch erhöht, dass ihr, wie Bild 4 zeigt, für jede Korngrösse das prozentuale Verhältnis der Aufteilung in Feinfraktion und Grobfraktion graphisch entnommen werden kann. An Hand der einer Anlage zugehörigen Trennkurve kann somit für einen gegebenen Sand die Wirkung der Sandtrennung bezüglich der Kornzusammensetzung berechnet werden. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass die für Zervreila nach dieser Konzeption formulierten Trennschärfegarantien für die Trennung bei 1 mm Korngrösse eine garantierte maximale Kornstreuung $\alpha_{25/75} = 1,9$ und für die Trennung bei 0,1 mm eine solche von $\alpha_{25/75} = 2,8$ festsetzen. Die entsprechenden Kurven sind in Bild 5 dargestellt; zum Vergleich sind auch die Trennkurven anderer α -Werte wiedergegeben.

Es wird sich zu einem späteren Zeitpunkt Gelegenheit bieten, über zusätzliche, mit der Klassierung des Sandes verbundene Gesichtspunkte zu berichten. Vor allem werden die weiteren im Laboratorium gewonnenen Erkenntnisse und die Verwertung der betrieblichen und praktischen Erfahrungen auf den Baustellen die Bedeutung der Sandtrennung für die Entwicklung der Betontechnik erkennen lassen und das durch die vorliegenden Ausführungen entworfene Bild ergänzen.

Elektrische Triebfahrzeuge

DK 621.335

In der Entwicklung der elektrischen Vollbahntraktion haben von allem Anfang an die Schweizerischen Industrieunternehmen, vor allem die Maschinenfabrik Oerlikon, die AG Brown, Boveri & Cie., Baden, die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur, und die S. A. des Ateliers de Sécheron, Genf, dann aber auch die Schweizerischen Bahnverwaltungen, vor allem die Berner Alpenbahngesellschaft Bern-Lötschberg-Simplon, die Rhätische Bahn und die Schweizerischen Bundesbahnen eine führende Stellung eingenommen und auch bis zum heutigen Tage aufrecht zu erhalten vermocht. Dies lag zum Teil an der Armut des Landes an Brennstoffen und seinem Reichtum an Wasserkraften; es lag aber weit mehr noch an der Voraussicht und am Wagemut der führenden Männer sowie am hohen technischen Können der gesamten Belegschaften der genannten Unternehmen. Die ausserordentliche Fülle von Ideen, von entwickelten Konstruktionen und Erfahrungen verlangten nach einer Sichtung und Ordnung nach überragenden Gesichtspunkten sowie nach einer zusammenfassenden Darstellung. Dieser grossen Aufgabe unterzog sich Dr. K. Sachs, Baden, der als Ingenieur der Firma Brown, Boveri & Cie., Baden, die Entwicklung der elektrischen Triebfahrzeuge von Anfang an miterlebt hatte. Im Jahre 1928, nachdem die Entwicklung von der stürmischen Anfangsphase der Nachkriegsjahre in ruhigere Bahnen übergegangen war, erschien im Verlag J. Springer, Berlin, sein Buch «Elektrische Vollbahnlokomotiven».

Seither schritt die Elektrifizierung der Bahnen stetig vorwärts und schlug dann während sowie vor allem nach dem 2. Weltkrieg bei den europäischen Bahnen eine geradezu stürmische Entwicklung ein. Die dabei erzielten technischen Fortschritte sowohl im mechanischen Aufbau wie in der elektrischen Ausrüstung übertrugen sich wechselseitig auf alle elektrischen und thermoelektrischen Triebfahrzeuge. Wiederum war es Dr. K. Sachs, der sich die Aufgabe stellte, den heutigen Entwicklungsstand in seiner Gesamtheit zu erfassen. So entstand sein neues Werk: «Elektrische Triebfahrzeuge»¹⁾, das er dem Andenken an E. Huber-Stockar widmet. Es umfasst alle Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb von der Voll-

bahnlokomotive bis zum Triebwagen der Neben- und Strassenbahn, dem Trolleybus, dem Akkumulatorenfahrzeug für Schiene und Strasse und dem thermoelektrischen Triebfahrzeug und Strassenfahrzeug. Darüber hinaus werden auch die im Zusammenhang stehenden Probleme streng wissenschaftlich behandelt. Wenn auch die von der schweizerischen Industrie entwickelten Bauarten den Kernpunkt der Abhandlung bilden, so sind doch die ausländischen, von unsern Konstruktionen abweichenden Ausführungen ebenso eingehend behandelt. Der ganze Stoff wird nach einer kurzen Einleitung über das Wesen des elektrischen Triebfahrzeuges in sieben Abschnitte gegliedert:

