

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 26

Artikel: Schienenfahrzeuge mit und ohne Lenkachsen
Autor: Wüger, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83234>

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: 07.05.2025

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



Abb. 7. „Snow-King“ mit „Cletrac“ am Julier, nach links hoch, nach rechts weit auswerfend.

kommenden Wintern, und die Finanzierung der verhältnismässig bescheidenen Kosten in Anbetracht der für die schweizerische Verkehrspolitik so bedeutsamen Frage einer ganzjährigen Offenhaltung eines unserer Alpenpässe.

Zum Schlusse sei deshalb noch dankend der Initianten gedacht, die durch tatkräftige Unterstützung der Versuche dazu beitrugen, die Durchführung zu ermöglichen. Dank gebührt auch den eidg. Behörden (Oberbauinspektorat, Postdirektion, Militärdirektion), den Regierungen der Kantone Graubünden und Zürich, der Gemeinde St. Moritz, dem schweiz. Autostrassenverein, der schweiz. Verkehrszentrale, dem A. C. S. und T. C. S., dem bündnerischen Verkehrsverein und dem bündnerischen Hotelierverein, sowie allen denen, die mit Hand anlegten, diese oft etwas kalte und stürmische Arbeit zu einem erfolgreichen Ende zu führen.

Schienenfahrzeuge mit und ohne Lenkachsen.

Am 1. März 1934 referierte Ing. Roman Liechty (Baden) im Schosse der Maschinen-Ingenieur-Gruppe Zürich der G. E. P. an Hand zahlreicher Lichtbilder und eines Filmes über die Entwicklung des Eisenbahnwagenbaues, insbesondere über die Bestrebungen zur Erzielung einer Steuerung der Laufwerke. Der Referent zeigte, wie die heute normalen, starr gelagerten Radsatzpaare beim Befahren von Kurven notwendigerweise auf dem Schienenkopf und (mit den Spurkränzen) an den Schienenflanken gleiten, was zu der bekannten starken Abnutzung der Schienen (besonders bei den Strassenbahnen) und der Spurkränze Anlass gibt. Begleiterscheinungen dieser Vorgänge sind Lärm (Kreischen, Pfeifen) und unruhiger, ruckweiser Lauf des Fahrzeuges in den Kurven. Die Bestrebungen, diese Misstände zu beheben, gehen weit zurück. Schon 1832 machte Coriolis den Versuch, durch selbsttätige Radialstellung der Radsätze einen besseren Kurvenlauf zu erzielen. Neben komplizierten und zum Teil untauglichen Mitteln erlangten verschiedene Lenkachsensysteme, so z. B. die Vereinslenkachsen, meist in Verbindung mit Steuerungen durch Bisselachsen oder durch Mittelachsen (S. L. M. Winterthur) etwelche Verbreitung. Viele dieser Systeme sind indessen schon theoretisch nicht einwandfrei, andere können überhaupt nur auf ein einziges Fahrzeug wirken und wieder andere werden mechanisch viel zu kompliziert, wenn ganze Züge gesteuert werden sollen. Die von Ing. R. Liechty entwickelte Steuerung gestattet, durch Vermittlung der normalen Zug- und Stossvorrichtungen die Radsätze ganzer Züge beim Befahren von Kurven radial zu stellen. Daraus ergeben sich eine ganze Reihe wichtiger Vorteile, nämlich: 1. Geringere Abnützungen an Rad und Schiene; 2. Begren-

zung der Schienenabnutzung auf kurze Einlauf- und Auslaufstrecken; 3. Verminderung der Zahl der auflaufenden (reibenden) Radsätze je Zug; 4. Geringerer Leistungsbedarf wegen verringerter Reibung; 5. Ruhigere Fahrt; 6. Weniger Lärm; 7. Möglichkeit der Bildung artikulierter Grossraumwagen (Gelenkwagen) von kürzerer Baulänge als bei Zugbildung; im Zusammenhang damit Ermöglichung wesentlicher Gewichtsersparnisse (speziell für Strassenbahnen wichtig).

