

# Das neue Stadtbahnsystem in Hongkong

Autor(en): **Huber, Bernhard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 33-34

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85788>

## **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.

# Das neue Stadtbahnsystem in Hongkong

Im Bereich der New Territories des britisch verwalteten Territoriums Hongkong ist ein neues Stadtbahnsystem im Bau. Das Basissystem weist eine Streckenlänge von 22,5 km Doppelspurgleis mit 41 Stationen und 70 Passagierfahrzeugen auf. Die Betriebsaufnahme ist am 8. August 1988 vorgesehen.

Der vorliegende Artikel zeigt die Überlegungen auf, welche zur Wahl des Stadtbahn-Konzepts geführt haben und gibt Details über die Evaluationsverfahren, insbesondere für die Fahrzeuge. Das Gesamtsystem, welches mit massgeblicher Beteiligung von schweizerischen Ingenieurunternehmungen entwickelt wurde, ist im Detail beschrieben. Die Möglichkeiten der Anbindung des Systems an die übrigen Massenverkehrssysteme sind aufgezeigt.

## Einführung

Dieser Bericht soll die Entstehungsgeschichte und die Entwicklungsmöglichkeiten des neuen LRT-Systems in Hongkong aufzeigen.

VON BERNHARD HUBER,  
NEUHAUSEN

Für diejenigen Leser, welche über die Verhältnisse in der fernöstlichen Handelsmetropole nicht genau im Bilde

sind, sollen hier die nötigen Grundlagen kurz umrissen werden.

## Die Geographie

Das Territorium der britischen Kronkolonie Hongkong umfasst etwa 1067,65 km<sup>2</sup>. Das Gebiet ist in drei Teile gegliedert (siehe Bild 1).

- Hongkong Island (77 km<sup>2</sup>)
- Kowloon (12 km<sup>2</sup>)
- New Territories (neue Territorien, d. h. alle Gebiete ausser die beiden städtischen Agglomerationen, inklusive der verschiedenen Inseln, total 978,65 km<sup>2</sup>).

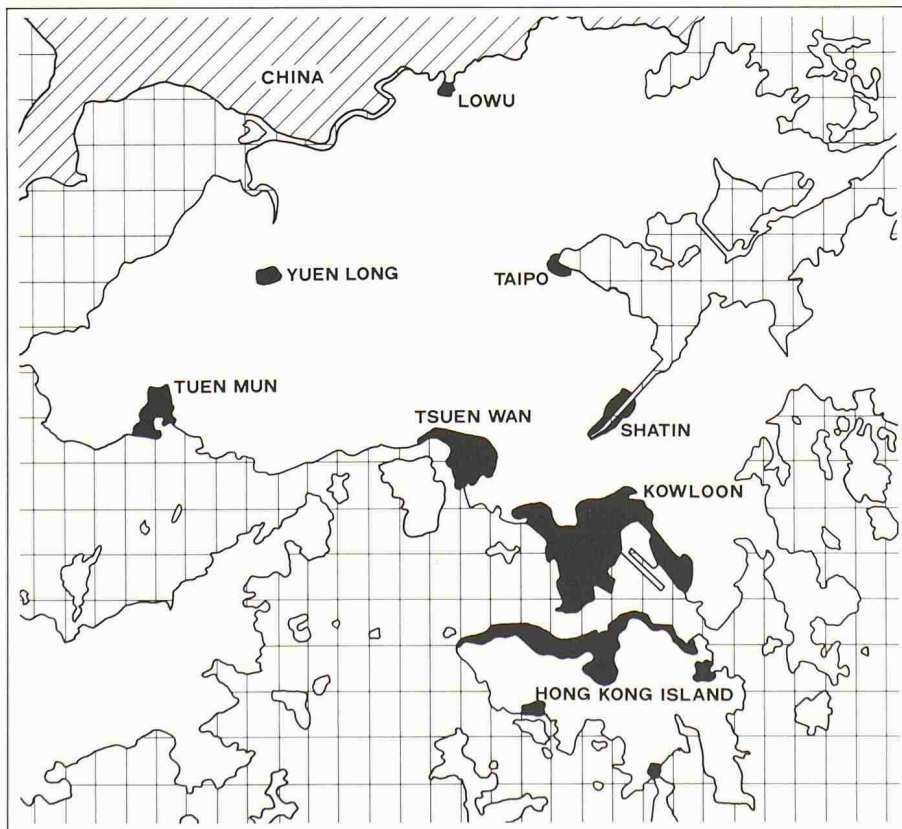


Bild 1. Geographie von Hongkong

Die Bevölkerung der Kronkolonie betrug 1986 5,48 Mio, wobei die Mehrzahl in Hongkong (Central) und Kowloon wohnte. Der Hauptgrund für diese Konzentration ist die gebirgige Oberfläche. Die höchste Erhebung, der fast 1000 m hohe Tai-Mo Shan, liegt nur 10 km vom Stadtzentrum von Kowloon entfernt.

Da eine weitere wesentliche Urbanisierung der städtischen Agglomerationen kaum mehr möglich ist, besteht die Politik der Regierung in der Entwicklung der sogenannten New Towns (neuen Städten) in den neuen Territorien. Zu diesen New Towns gehören neben Sha Tin, Tsuen Wan und Tai Po auch Tuen Mun und Yuen Long.