1. Zugkraft, Bremskraft und Leistung

Dieser Abschnitt stellt einen für sich abgeschlossenen Lehrgang der Mechanik der Zugförderung dar, der die Bahnwiderstände, die Zugkraft und die Bremskraft eingehend analysiert. Anschliessend wird das Fahrdiagramm für verschiedene Triebfahrzeugtypen behandelt.

2. Der mechanische Teil (Wagenteil)

In diesem umfangreichen Abschnitt werden einleitend die verschiedenen Typen in ihrem Gesamtaufbau betrachtet und sodann die am Fahrzeug in der Fahrrichtung und vertikal zu ihr wirkenden Kräfte berechnet. In die Betrachtung der Radsätze sind auch Spezialausführungen, wie Leichtradsätze, gummigefederte Räder und Schienenpneuräder eingeschlossen. Dem für den Betrieb wichtigen Problem der verschiedenen Bauarten — Gleit- und Wälzlager — und der Schmierung der Achslager folgt eine eingehende Betrachtung über die Radsatzfederung und über die Berechnung der verschiedenen Arten von Fahrzeug-Tragfedern. Um die Schwingungen der Federung zu dämpfen, wird namentlich bei französischen Konstruktionen zu Gummibeilagen (Silentblocs) gegriffen. Es folgen dann mehr theoretische Untersuchungen über den Kurvenlauf der Eisenbahnfahrzeuge.

Besonders gründlich dringt der Verfasser in das Gebiet des Triebwerks ein, wobei neben den älteren Stangenantrieben besonders die neuen Einzelachsantriebe vorgeführt werden. Unter den sehr verbreiteten und bekannten Federantrieben finden wir auch den Federtopftrieb der AEG und den weniger bekannten italienischen Hohlwellenantrieb mit Blattfedern. Die Tendenz, Gummi als federndes Element zu verwenden, befolgt vor allem die Firma Als-Thom in ihrem Gelenkhebelantrieb mit «Silentblocs», der sich auch dadurch auszeichnet, dass er im Betrieb keiner Schmierung bedarf. Nach einer kurzen Betrachtung über die Verbindung der Triebmotoren mit dem Rahmen folgt eine ausgedehnte Abhandlung über die selbständig lenkenden Achsen und kombinierten Laufachs-Triebachsdrehgestelle. Das Hauptgewicht wird auf die konstruktive Durchbildung der Drehgestelle gelegt, die nicht nur bei den modernen, laufachslosen Lokomotiven, sondern auch weitgehend bei den verschiedensten Triebwagentypen der Voll- und Strassenbahnen vorkommen. Die zahlreichen axonometrischen Darstellungen tragen dazu bei, dem Leser das Verständnis dieser nicht ganz einfachen Konstruktionen zu erleichtern. Die beschriebenen, vom Automobilbau übernommenen Dämpfungseinrichtungen verhindern den Schlingern der Drehgestelle in der Geraden. Dieses Gebiet und die nachfolgenden tiefschürfenden graphischen und analytischen Berechnungsmethoden der früheren Rahmen- und Kastenkonstruktionen und der zeitgemässen, selbsttragenden und gewichtsparenden Schalenbauweise dürften auch dem Wagenkonstrukteur äusserst wertvolle Kenntnisse vermitteln.