Im Film sah man einige ausgeführte Lösungen der Liechty-Steuerung, so die Anhänger der Frauenfeld-Wil-Bahn, der St. Gallen-Gais-Appenzell-Bahn und insbesondere einen von Christoph & Unmack (Schlesien) erstellten Versuchs-Gelenkwagen, der am 23. internationalen Strassenbahnen- und Kleinbahnkongress im Juni 1932 im Haag mit bestem Erfolg vorgeführt worden ist (Abb. 1 bis 3.) Dieser dreiteilige, vierachsige Grossraumwagen hat bei einem Fassungsvermögen

von 105 Personen (44 Sitz- und 61 Stehplätze) ein Gewicht von nur 18,6 t, somit Platzgewicht 177 kg. Demgegenüber wiegt z. B. ein Zweiwagenzug der Strassenbahn Zürich, bestehend aus Vierachser + Anhänger mit 25 + 20 Sitz- und 32 + 32 Stehplätzen (zusammen 109 Plätze) 26,2 + 6,8 t = 33 t (302 kg Platzgewicht).

Im Laufe des kommenden Sommers werden nun mit Unterstützung der Schweizerischen Volkswirtschaftsstiftung Messungen durchgeführt, um an verschiedenen Wagenbauarten (feste Radsätze, Drehgestelle, Lenkachsen und Wagen mit Liechtysteuerung) die Einstellung des Radsatzes zur Schiene (die Lenkung) und andererseits den Einfluss von Spuränderungen und Unregelmässigkeiten in der Höhenlage des Oberbaues auf die Laufeigenschaften des Wagens festzustellen.

Der Referent schloss seine Ausführungen, indem er der Hoffnung Ausdruck gab, dass sich auch die schweizerischen Kreise der Eisenbahn- und Strassenbahn-Fachmänner mit diesen Problemen ernsthaft befassen und sich die Neuerungen, die auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebaut sind, zu Nutze ziehen werden. Es wird dies dazu beitragen, die Konkurrenzfähigkeit der Bahnen gegenüber den Strassenfahrzeugen zu verbessern und damit die in den Bahnen festgelegten Werte zu erhalten.

*

Angeregt durch den Vortrag von Ing. Liechty habe ich die Wirtschaftlichkeit von Grossraumwagen für Zürcher Verhältnisse untersucht. Dieser wirtschaftliche Vergleich verschiedener Lösungen ist nach Einführung der Vierachser der Zürcher Strassenbahn eben durch die seitherige Entwicklung des Liechty-Gelenkwagens möglich geworden.

Abb. 4 zeigt Ansicht, Grundriss und Kurveneinstellung (Kurvenradius 14 m) des vierachsigen Motorwagens der Zürcher Strassenbahn (Drehgestellradstand 1,55 m). Abb. 3 gibt Aufriss und Grundriss des Liechty-Gelenkwagens, Abb. 5 dessen Kurveneinstellung (Kurvenradius 10,75 m) und die berechneten Anlaufwinkel (d. h. Winkel zwischen Radachse und Kurvennormale) für die verschiedenen Achsen bei der Einfahrt in, bzw. Ausfahrt aus der bezeichneten Kurve. Zum Vergleich sind die Anlaufwinkel für einen Wagen mit festem Radstand von 3, bzw. 3,5 m über dem gleichen Einlaufweg aufgetragen. Die durch den Lenkmechanismus erzielte Verbesserung springt in die Augen.