## Der öffentliche Verkehr

Der öffentliche Verkehr ist in Hongkong sehr gut ausgebaut, effizient und preiswert. Der Besitz des eigenen Autos ist in Hongkong einer Minderheit vorbehalten, einerseits aus Kostengründen, andererseits auch aus Gründen der limitierten Verkehrsflächen, besonders für den ruhenden Verkehr. In diesem Zusammenhang ist es auch interessant, dass in Hongkong intensiv an einer Methode zur bedarfsabhängigen Besteuerung der Autos gearbeitet wird (die Benützung der Strassen durch das Privatauto wird durch elektronische Systeme erfasst und die Steuern werden entsprechend berechnet). Nach einer erfolgreichen Versuchsphase wurde das Projekt aber aus politischen Gründen auf Eis gelegt.

In diesem Umfeld kommt dem öffentlichen Verkehr eine grosse Bedeutung zu. Folgende Systeme dienen dem öffentlichen Personentransport

- Fähren (konventionell, Luftkissen- und Tragflügelboote)
- Konzessionierte Busunternehmen (CMB und KMB) mit Doppelstock-Bussen
- Taxis
- Public Light Buses (eine Art Sammeltaxi)
- Tram (Doppelstock-Tram auf Hongkong Island)
- MTRC (Mass Transit Railway Corporation)
- KCRC (Kowloon Canton Railway Corporation)

Die hier interessierenden Schienentransportsysteme sind wie folgt charakterisiert:

The Hong Kong Tram (siehe Bild 2)  
 Streckenlänge 30 km  
 Anzahl Trams 163  
 Passagiere pro Tag (1985) ca. 370 000







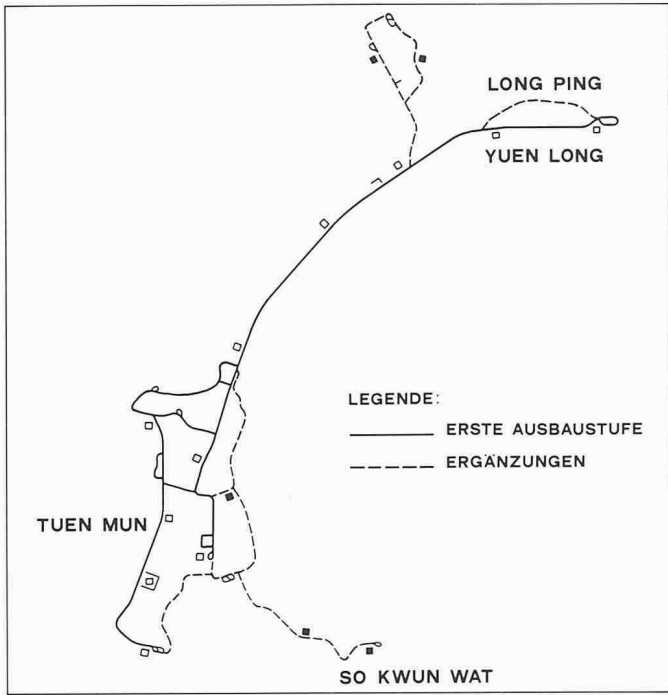


Bild 7. Stadtbahn-Fahrzeug

Bild 6. Hong Kong LRT, Basis-System (erste Ausbaustufe im Bau)

Da das Projekt 100%ig finanziert werden musste, und da ein sehr gedrängtes Bauprogramm vorgesehen war, wurde eine schlüsselfertige Anlage angefragt. Der Auftragnehmer muss die Konstruktion und den Bau des Systems basierend auf dem Leistungs-Pflichtenheft, den Transportleistungsprognosen und der betrieblichen Zielsetzungen vornehmen. Der Grobterminplan ist in Bild 5 dargestellt.

Fünf Konsortien haben Offerten für den Bau des Systems abgegeben:

- ACEC/BN (Belgien)
- UTDC/CRBC (Canada/Volksrepublik China)
- Leighton/Comeng (Australien)
- Mitsubishi (Japan)
- GEC/Metro Cammell (GB)

Auf Grund detaillierter Evaluationen der technischen und vor allem finanziellen Offerten erhielt das australische

Konsortium den Zuschlag zu einem Preis von ca. US\$ 130 Mio.

Das Projekt wird im Auftrag der KCRC durch die Firmen Transurb Freeman Fox als Ingenieure geleitet, wobei Transurb den elektromechanischen und SWKP den baulichen Teil betreut. Als Unternehmer wurde das Leighton/MTA-Konsortium (Leighton Contractors Ltd. Hong Kong und Metropolitan Transit Authority von Melbourne) mit dem Bau beauftragt. Die Haupt-Unterlieferanten sind:

- Passagierfahrzeuge: Comeng (Victoria)
- Gleisbau: Henry Boot
- Oberleitung: Balfour Beatty
- Stromversorgung: Hawker Siddeley
- Werkstätten-Einrichtungen: Vickers
- Betriebsleitsystem: Cable & Wireless/Plessey
- Billett-Verkaufssystem: Autelca
- Bau: Leighton

Bis heute läuft das Projekt nach Plan ab, Ende 1987 waren 18 km Doppelspurgleise verlegt und das Depot und das Administrationsgebäude fertiggestellt. Die erste Ausbaustufe des Systems umfasst ein Netz von 22,5 km Doppelspurlinien, 41 Stationen und 70 Passagierfahrzeuge (siehe Streckenplan Bild 6 sowie die ersten Aufnahmen von Gleis und Fahrzeug, Bilder 7, 8, 9).