Im Kapitel über die Zug- und Stossvorrichtungen finden wir auch eine vollständige Uebersicht über die vor allem in Amerika stark verbreiteten automatischen Mittelpufferkuppelungen. Sehr erschöpfend wird schliesslich auch das für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes wichtige Gebiet der Bremsen behandelt. Nach einer einleitenden, grundlegenden Betrachtung über die mechanischen Bremsen wird eine in alle Einzelheiten gehende Beschreibung der bei den europäischen Eisenbahnen angewandten mannigfaltigen Druckluft- und Vakuumbremsysteme geboten. Dass dieser Stoff universell behandelt wird, erhellt schon aus der Tatsache, dass auch die wenig bekannte Kasantzeff-Bremse ausführlich beschrieben ist. Das Buch dürfte ebenfalls dem Bremsfachmann und dem Praktiker sehr wertvolle Dienste leisten. Der I. Band schliesst mit einer Beschreibung der mechanischen Zubehöriteile, der eine Zusammenstellung der vielseitig angewandten Sicherheitsfahrerschaltungen vorangeht, die den Zweck haben, das

¹⁾ Elektrische Triebfahrzeuge. Von Dr. techn. Karl Sachs. 2 Bände, 1423 S., 1697 Textabbildungen und 16 Tafeln. Herausgegeben vom Schweiz. Elektrotechnischen Verein, Frauenfeld 1953, Kommissionsverlag Huber & Co. Preis geb. 65 Fr.

Triebfahrzeug bei plötzlicher Dienstuntauglichkeit des Führers stillzusetzen.

3. Die elektrische Ausrüstung

Der II. Band beginnt mit der Behandlung der am meisten verbreiteten Triebfahrzeuge für *Gleichstrom*. Einleitend lernen wir den konstruktiven Aufbau der gebräuchlichen Stromabnehmer und das Problem des Ueberspannungs-, Ueberstrom- und Kurzschlusschutzes kennen. Dann werden die verschiedenen Schaltungen und Apparate zur Steuerung der Triebmotoren behandelt, die je nach Leistung und Verwendungszweck des Triebfahrzeuges (Vollbahntraktion, Strassenbahnen) und den verschiedenen Fahrdrachtspannungen (600 bis 3000 Volt) stark voneinander abweichen. Besondere Aufmerksamkeit ist den bei Triebwagenzügen angewendeten Vielfachsteuerungen in Verbindung mit automatischen Schaltwerken wie auch den elektrischen Bremsrichtungen gewidmet, die als Widerstands- und Nutzstrombremsen geeignet sind, den Verschleiss an Bremsklötzen und Radreifen zu vermindern.

Während die elektrische Zugförderung mit Gleichstrom hauptsächlich in Frankreich, Italien, Belgien und Holland vertreten ist, werden die schweizerischen, deutschen, österreichischen und skandinavischen Bahnen vorwiegend mit *Einphasenwechselstrom* betrieben. Nach grundlegenden Betrachtungen über die prinzipielle Einteilung der Stromkreise und die Motor-Kennlinien wird systematisch die Entwicklung der Apparate in den einzelnen Stromkreisen — Transformatoren, Steuerungen und Einrichtungen für Nutzbremse — anhand von Ausführungsbeispielen verfolgt, woraus die Tendenz nach Leistungssteigerung und Gewichtsverminderung hervorgeht. Bemerkenswert ist die im Jahre 1904 beginnende, ständige Verbesserung des Einphasen-Reihenschluss-Triebmotors, der — anfänglich nur für niedrige Frequenzen brauchbar — heute auch für die Industriefrequenz von 50 Hz gebaut wird.