Welche Bedeutung allein der Verringerung der Schienenabnutzung in den Kurven zukommt, erhellt aus der Tatsache, dass bei der Zürcher Strassenbahn in engen Kurven die Schienen etwa alle zwei Jahre ausgewechselt werden müssen. Noch viel mehr würde eine Herabminderung der Schienenabnutzung bei Bergstrecken von Vollbahnen ins Gewicht fallen, müssen doch z. B. auf der Südrampe der

Gotthardbahn die Schienen in Kehrtunneln alle acht Monate gewendet, bzw. ausgewechselt werden. Bei der Einführung des Leichtbetriebes insbesondere für den Personenverkehr sollte man der Achsensteuerung der Fahrzeuge volle Aufmerksamkeit schenken.

Im folgenden soll untersucht werden, ob der Betrieb mit vierachsigen Triebwagen und mit wechselweise einem oder zwei Anhängern, oder aber der Betrieb mit Liechty-Gelenkwagen, sei es als Einzelläufer, oder aber zeitweise unter Beigabe eines Anhängers, wirtschaftlicher sei. Die nachstehende Tabelle enthält eine Gegenüberstellung aller charakteristischen Daten.

Zu dieser Tabelle sei erwähnt:

Die Motorleistungen sind so gewählt, dass in den drei massgebenden Fällen die Leistungen pro Gewichtseinheit annähernd gleich sind (8,04, bzw. 8,48, bzw. 8,07 PS/t), somit auch Fahrgeschwindigkeit und Fahrplangestaltung.

Den Berechnungen über Energieverbrauch ist ein Fahrplan und eine Wagenbeistellung zu Grunde gelegt, wie sie heute etwa bei der Linie 7 notwendig ist. Die Anschaffungskosten für einen Wagenzug setzen sich beim heutigen Betrieb zusammen aus den Kosten für einen Vierachser + Kosten für zwei Anhänger (Variante A). Variante B setzt voraus, dass nur Einzelläufer-Gelenkwagen verwendet würden, wobei in den Spitzenzeiten zur Ausgleichung des Platzangebotes anstelle des 6 Minuten-Betriebes ein 4 Minuten-Betrieb treten würde. Es müssten daher anderthalbmal so viel Gelenkwagen beschafft werden

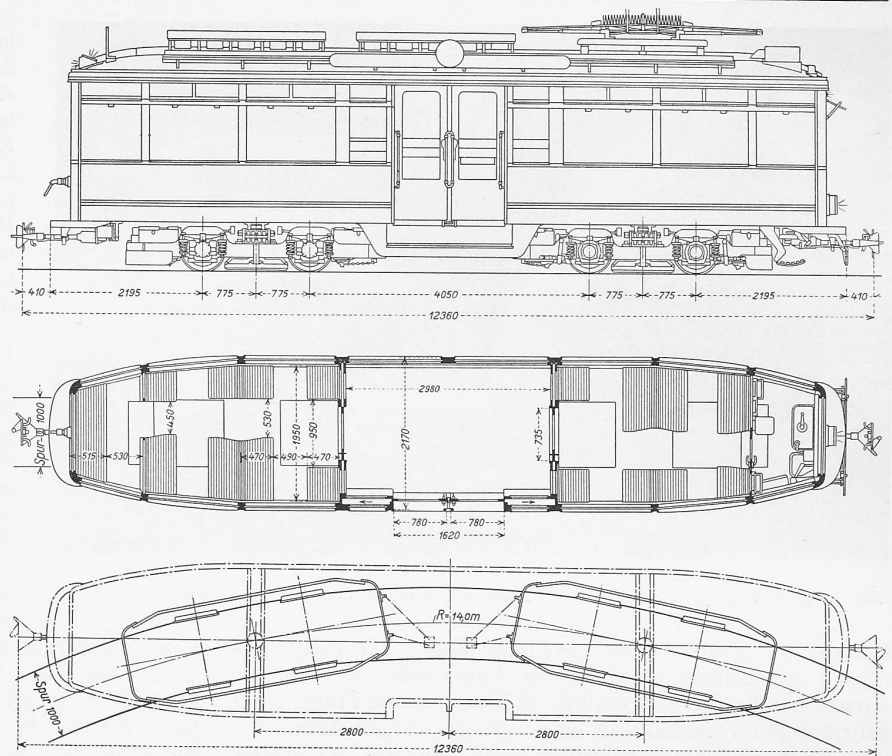


Abb. 4. Vierachsiger Drehgestellwagen der Zürcher Strassenbahn. — Masstab 1 : 100. (Aus Bd. 95, S. 271.)