### Die Technik des Tuen Mun LRT-Systems

#### Charakterisierung eines Light Rail Transit Systems

In den vorhergehenden Abschnitten wurde der Begriff LRT-System ohne weitere Definition verwendet. Die Grenzen zwischen den einzelnen Systemen sind zwar schleifend, gemäss Defi-



Bild 8. Gleisentwicklung im Bereich einer stark befahrenen Abzweigung mit Parallelgleis



Bild 9. LRT-Haltestelle

nition nach V. Vuchic [1] kann aber folgende Unterscheidung vorgenommen werden:

**Strassenbahn, Tram**

- für mittlere Transportleistung
- verkehrt zum Teil oder vollständig auf der Strasse
- Einstieg vom Strassenniveau oder von niedrigen Bahnsteigen
- Fahrt auf Sicht

**Stadtbahn, LRT**

- für höhere Transportleistung
- verkehrt zum grössten Teil auf von der Strasse getrenntem Verkehrsweg, hat aber niveaugleiche Kreuzungen und Fussgängerwege
- Einstieg von niedrigen Bahnsteigen und/oder von Hochbahnsteigen
- Fahrt auf Sicht, evtl. einfache Signalanlage

**U-Bahn, S-Bahn, MTR**

- für höchste Transportleistung
- verkehrt auf vollständig getrenntem Gleisnetz (über oder unter den Strassen)
- Einstieg von Hochbahnsteigen
- automatischer Betrieb oder Signalisierungsanlage

Ausgehend von den erwarteten Verkehrsaufkommen wurde sehr rasch klar, dass das neue Verkehrssystem in Tuen Mun und Yuen Long an der oberen Grenze der Leistung einer Stadtbahn liegen würde (siehe Bild 10).

**Hauptmerkmale des Tuen Mun LRT-Systems**

Auf Grund der Entscheidungen, die schon 1977 gefällt und bei der Stadtplanung berücksichtigt wurden, waren gewisse Randbedingungen bei der Detailkonzeption des Systems zu berücksichtigen:

- betrieblicher Kurvenradius min. 25 m
- Stations-(Plattform-)Länge max. 40 m
- Streckenführung
- Wendeschlaufen vorhanden

Dies führte zu einem System mit folgenden Hauptmerkmalen:

- Streckenlänge (Doppelspur) 22,5 km (siehe Bild 6)
- Normalspur, Schienen UIC 54/Ri 60, Betonschwellen F27
- Oberleitung, 750 V DC
- 4achsige Einrichtungsfahrzeuge von 20 m Länge (70 Stück für die Betriebsaufnahme),  $V_{max}$  80 km/h (Bild 7)
- Zugang zum System ohne Schranken; Verkauf der Billette am Automaten (Bild 9)