Das Kapitel über die Triebfahrzeuge für *Dreiphasen-Wechselstrom* behandelt mit Rücksicht auf die mehr historische Bedeutung der Drehstromtraktion den elektrischen Aufbau dieser Fahrzeuge in grossen Zügen, worauf sich der Autor den bei jedem der drei besprochenen Stromsysteme anwendbaren *Umformer*-Triebfahrzeugen zuwendet. Da bei allen diesen Triebfahrzeugen der aus der Fahrleitung entnommene Strom auf technisch mehr oder weniger gesuchte Weise in eine andere Stromart umgeformt werden muss, bevor er den Triebmotoren zugeführt werden kann, kommen solche Fahrzeuge nur für Sonderzwecke in Frage. Die Einphasenwechselstrom-/Drehstrom-Triebfahrzeuge nützen einerseits den Vorteil der einpoligen Fahrleitung und andererseits denjenigen der kollektorlosen Triebmotoren aus, wie z. B. die mit einem rotierenden Synchron-Phasenumformer von K. von Kandó ausgerüsteten ungarischen Lokomotiven. Bei den Wechselstrom-/Gleichstrom-Fahrzeugen mit rotierendem Umformer oder Gleichrichter werden die guten Eigenschaften des Gleichstrommotors verwertet. In Amerika entwickelte Triebfahrzeuge sind mit einanodigen «Ignitron»-Röhren ausgerüstet, die gegen Erschütterungen unempfindlich sind. Schliesslich sind neben den Gleichstrom-/Wechselstrom- auch die Gleichstrom-/Gleichstrom-Triebfahrzeuge mit zwischengeschalteter Ward-Leonardgruppe erwähnt.

4. Triebfahrzeuge für Zahnstangenstrecken

Nach einer einleitenden Uebersicht über die Zahnstangensysteme werden die Zahneingriffverhältnisse und die für Standsicherheit und Längsstabilität wichtigen Kräfte theoretisch näher untersucht. Der Gesamtaufbau der Zahnradtriebfahrzeuge wird an in- und ausländischen Fahrzeugen erklärt. In bezug auf das Trieb- und Laufwerk werden die Triebfahrzeuge in solche für reinen Zahnstangenbetrieb und solche für gemischten Adhäsions- und Zahnstangenbetrieb eingeteilt. Diese Fahrzeuge umfassen solche mit kombiniertem Adhäsions- und Zahnradantrieb, z. B. die Lokomotiven der Furka-Oberalpahn, und solche mit getrennten Antrieben, z. B. die Gepäcktriebwagen der Brüniglinie. Ein besonderes Kapitel wird den mannigfaltigen, durch die Forderung nach absoluter Betriebssicherheit bedingten mechanischen Bremsrichtungen gewidmet.

5. Der Trolleybus

Dieses gleislose Fahrzeug wird nicht nur in seinem Gesamtaufbau betrachtet, sondern der Verfasser klärt einleitend auch die wichtige Frage ab, für welche Betriebsverhältnisse eine Trolleybuslinie gegenüber einer Strassenbahn- oder Autobuslinie wirtschaftlicher ist. Nach einer Beschreibung der

mit dem Automobilbau verwandten Elemente des mechanischen Teils wird das Hauptgewicht auf die elektrische Ausrüstung, namentlich auf die Lösungen des Problems der Stromabnahme aus der Fahrleitung gelegt.

6. Speicherfahrzeuge

Bei den *Akkumulatorenfahrzeugen* für Schiene und Strasse wird das Hauptinteresse der kostspieligen Traktionsbatterie gewidmet. Besonders gründlich wird das weitverbreitete Gebiet der namentlich im Ausland, vorab in den rohölreichen USA sehr verbreiteten *thermo-elektrischen Triebfahrzeuge* — hauptsächlich derjenigen mit Dieselmotor — behandelt. Nach einer ausführlichen Betrachtung über das Wesen der elektrischen Leistungsübertragung, über die Charakteristik des Dieselmotors, die des Generators und die des Triebmotors werden die verschiedenen Steuerungssysteme und zugehörigen Apparate behandelt. Nach der Beschreibung des Dieselmotors und einiger dieselektrischer Spezialfahrzeuge, inbegriffen die Strassen-Schneesleuder, System Peter, streift der Verfasser kurz die mehr historischen *dampf-elektrischen Lokomotiven*, um sich den *gasturbo-elektrischen Lokomotiven* zuzuwenden. Ihr prinzipieller Aufbau wird anhand der ersten, von Brown, Boveri & Cie. erbauten Gasturbinenlokomotive erklärt. Anschliessend sind die englischen und amerikanischen Ausführungen beschrieben. Unter die Fahrzeuge mit *mechanischem Energiespeicher* fällt das von der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelte, neuartige Gyro-Fahrzeug.