als heute für die Bewältigung des selben Verkehrs Vierachser vorhanden sind. Variante C beruht auf der Annahme, dass den Gelenkwagen in den Spitzenzeiten ein Anhänger beigegeben wird. Für die Varianten B und C ergibt sich in den Flachzeiten gegenüber heute ein wesentlich grösseres Platzangebot. Dies in einem einzigen Wagen, sodass

	VARIANTE A			VARIANTE B		VARIANTE C	
	Zürcher Vierachser allein	Vierachser + 1 Anhänger	Vierachser + 2 Anhänger	Liechty-Gelenkwagen als Einzelläufer	Bei Ausgleichung des Platzangebotes durch zeitw. 4 Min.-Betrieb	Verstärkter Liechty-Gelenkwagen allein	Verstärkter Liechty-Gelenkwagen + 1 Anhänger
Zugslänge m	12,3	22,2	32	16,9	16,9	16,9	27
Totales Zugsgewicht kg	26 200	33 000	39 800	18 600	18 600	19 700	26 500
Adhäsionsgewicht kg	26 200	26 200	26 200	18 600	18 600	19 700	19 700
Motorleistung PS	320	320	320	158	158	214	214
Spez. Motorleistung PS/t	12,2	9,7	8,04	8,48	8,48	10,85	8,07
Sitzplätze	25	45	65	44	44	44	64
Stehplätze	32	64	96	61	61	61	93
Gewicht pro Platz kg	460	303	247	177	177	188	169
Anschaffungskosten Fr.	112 000.—	144 000.—	176 000.—	110 000.—	165 000.—	120 000.—	152 000.—
Energiekosten pro Zug und Jahr (für 50 000 Zugs-km) bei einem Preis von 8,5 Rp./kWh . . . Fr.	(Durchschnittswert) 14 900.—			7 350.—	8 610.—	9 950.—	
Verzinsung, Amortisation, Reparaturen und Unterhalt . . . Fr.	—	—	21 100.—	13 200.—	19 800.—	—	18 200.—
Zu fahrende Zugs-km pro Jahr . Zkm	—	—	50 000	50 000	59 250	—	50 000
Zu fahrende Platz-km pro Jahr . Pkm	—	—	5 150 000	4 940 000	5 860 000	—	5 670 000
Personalkosten : zu fahrende „Mann-Stunden“ pro Zug u. Jahr zum Preis von Fr. 2,42 . . . h	—	—	9270	7850	10 920	—	8870
Personalkosten pro Zug u. Jahr . Fr.	—	—	22 420.—	18 900.—	26 420.—	—	21 450.—
Totale Jahreskosten pro Zug und pro Jahr (= Verzinsung, Amortisation, Reparaturen, Unterhalt, Energiekosten u. Personalkosten) . Fr.	—	—	58 420.—	39 450.—	54 830.—	—	49 600.—
Totale Kosten pro Zugs-km . . Fr.	—	—	1,17	0,789	0,926	—	0,992
Totale Kosten pro Platz-km . . Rp.	—	—	1,135	0,798	0,935	—	0,875

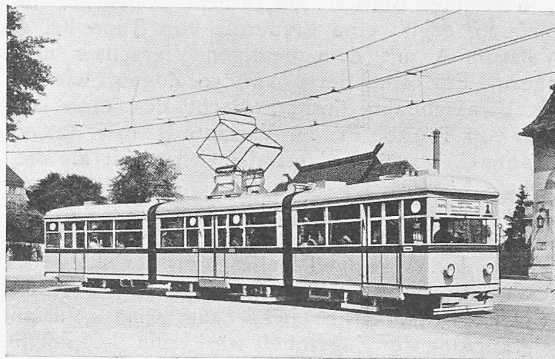


Abb. 1 und 2. Liechty-Gelenk-Strassenbahnwagen von Christoph & Unmack. — 44 Sitz- und 61 Stehplätze, total 105. — Tara 18,6 t, Platzgewicht 177 kg.