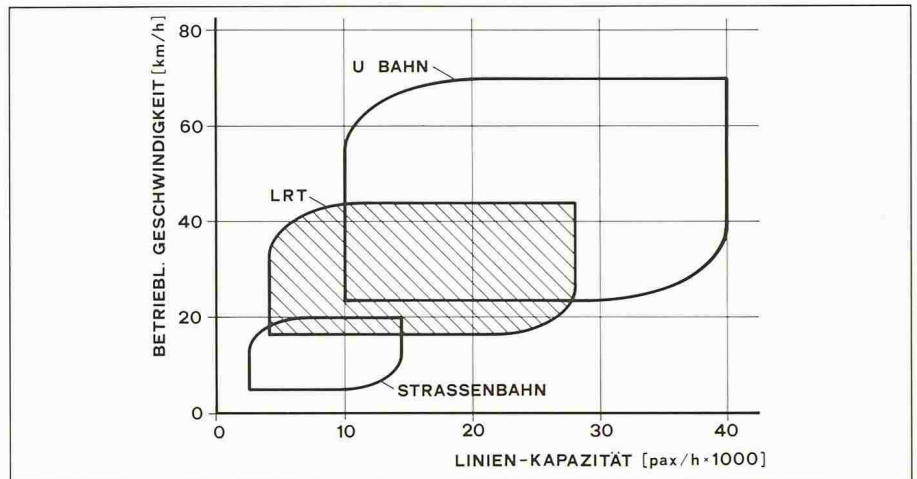


Bild 10. Klassifikation von Verkehrssystemen

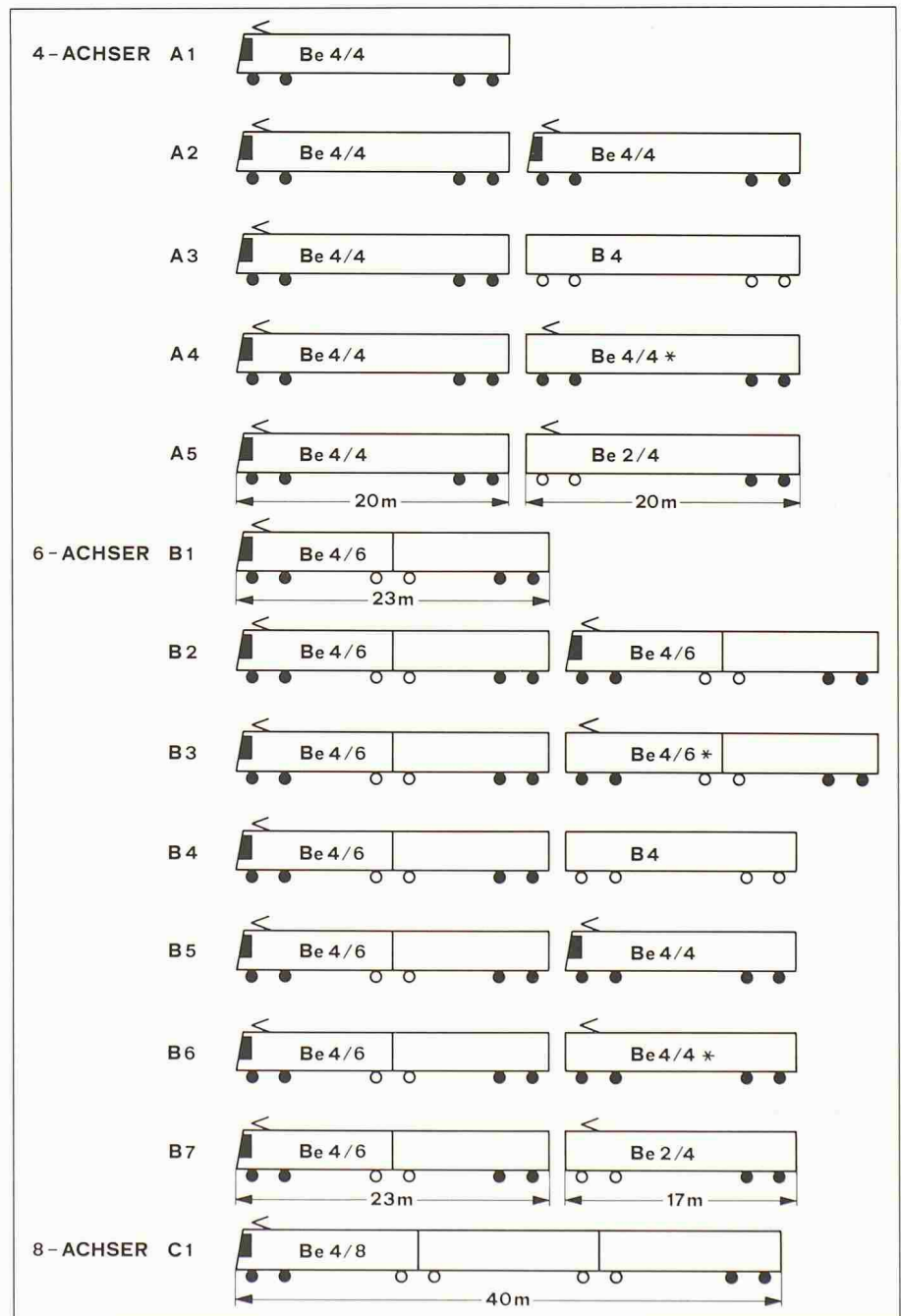


Bild 11. Fahrzeug- und Zugsbildungs-Alternativen



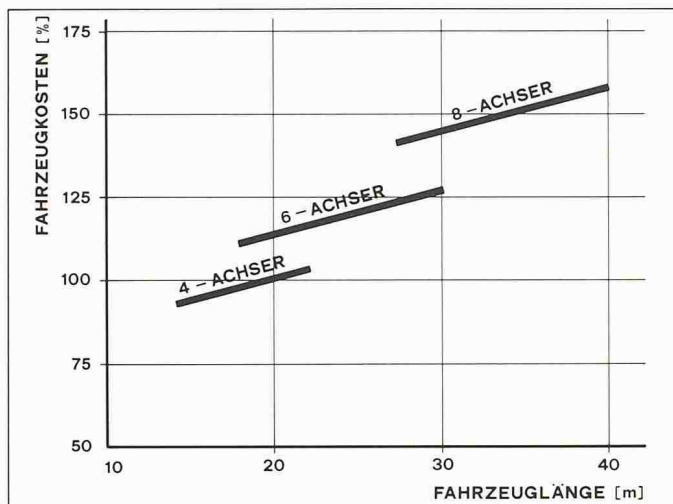


Bild 12. Fahrzeug-Kostenvergleich

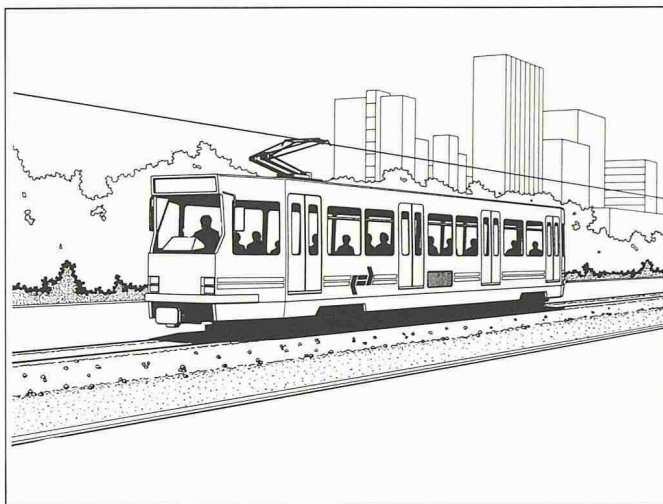


Bild 13. Visualisierung des Fahrzeuges (1984)

- Betriebsführung: Automatische Weichensteuerung durch Fahrzeug-Transponder, Fahrzeuglokalisierung und Überwachung durch ein computergestütztes System.

*Optimierung der Personenfahrzeuge*

Ein wesentliches Element bei der Konzeption des Systems war die Optimierung der Personenfahrzeuge. Diese Arbeit wurde durch die Firma Prose AG als Unterakkordant der EWI durchgeführt. Es zeigte sich, dass keines der in den ersten Angeboten vorgeschlagenen Fahrzeuge die Randbedingungen in befriedigender Weise erfüllen konnte.

In systematischer Weise wurden die Möglichkeiten überprüft (siehe Bild 11). Aus operationellen Gründen wurde eine homogene Flotte angestrebt. Und die Plattformlänge von 40m optimal auszunützen, musste ein Fahrzeug entweder 20 m oder 40 m lang sein. Ein 40-m-Gelenk-Fahrzeug war als kleinste Einheit nicht von Vorteil, weshalb sich sehr rasch das 20-m-Fahrzeug als Basis herausstellte.