7. Beispiele ausgeführter Triebfahrzeuge

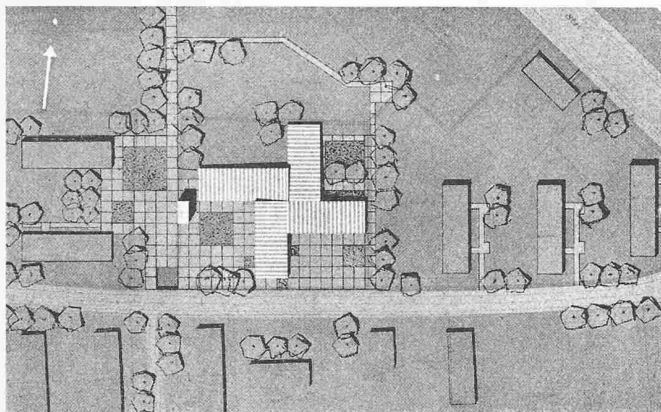
Das Werk schliesst mit einer Folge von Bildern, Typenskizzen und Zusammenstellungen der wichtigsten Daten verschiedener Triebfahrzeuge. Wir finden hier neben den neuesten schweizerischen Lokomotivtypen auch neue laufachslose Drehgestellokomotiven für Einphasenwechselstrom 16 2/3 Hz deutscher und österreichischer Herkunft sowie neue Gleichstromlokomotiven der französischen und italienischen Eisenbahnen. Besonderes Interesse dürfte die erstmals von der Maschinenfabrik Oerlikon gebaute Einphasenwechselstromlokomotive für 50 Hz mit direkt gespeisten Triebmotoren finden; die für Frankreich bestimmte Lokomotive kann bei reduzierter Leistung auch mit Gleichstrom betrieben werden.

Prof. Dr. K. Sachs, der seit mehr als 20 Jahren über elektrische Zugförderung an der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich liest und auf eine 41jährige Tätigkeit bei der AG. Brown, Boveri & Cie. in Baden zurückblickt, war dazu prädestiniert, ein Lebenswerk zu schaffen, das als die vollständige bis heute erschienene Abhandlung über das gesamte technische Gebiet der elektrischen Triebfahrzeuge angesprochen werden darf. Das umfassende, auch drucktechnisch einwandfrei gestaltete Werk, das — gemessen an seinem Wert — zu bescheidenem Preis erhältlich ist, darf sowohl dem praktisch tätigen Ingenieur und Konstrukteur wie auch dem Studierenden und Eisenbahnfachmann als wertvolles und unentbehrliches Hilfsmittel bestens empfohlen werden.

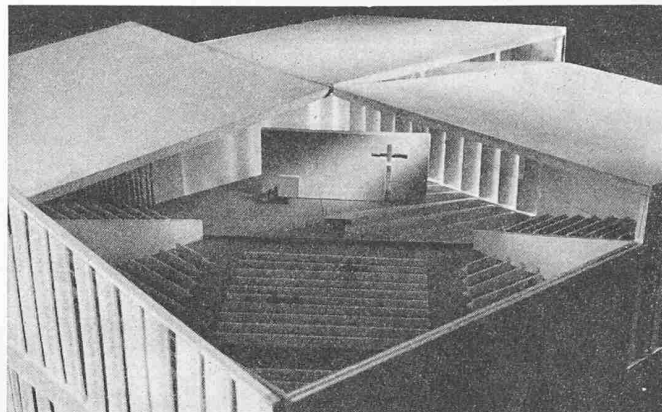
Dipl. Ing. O. Herrmann,
Chef des Zugförderungsdienstes SBB, Kreisdirektion II, Luzern