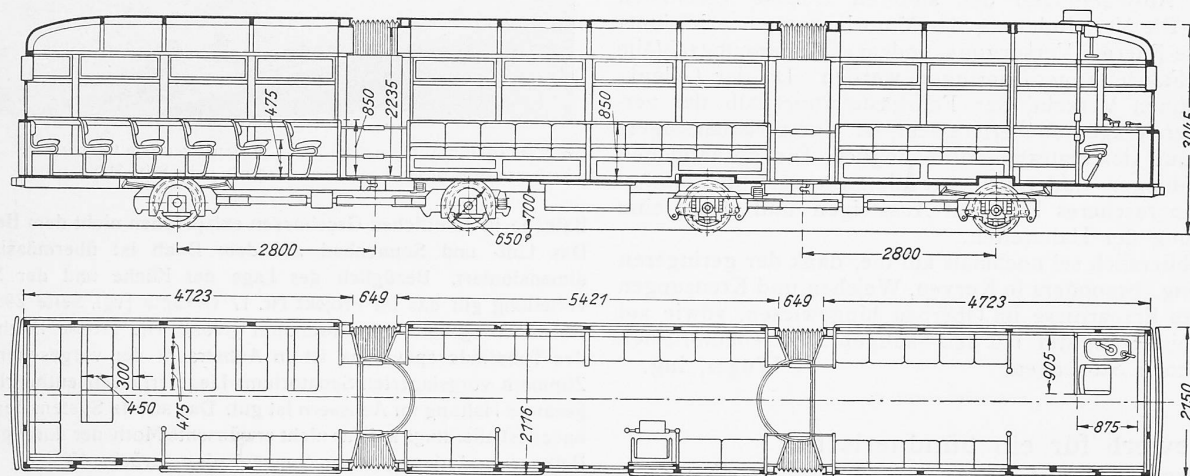


Abb. 3. Vertikal- und Horizontal-Längsschnitt obigen Liechty-Gelenkwagens für 44 Sitz- und 61 Stehplätze. — Masstab 1 : 100.