Die Frage, ob für die gewählte Fahrzeuglänge ein 4-Achs-Wagen oder ein Gelenkfahrzeug vorgesehen werden müsste, konnte auf Grund von Kostenüberlegungen beantwortet werden (siehe Bild 12).

Das Gelenk sowie das Laufdrehgestell verteuern ein Fahrzeug bei gleicher Länge um ca. 15 Prozent. Die erste Vorstellung über das Fahrzeug ist in Bild 13 dargestellt.

*Das aktuelle Stadtbahnfahrzeug für Tuen Mun*

Auf Grund der Spezifikation hat die Firma Comeng (Victoria) ein Fahrzeug konstruiert wie in Bild 9 und Bild 14 dargestellt.

Die Hauptmerkmale des Fahrzeuges sind:

- Vierachser
- Einrichtungsbetrieb (Linksverkehr)
- Mehrfachtraktions bis zu drei Fahrzeugen
- Hocheinstieg, aussenliegende Schiebetüren

**Wagenkasten:**

- Ungestrichene rostfreie Stahlkonstruktion
- Klimaanlage der Firma Sigma (Australien)

**Drehgestelle:**

- Monomotor-Konzept mit Innenlagerung, Fabrikat Duewag
- Primärfederung mit Megi-Achsfedern
- Luftfederung

**Antriebssystem:**

- GTO-Chopper, je ein Chopper pro Drehgestell, Fabrikat AEG
- Elektrodynamische- und Rekuperationsbremse

**Bremssystem:**

- Federspeicher-Scheibenbremse, Fabrikat Knorr
- Schraubenkompressor

**Geometrische Daten des Fahrzeuges:**

Spurweite	1 435 mm
Länge über Kupplung	20 200 mm
Breite	2 650 mm
Drehgestell-Mittenabstand	11 000 mm
Fussbodenhöhe (nominell)	950 mm
Wagenhöhe (über Klimaanlage)	3 665 mm

Drehgestell-Achsabstand	1 900 mm
Rad-Durchmesser	720/660 mm

**Leistungs- und Betriebsdaten:**

Kapazität	
Sitzplätze	60 (AW1)
Stehplätze (6 pax/m <sup>2</sup> )	130
Maximalkapazität	190 (AW3)
Leermasse des Fahrzeuges	ca. 26 500 kg
Fahrdrahtspannung (nominal)	750 V DC

Beschleunigung	1,3 m/s <sup>2</sup> bis 36 km/h
Verzögerung	
Betriebsbremse	1,3 m/s <sup>2</sup>
Notbremse	2,6 m/s <sup>2</sup>

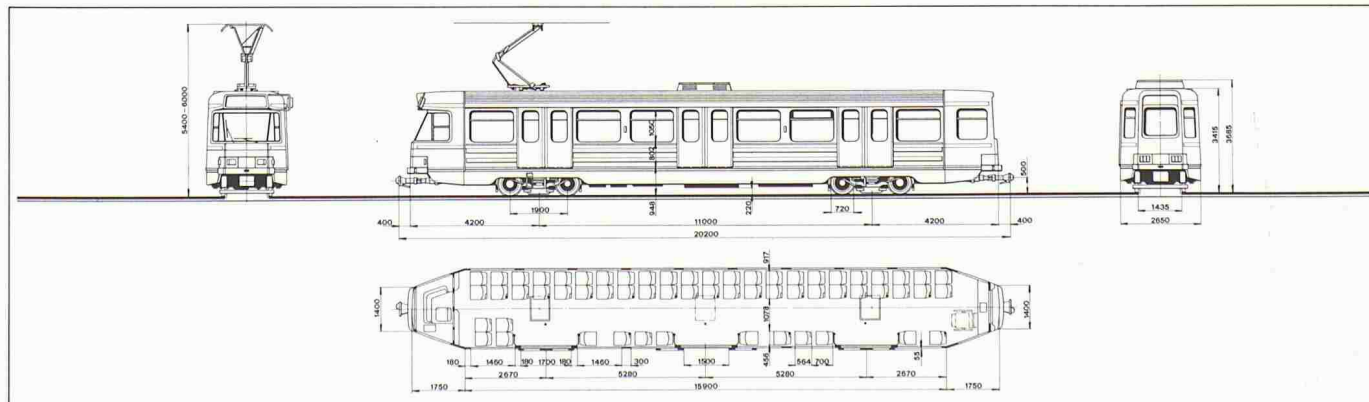


Bild 14. Typenbild des LRV (Light Rail Vehicle)

Das erste Fahrzeug wurde im Sommer 87 der Fahrerprobung im Werk Dandengong (in der Nähe von Melbourne) unterzogen. Die ersten 5 Fahrzeuge sind bis Ende 87 in Hongkong eingetroffen.

**Mögliche Erweiterung des Tuen Mun LRT-System**

*Allgemeines*

Von Anfang an war es allen Planern klar, dass das Tuen Mun Stadtbahnssystem, so wie es jetzt im Bau ist, nur ein Beginn für ein komplettes System sein würde. Wiederum wurde SWKP in Zusammenarbeit mit Kennedy Henderson Ltd. Wilbur Smith & Assoc. sowie Prose AG durch die KCRC mit einer Studie betraut, die aufzeigen sollte, wann und wo die verbleibenden Teile des regionalen Systems gebaut werden sollen.

Bei dieser Studie ging es darum

- a) die Möglichkeiten der Ergänzung des Netzes in den bewohnten Gebieten (Regional Extensions),
- b) die Machbarkeit und finanziellen Auswirkungen der verschiedenen Verbindungen des LRT-Systems mit den bestehenden Verkehrsträgern (MTRC oder KCRC), welche in die Innenstadt führen,

zu überprüfen.

