

# Hochbahn Manila

Autor(en): **Schatzmann, Arturo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 37

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76234>

## **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.

# Hochbahn Manila

Von Arturo Schatzmann, Birchwil

Mit der Realisierung der Metro-Rail rückt Manila an die erste Stelle der Grossstädte mit einem modernen, effizienten Transportsystem. Innerhalb von vier Jahren wurde dieses Bauprojekt mit 19 Stationen und 15 km Streckenlänge durchgeführt. Die Verantwortung für die Projekt- und Bauleitung oblag der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, unter Mitwirkung der «Pak Poy and Associates of Australia» und der lokalen «DCCD of the Philippines». Auftraggeber war das «Ministry of Transportation and Communications of the Philippines».

Seit der Fertigstellung im Mai 1985 ist das gesamte System erfolgreich in Betrieb und transportiert im Durchschnitt 300 000 Fahrgäste pro Tag.

## Öffentliche Verkehrsmittel

Seit 1905 verfügte Manila über ein Strassenbahnnetz von etwa 60 km Länge, welches 1925, als die Hauptstadt lediglich 350 000 Einwohner zählte, 34 Mio. Passagiere beförderte. Der Betrieb der «Tramvia» (so nannte man die Strassenbahn in der Stadt) oblag der «Manila Electric Railroad and Light Company» (MERALCO), des heute bedeutendsten Elektrizitätswerkes des Landes. Die «Tramvia» wurde während des 2. Weltkrieges zugunsten eines Bussystems definitiv aufgegeben.

Die Nachkriegszeit ist durch den Siegeszug der «Jeepneys» (zur Zeit mehr als 70 000 in Manila) charakterisiert. Sie sind heute das dominierende Verkehrsmittel in Ablösung der einspännigen Pferdekutsche «Calesa», die nur noch vereinzelt dem hektischen Strassenbild eine nostalgische Note verleiht. Der «Jeepney» entstand aus den bei Kriegsende durch die Amerikaner zurückgelassenen Militär-Jeeps. Sie wurden mit einem Dach versehen und mit zwei in Längsrichtung angeordneten Bänken für den Transport von 15 bis 17 Passagieren umfunktioniert. Heute wird die lokal hergestellte Karosserie auf japanische Chassis aufgesetzt. Sie sind phantasievoll, oft naiv bemalt und geschmückt und mit Tonanlagen und Kassettenreservoirs versehen, die das Gehör der Passagiere strapazieren.

## Leistungsfähiges Verkehrsmittel

Die «Jeepneys» sind privates Eigentum. Bestimmten Strecken zugeordnet, halten sie überall auf Verlangen und befördern zur Zeit 2 Mia. Fahrgäste pro Jahr. Der Busbetrieb längs der wichtigsten Verkehrsadern befördert 400 Mio. Passagiere pro Jahr.

Jeder Philippino träumt, einmal in Manila wohnen zu können. Zählte man 1925 in der Metropole insgesamt 3 Prozent der gesamten Landesbevölkerung, so waren es 1980 bereits 10 Prozent. Gleichzeitig mit dieser Entwicklung wächst die Notwendigkeit der Mobilität und das Verlangen nach leistungsfähigen Verkehrsmitteln, für welche das vorhandene Strassennetz nicht vorgesehen war.

Die Tatsachen, dass entlang der wichtigsten Verkehrswege die mittlere Geschwindigkeit auf 10 km/h gesunken ist und dass die Bevölkerung in der Metropole jährlich um 4 Prozent zunimmt, hat wesentlich dazu beigetragen, dass ein modernes, leistungsfähiges Verkehrsmittel absolut notwendig wurde.

## Projekt für eine Hochbahn

Der Regierungsbeschluss der philippinischen Republik, mit dem Bau einer Stadtbahn der Verkehrsmisere in der Metropole beizukommen, löste in den



Bild 2. Die «Calesa» (Pferdedroschke) bringt heute nur noch vereinzelt eine nostalgische Note in das hektische Strassenbild

Jahren 1976 bis 1977 eine Projektstudie aus. Sie wurde von der Weltbank finanziert und führte zum Vorschlag einer Bahn auf Strassenniveau längs des Nord-Süd-Korridors (Taft Avenue und Rizal Avenue) quer durch das Handelsviertel der Stadt Manila als Linie erster Priorität.

Kurz danach hat das neu gegründete «Ministry of Transportation and Communications» die Empfehlungen revidiert und einen Gegenvorschlag mit einer Bahn in Hochlage ausgearbeitet. Damit konnte man die zahlreichen Kreuzungen vermeiden, welche die kommerzielle Geschwindigkeit des Systems beeinträchtigt hätte. Aus den Studien entstand in kurzer Zeit ein Ausführungsprojekt, das als schlüsselfertiges Projekt 1978 international ausgeschrieben wurde. Die Vergebung erfolgte 1980 zugunsten einer Arbeitsgemeinschaft, bestehend aus einem belgischen Konsortium (für die Lieferung des Rollmaterials und der elektromechanischen Installationen) und einer einheimischen Bauunternehmung (für die Ausführung der Bauarbeiten).