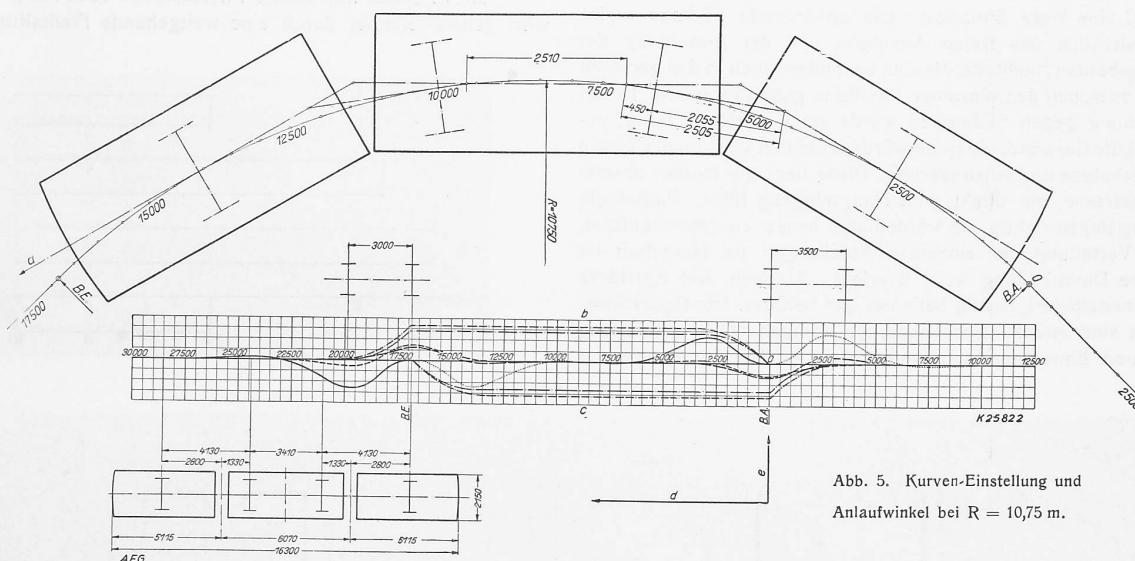


Abb. 5. Kurven-Einstellung und Anlaufwinkel bei $R = 10,75$ m.

----- Gelenkzug nach Abb. 3, Anlaufwinkel der 4. Achse, ——— Gelenkzug nach Abb. 3, Anlaufwinkel der 2. und 3. Achse.
 ——— Gelenkzug nach Abb. 3, Anlaufwinkel der 1. Achse, ——— Wagen mit festem Radstand von 3 m, ——— Wagen mit festem Radstand von 3,5 m.

es bei langen Aussenstrecken, wo die Benutzung schwach ist, genügt, den Grossraumwagen mit zwei Mann zu besetzen. Trotz dem erhöhten Platzangebot ist das Gewicht kleiner als beim Vierachser (19,7 gegenüber 26,2 t). In Variante C sind den Berechnungen die Gewichte der vorhandenen Anhänger zu Grunde gelegt.

Die Tabelle zeigt, dass durch die Leichtbauweise die Leistung pro Zug von 320 PS beim heutigen Vierachserzug auf 214 PS beim Gelenkswagen mit Anhängerwagen und sogar auf 158 PS beim Einzelläufer-Gelenkswagen reduziert werden kann. Daraus ergeben sich ganz wesentliche Ersparnisse im Energieverbrauch. Auffallend ist, dass die

Anschaffungskosten eines Gelenkwagens + Anhänger noch rd. 14 % niedriger sind als die reinen Anschaffungskosten des Vierachserzuges. Selbst die Beschaffung von Einzelläufer-Gelenkwagen in anderthalbfacher Zahl ist noch rd. 6 % billiger als Variante A. Für alle drei Varianten A, B und C sind den Berechnungen Früh-Fahrten und Spät-Fahrten im 12-Minuten-Betrieb zu Grunde gelegt. Der Betrieb gemäss Variante B, also Einzelläufer-Gelenkwagen mit 6 Minuten-Betrieb während den Flachzeiten, 4 Minuten-Betrieb während den Spitzenzeiten, ergibt pro Zug und Jahr eine Ersparnis von 3590 Fr. Der Betrieb gemäss Variante C, das heisst 6 Minuten-Betrieb mit Einzelläufer in den Flach-

zeiten, 6 Minuten-Betrieb mit einem Anhänger in den Spitzenzeiten, ergibt eine Ersparnis von 8820 Fr. gegenüber Variante A mit dem heutigen Vierachser mit zwei Anhängern. Für eine Serie von 50 Zügen, wie sie die Zürcher Strassenbahn besitzt, macht das eine jährliche Ersparnis von 179500 Fr. für Variante B, bzw. 441000 Fr. für Variante C. Variante C erweist sich somit als die wirtschaftlichste Lösung.