*Ergänzung des regionalen Netzes*

Die Ergänzung des innerstädtischen Netzes ist unbestritten notwendig. Diese Ergänzung folgt teilweise dem Ausbau der Infrastruktur (Brücken), teilweise auch der baulichen Entwicklung. Im «Endausbau» sollen ca. 140 Fahrzeuge (zum grössten Teil in Doppel-

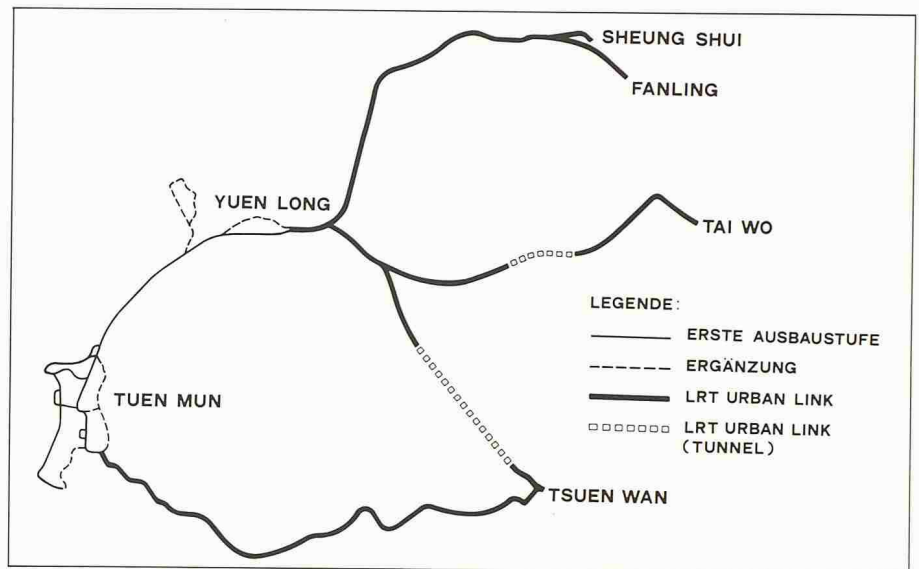


Bild 15. Vorgesehene Ergänzungen des Netzes

traktion) auf einem Gleisnetz von 34 km Doppelspur verkehren (siehe Bild 15).

Die Fahrzeuge auf dem ergänzten Netz können identisch mit den ersten Fahrzeugen sein.

«Urban Links»

Bei der Konzeption der Verbindung zwischen dem Basis-System und den übrigen Schienen-Verkehrssystemen stellten sich folgende Fragen:

1. Soll diese Verbindung operationell ein Teil des LRT sein oder soll es sich um ein getrenntes System handeln?
2. Sollen identische Fahrzeuge verwendet werden; wenn nein, sollen diese Fahrzeuge trotzdem auf dem innerstädtischen System verkehren können?

Aus verschiedenen Gründen mussten die Urban Links (Bild 20) als operationelles Teilsystem des Tuen Mun Stadtbahnsystems geplant werden. Aus diesen Gründen waren gewisse Abweichungen vom Basissystem notwendig:

- Hohe Transportleistung erforderlich, d. h. Züge mit einer Kapazität von ca. 750 Personen (4 Fahrzeuge).
- Möglichst hohe kommerzielle Geschwindigkeiten, d. h. komplett vom übrigen Verkehr getrennte Fahrbahn und Signalanlagen mit Zugsbeeinflussung.
- Keine Wendeschlaufen an den Endstationen möglich, d. h. Zweirichtungsfahrzeuge.

Bei der Evaluation der Fahrzeuge wurde vom Basis-Fahrzeug ausgegangen (siehe Bild 14). Das Konzept sollte so

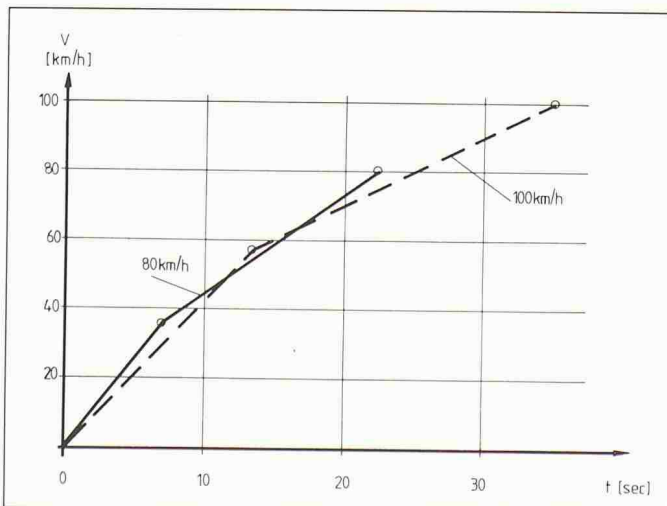


Bild 17. Leistungs-Vergleich 80km/h- und 100km/h-Variante

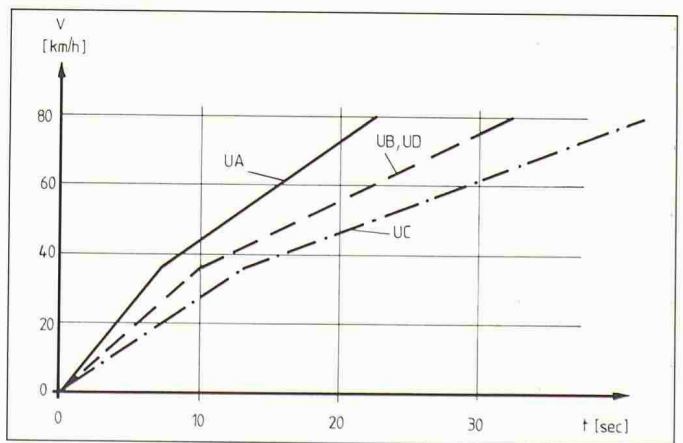


Bild 18. Beschleunigung der verschiedenen Fahrzeug-Konzepte bei identischem Traktionssystem:

UA Basis-Fahrzeug (4-Achser) UB 6-Achser  
UC 8-Achser UD Doppeldeck-Vierachs-Fahrzeug



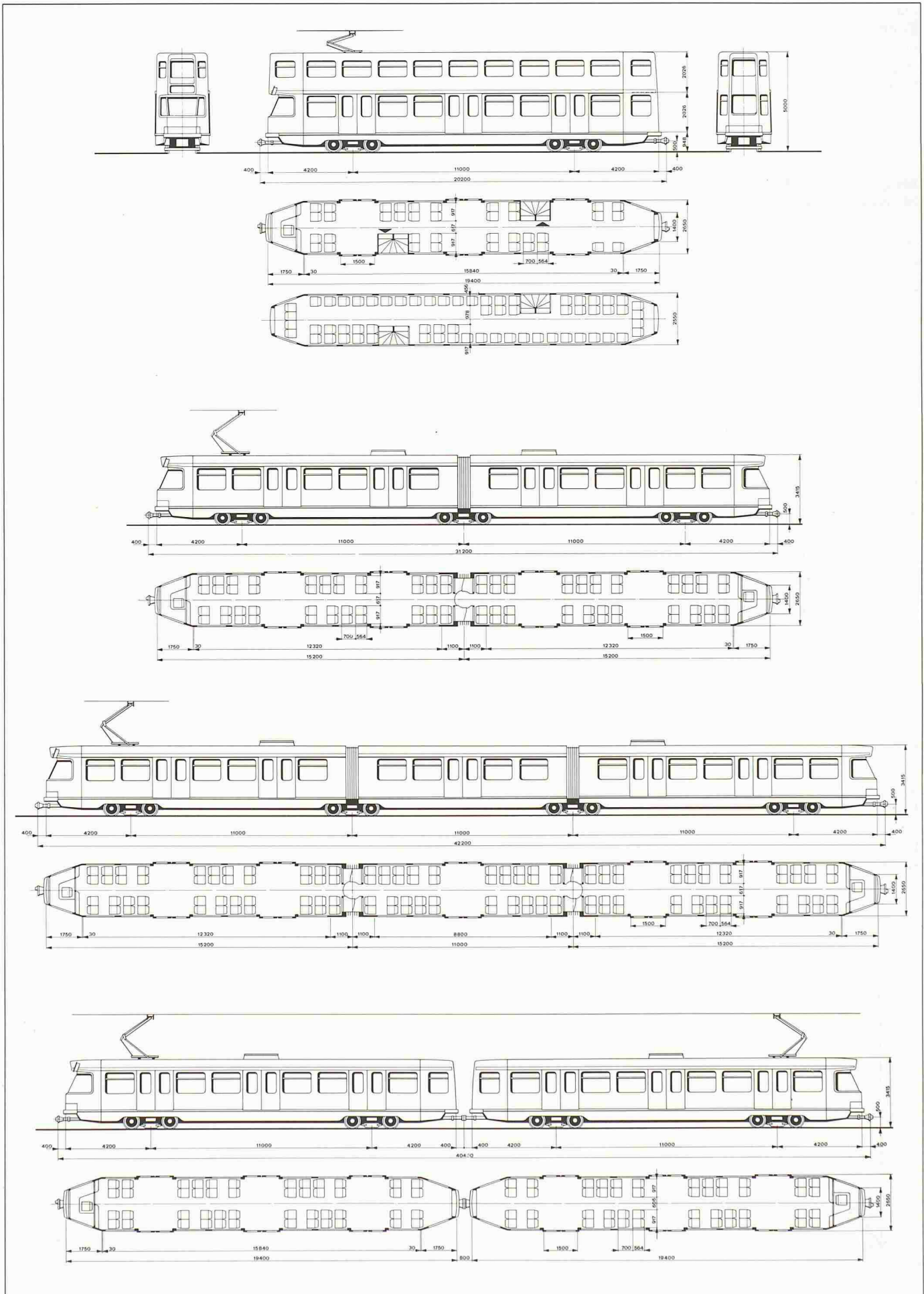


Bild 16. Mögliche Fahrzeug-Alternativen für die «Urban Links»





Bild 19. Halle für den täglichen Unterhalt

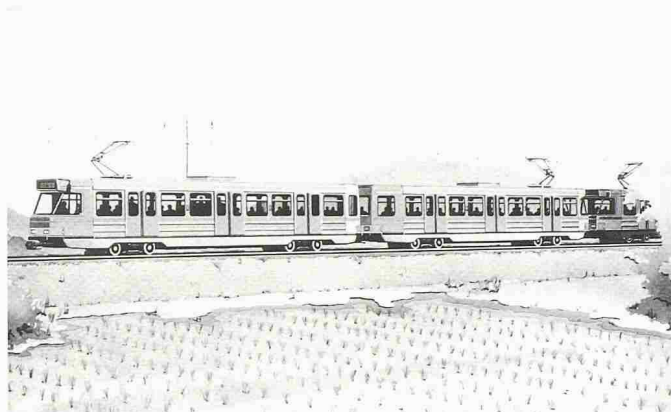


Bild 20. Darstellung der künftigen «Urban-Link»-Fahrzeuge

weit als möglich beibehalten werden; der Drehzapfenabstand und die Breite durften nicht vergrössert werden, damit diese UL-Fahrzeuge auf dem innerstädtischen Netz verkehren und ins Depot fahren können.