Bild 1. Manila verfügte 1905 über ein Strassenbahnnetz von rund 60 km Länge



Bild 3. Der «Jeepney», mit einem Dach und zwei Längsbänken versehen, ist für den Transport von 15 bis 17 Passagieren umfunktioniert



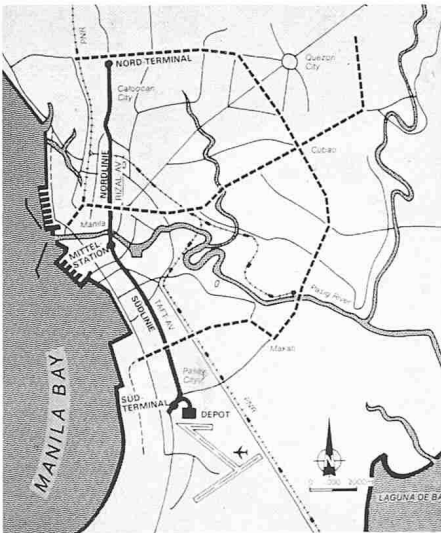


Bild 4. Die Bahn auf Strassenniveau führt längs des Nord-Süd-Korridors (Taft Ave. und Rizal Ave.) quer durch das Handelsviertel als Linie erster Priorität

### Projektierung

Der Vertrag über 270 Mio. US-\$ umfasst den Bau einer 15 km langen elektrischen Stadtbahn in Hochlage einschliesslich Depot, Unterhalts- und Revisionsanlagen, Administrationsgebäude, Unterstationen für die Energieversorgung, Stationen sowie die Lieferung von 64 Fahrzeugen.

Das Detailprojekt hat 1980 begonnen, so dass die Bauarbeiten im September 1981 mit dem Schlagen des ersten Betonfertigpfahles für die Foundation in Angriff genommen werden konnten. Die Projektierung konnte mit knapper Not dem Rhythmus der Bauarbeiten auf der Baustelle folgen und wurde Ende 1983 praktisch abgeschlossen.

Am 11.9.1984 konnte der Präsident der Republik auf den Tag genau 3 Jahre nach Baubeginn den ersten, 7 km langen Abschnitt (Südlinie) eröffnen. Dazu kam am 12.5.1985 die Nordlinie. Seither ist das System erfolgreich in Betrieb und transportiert im Durchschnitt 300 000 Fahrgäste pro Tag.

Bild 5. Nach dem Freilegen der Armierungseisen wird der obere Bereich der Pfähle in das Fundament integriert



### Realisierung

#### Fundationsarbeiten

Aufgrund der Ergebnisse zahlreicher Sondierungen längs der künftigen Bahnlinie sind die Stützen auf 15 bis 50 m lange Pfähle gegründet. Der Vorschlag der Bauunternehmung lautete auf Verwendung von vorfabrizierten, stark armierten Fertigpfählen, die mittels eines Dieselhammers bis auf die Tiefe tragender Formationen gerammt werden.

Mit dieser Methode war die Unternehmung vertraut und besass die erforderlichen Installationen einschliesslich Vorfabrikationswerk, Fahrzeuge für den Transport und Rammgeräte.

Von den neun Pfählen für die Normalfundation (23 Pfähle für die Foundation der Stationen) ist der mittlere «King Pile» vor den anderen fabriziert und gerammt worden. Man erhoffte sich mit diesem Vorgehen genaue Information über die erforderliche Länge vor der Fabrikation der acht Perimeter-Pfähle.

Der Verlauf der tragenden Schichten im Untergrund war jedoch so erratisch, dass die Längenunterschiede der Pfähle in einem Fundament bis zu 3 m betragen. Einzelne Pfähle mussten mit Kunstharz gespleisst werden, was in diesem Fall auf der Baustelle Risiken bezüglich der Qualität brachte.

Sehr rasch haben die Schwierigkeiten bei der Fabrikation und beim Rammen der Betonpfähle zur Ausführung von Bohrpfählen geführt, wofür die Unternehmung eine italienische Spezialfirma im Unterakkord beizog.

Diese Umstellung hatte eine Neuprojektierung zur Folge, weil die Anzahl der Pfähle pro Fundament auf vier (mit einem Durchmesser von 0,8 bis 1,0 m) und die Dimension des Fundamentes selbst von 7 x 7 m auf 4,5 x 4,5 m reduziert werden konnten.

#### Verkürzung des Bauprogramms

Die grossen Anstrengungen des Unterakkordanten, die Verwendung neuer Installationen sowie der Einsatz von Stammpersonal als Maschinisten hatte eine beträchtliche Verkürzung des Bauprogrammes zur Folge. Die Bohrpfähle weisen gegenüber den Fertigbetonpfählen folgende Vorteile auf:

- Anpassung der Länge in Funktion des angetroffenen Materials während des Ausbruches,
- grössere Reibung des Ortsbetons
- geringere Lärmbelastigung und Erschütterung beim Erstellen

Die Bohrpfähle sind mit Ultraschall auf Diskontinuitäten (Arbeitsfugen) im Beton oder Material und/oder Bentoniteinschlüsse geprüft worden. Das Ergebnis der an fünf Prozent der Pfähle durchgeführten Prüfungen war positiv.