Neben diesen Vorteilen, die rechnermässig nachgewiesen werden können, bestehen noch Vorteile rein betrieblicher Art. Wie die Tabelle zeigt, ist ein Zweiwagenzug gemäss Variante C (Gelenkwagen + ein Anhänger) rund 5 m kürzer als ein Dreiwagenzug gemäss Variante A. Diese Verkürzung der Zugeinheit wäre zum Beispiel für die Züge der Linie 10, die in der Haltestelle Paradeplatz anhalten, sehr erwünscht, weil dadurch die heute vorkommenden Abriegelungen der anderen Geleise vermieden würden. Die Verminderung der Motorleistungen erleichtert ferner die Energie-Versorgung, indem die Spannungsabfälle in den Fahrleitungen geringer werden. Da der Gelenkwagen einen Verkehr der Fahrgäste innerhalb der verschiedenen Wagenteile ermöglicht, ist eine gleichmässige Ausnutzung des Platzangebotes möglich. Die vorhandenen Tür-Oeffnungen sind reichlicher dimensioniert und ermöglichen ein rasches Ein- und Aussteigen und damit eine Verkürzung der Haltezeiten.

Schliesslich sei nochmals auf die, dank der geringeren Abnutzung, besonders in Kurven, Weichen und Kreuzungen möglichen Ersparnisse im Oberbau hingewiesen, sowie auf die Verminderung der mit den häufigen Strassenaufbrüchen verbundenen Störungen.

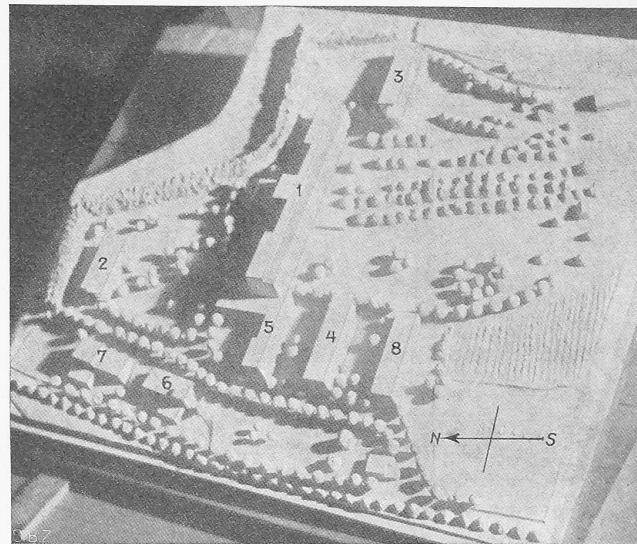
H. Wüger, Ing.

Wettbewerb für ein bündnerisches Kantonsspital auf dem Arlibongut in Chur.

(Schluss von Seite 299.)

Nr. 34. „89 644“. (Kubikinhalt 73 680 m³). Im allgemeinen zeigt der Entwurf eine klare Situation. Die annähernde Südlage ergibt jedoch hinsichtlich des freien Ausblicks und der Anordnung der Erweiterungsbauten Nachteile, die sich besonders auch in den geringen Abständen zwischen den einzelnen Pavillons geltend machen. Durch eine Abdrehung gegen Südwesten würde im Vorfeld Raum gewonnen und die Gesamtdisposition würde erheblich gewinnen. Günstig liegen Tuberkulose und Absonderung. Diese liegt gut isoliert abseits der Zufahrtstrasse, die direkt zum Haupteingang führt. Pathologie und Heizung liegen richtig, sie würden aber besser zusammengefasst.