Nachsatz der Red. Das monumentale Werk von Kollege K. Sachs verdient u. E. noch in einer Beziehung eine besondere Würdigung: Es macht mit einer kaum zu überbietenden Eindringlichkeit bewusst, was man unter einer Konstruktion versteht. In der Tat stellt eine elektrische Lokomotive ein organisches Ganzes einer grossen Fülle von Gliedern verschiedenster Art dar, die alle im Blick auf das Ganze konstruiert sein müssen, damit sie der Gesamtaufgabe dienen. Schon die konstruktive Durcharbeitung der einzelnen Glieder erfordert die Synthese einer grossen Zahl von Elementen theoretischer, fabrikationstechnischer, betriebstechnischer und wirtschaftlicher Art und damit das Beherrschen zahlreicher Disziplinen sowie reiche Kenntnisse und Erfahrungen. In wesentlich erhöhtem Masse ist das selbe bei der Entwicklung der Gesamtkonzeption der Fall. Die zahlreichen material- und festigkeitstechnischen Fragen, die dynamischen und thermischen Probleme und ganz besonders auch die elektrischen Phänomene müssen nicht nur im einzelnen beherrscht, sondern im Zusammenhang mit dem Ganzen gelöst werden und in der konstruktiven Gestaltung ihren Ausdruck finden.

Die Konstruktion, die sich daraus ergibt, ist wesentlich mehr und anders als die Summe der einzelnen Glieder. Sie ist das Ergebnis schöpferischer Akte, an denen der ganze



(Links) Lageplan,
Masstab 1:3000



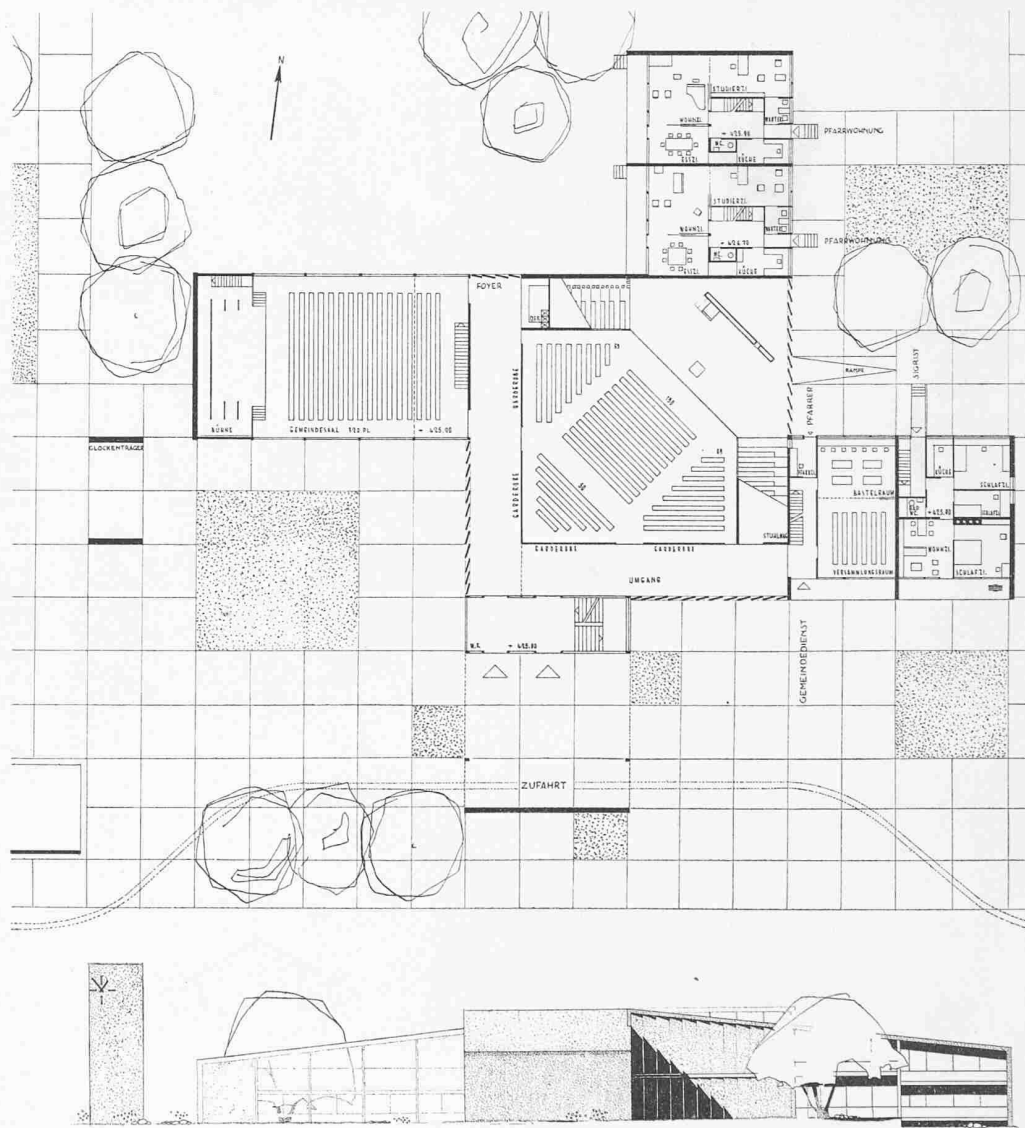
(Rechts) Modellaufnahme des
Kirchenraumes