Die untersuchten Varianten sind im Bild 16 dargestellt. Bilder 17 und 18 (Seite 945) zeigen die von der Firma AEG für die verschiedenen Varianten ermittelten Leistungsdaten bei der Verwendung der identischen Traktionsausrüstung. Wie aus Bild 18 ersichtlich ist, lohnt sich eine Erhöhung der Maximal-

geschwindigkeit von 80 auf 100 km/h nicht, da der Zeitgewinn minimal ist.

Aus Kosten- und Kompatibilitätsgründen steht die Variante von zwei kurzgekuppelten 4-Achsern im Vordergrund.

### Schlussfolgerung

In Hongkong ist eines der modernsten Stadtbahnssysteme im Bau. Die Konzeption ist auf eine hohe Transportleistung und grosse Effizienz ausgelegt und be-

ruht auf einer konsequent und systematisch betriebenen System-Entwicklung.

Die Planung zielt auf eine Eröffnung des Systems am 8. August 1988, fast genau 3 Jahre nach Auftragserteilung. Alle Anzeichen deuten darauf hin, dass dieses Datum eingehalten werden wird, was allen Beteiligten ein sehr gutes Zeugnis ausstellt.

Adresse des Verfassers: B. H. Huber, Dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA, c/o Prose AG, Productions & Systems Engineering, Rheinfalstrasse 13, 8212 Neuhausen am Rheinfall.

## Concorso: Attrezzature e spazi pubblici a Cureglia TI

Il Municipio di Cureglia ha organizzato un concorso di idee per la progettazione di attrezzature e spazi pubblici nel nucleo e zona adiacente. Il concorso era aperto ai professionisti del ramo che al momento della iscrizione soddisfano i requisiti seguenti:

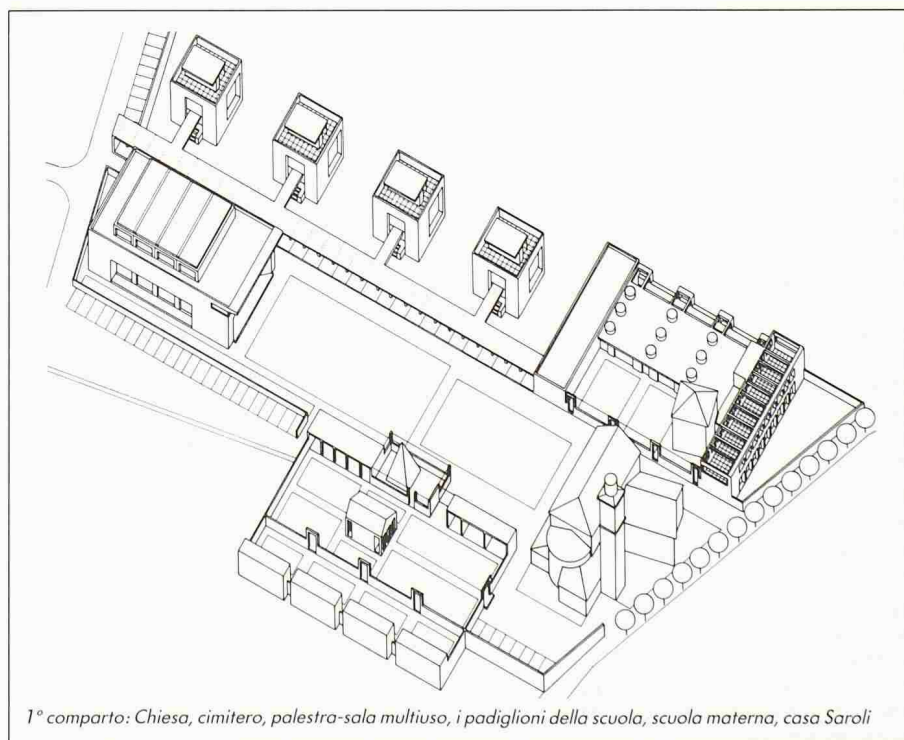
- iscrizione all'albo degli architetti O.T.I.A.
- domicilio fiscale dal 1° gennaio 1987 nel cantone Ticino
- sede dell'ufficio dal 1° gennaio 1987 nel cantone Ticino.

La giuria ha deciso all'unanimità di assegnare un unico premio di 10 000 fr. al progetto degli architetti Michele Arnaboldi e Raffaele Cavadini, Locarno, e di assegnare un'indennità di 1500 fr. a ciascuno degli altri concorrenti.

Giuria: On. ing. Fulvio Pagnamenta, municipale; membri: On. ing. Pierino Borella, municipale, On. dott. Silvio Moor, municipale, Arch. Claudio Negrini, Lugano, Arch. Franco Poretti, Lugano, Arch. Gianfranco Rossi, Lugano, Arch. Luca Ortelli, Chiasso (in sostituzione dell'architetto Livio Vacchini); supplente: On. Ugo Isola, sindaco.

L'area del concorso era divisa in due comparti. Nel primo comparto, un'area ai limiti del nucleo storico, era richiesta la progettazione di attrezzature pubbliche realizzabili in due

1° premio (10 000 Fr.): Michele Arnaboldi e Raffaele Cavadini, Locarno



1° comparto: Chiesa, cimitero, palestra-sala multiuso, i padiglioni della scuola, scuola materna, casa Saroli