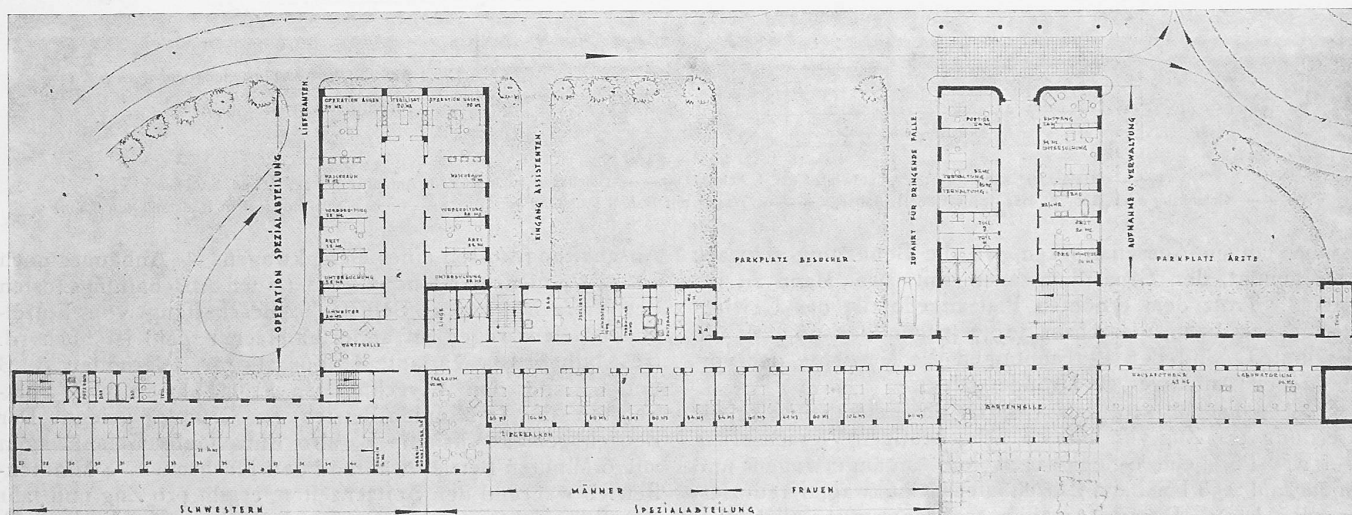
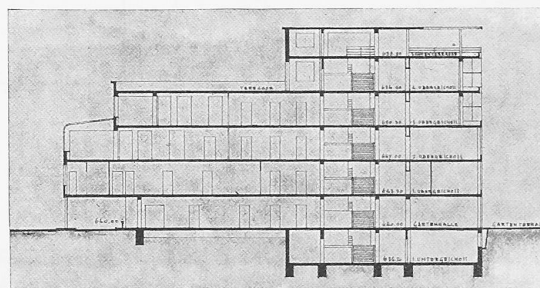
Die Verteilung der einzelnen Abteilungen im Hauptbau ist günstig, ihre Durchbildung wohl überlegt. Treppen und Korridore sind gut dimensioniert, richtig belichtet und belüftet. Die Operationsabteilungen sind zweckentsprechend, die Röntgenabteilung in Bezug auf Lage und Einteilung im allgemeinen gut. Die durchgehenden



4. Rang (3000 Fr.), Entwurf Nr. 34. — Programmgemässe Orientierung. Verfasser Hans Seiler, Pontresina. (Legende siehe Seite 313).

Balkone in sämtlichen Geschossen entsprechen nicht dem Bedürfnis. Das Luft- und Sonnenbad auf dem Dach ist übermässig gross dimensioniert. Bezüglich der Lage der Küche und der Speiserverteilung gilt das im Projekt Nr. 17 Gesagte [vgl. Seite 298]. Das Absonderungshaus ist einwandfrei gelöst. Die grosse Dachterrasse des Tuberkulosepavillons ist in Anbetracht der vorgesehenen, den Zimmern vorgelagerten Sanatoriums-Liegeterrassen entbehrlich. Die gesamte Haltung im Aeussern ist gut. Das straffe System des Hauptbaues ist allerdings auf das nicht erwünschte Motiv der durchgehenden Balkone und des grossen Sonnenbades zurückzuführen. Der angegliederte Küchen- und Schwesternbau zeigt nicht die sonst klare baukörperliche Gestaltung.

Nr. 5. „Licht und Sonne“. (Kubikinhalt 62 854 m³). Der Entwurf wird gekennzeichnet durch eine weitgehende Freihaltung des Vor-



4. Rang, Entwurf Nr. 34. — Grundriss vom Erdgeschoss und Schnitt durch Haupteingang und Operationsflügel. — Masstab 1 : 700.