2. Preis (1600 Fr.) Projekt Nr. 4.

Verfasser:

Arch. JACQUES SCHADER,
Zürich.

Projekt Nr. 4. Kubikinhalt 17 060 m³. Der Verfasser vermeidet bewusst alle bisherigen Wege der Tradition im Kirchenbau. Er versenkt den Kirchenraum in das Zentrum von vier Bautrakten, welche kreuzförmig zueinander stehen. Er verzichtet auf einen ragenden Turm und schafft Platz für eine Glockenstube in einem gedungenen Rahmen, welche in guter Beziehung zu den umgebenden Bauten steht. Die strahlenförmige Anordnung der Baukuben leitet zur Umgebung über. Die etwas erzwungene formale Durchbildung ist teilweise mit Nachteilen verbunden, wie z. B. bei der Besonnung der Pfarrwohnungen. Dem Kirchenraum schenkt der Verfasser alle Sorgfalt in der Gruppierung der Sitzanlage und in der Lichtführung. Unbefriedigend sind dessen Eingangsverhältnisse. Die gesamte Grundrissdisposition zeichnet sich durch Konzentration aus. In der architektonischen Gestaltung wird versucht, neue Wege zu beschreiten.



(Rechts oben) Erdgeschoss
(Rechts unten) Südansicht

GLOCKENTRÄGER SÜDANSICHT KIRCHGEMEINDESAAL EINGANG GEMEINDERÄUME, SIGISTENWOHNUNGEN

Mensch, nicht nur sein Verstand, beteiligt ist. Insofern ist sie Kunstwerk. Sie ist auch mehr als nur die Lösung einer technischen Aufgabe oder die Befriedigung einer wirtschaftlichen Notwendigkeit. Als menschliche Gestaltung bringt sie zum Ausdruck, was der Mensch seinem Wesen nach ist: Mit ihr schafft der Mensch sich selber, und in ihr begegnet er sich selber. Daher braucht es zum Konstruieren mehr und anderes als Kenntnisse, Übung und Erfahrung, wie es für die Lösung von Teilaufgaben genügen mag; auch mehr und anderes, als etwa zur wissenschaftlichen Forschung. Es braucht jene Schau eines organischen Ganzen und vor allem jene formende Kraft, die aus einer Idee oder aus Ideenketten eine Konstruktion werden lässt, in unserem Falle also die elek-

trische Lokomotive in ihrem heutigen Entwicklungsstand und mit den ihr innewohnenden Entwicklungsmöglichkeiten. Die ausserordentliche Leistung des Verfassers, die in seinem nun vorliegenden Werk in so überzeugender Weise zum Ausdruck kommt, besteht im Herausarbeiten einer Gesamtschau über das ganze Gebiet der elektrischen Triebfahrzeuge, in der insbesondere die konstruktive Gestaltung als Ergebnis schöpferischer Akte im Vordergrund steht. Dass dies möglich geworden ist trotz der Vielfalt der Aufgaben und trotz der grossen Zahl der Firmen, die sich ihrer Lösung widmen, macht deutlich, in welch hohem Masse dem Verfasser selber jener Blick für das Ganze und jene formende Kraft eigen sind, die den wahren Konstrukteur ausmachen.