Sämtliche Pfähle für die Foundation der Stützen des Systems konnten in der Zeit vom 10. September 1981 - am Geburtstag des Präsidenten wurde der erste Betonpfahl gerammt - bis August 1984 einschliesslich des letzten Bohrpfahles des Brückenpfeilers im Pasig River erstellt werden. Insgesamt handelt es sich um folgende Pfähle:

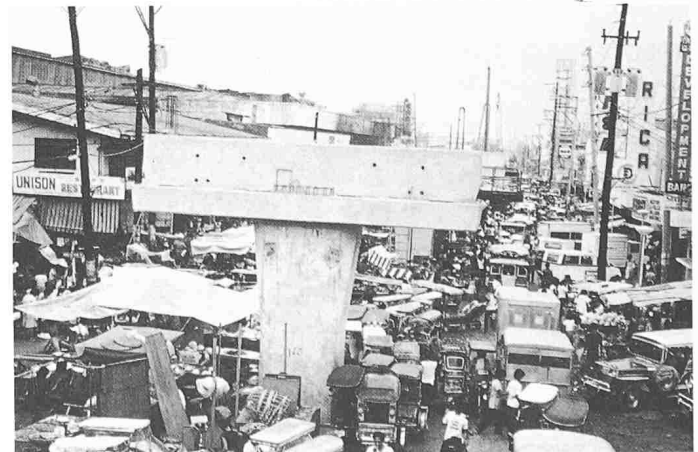
- 1500 vorfabrizierte gerammte Betonpfähle mit einer Gesamtlänge von 8000 m
- 2000 Bohrpfähle auf einer Länge von 10 000 m.

Von den 630 Fundamenten konnten lediglich 84 ohne Pfahlgründung erstellt werden, wo bessere Untergrundverhältnisse angetroffen wurden. In speziellen Fällen musste man auf die Verwendung von Mikropfählen ausweichen.

#### Fundamente unter Meeresniveau

Nach Freilegung der Armierungseisen wird der obere Bereich der Pfähle knapp unter der Oberkante des Strassenbelags in das Fundament integriert,

Bild 6. Aus dem Fundament wachsen die Pfeiler mit den Querträgern, Lichtraumprofil 4,5 m Höhe



das mit etwa 5 t Stahl armiert ist und 50 bis 100 m<sup>3</sup> Beton erfordert. In Abschnitten mit sehr schlechten Untergrundverhältnissen musste der stellenweise bis zu 3 m tiefe Aushub im Schutze von Spundwänden erfolgen. Da sich praktisch sämtliche Fundamente unter Meeresniveau befinden, erforderten die Aushubarbeiten einen massiven Einsatz von Pumpen während der Armierungs- und Betonierphase. Dies verursachte beträchtliche Unannehmlichkeiten, ist doch das Drainagesystem wegen Mangel an Unterhalt entweder verstopft oder ungenügend.

### Illegale Wasseranschlüsse

Die Aushubarbeiten waren mit intensivem Planungs- und Koordinationsaufwand verbunden, einerseits mit den Organen der Polizei, den zuständigen technischen Büros, mit Vertretern der betroffenen Wohnbevölkerung, mit Transportunternehmungen, mit Vertretern der Jeepney-Gesellschaft zur Definition von Verkehrsumleitungen und deren Signalisation sowie der Reparatur und Herrichtung der für die Verkehrsumleitung vorgesehenen Nebenstrassen und die rechtzeitige Veröffentlichung der Verkehrsumleitungen in Fernseh, Radio und Presse. Enge Koordination war auch erforderlich mit den öffentlichen Betrieben wie Elektrizitätsgesellschaft (MERALCO), Telefongesellschaft (PLDT), das städtische Gaswerk (Manila Gas), das für Wasserversorgung und Kanalisation verantwortliche Werk (MWSS), die zuständigen technischen Büros, das Ministerium für Bau und Strassenbau (MPWH), damit rechtzeitig vor Beginn der Aushubarbeiten das Verlegen von betroffenen Kabeln (oberirdisch und unterirdisch), von Leitungen oder Kabelkanälen beginnen konnte.

Die Planung der vorsorglichen Leitungsumlegungen gestaltete sich sehr schwierig, weil einerseits die verfügbaren Pläne über das unterirdische Leitungsnetz unvollständig waren, andererseits wegen der unzähligen illegalen Wasseranschlüsse, welche Private unerlaubterweise erstellt hatten.

In der Folge waren Beschädigungen von Leitungen mit Unterbruch der Telefonverbindungen, der Strom- oder Wasserversorgung während der Aushubarbeiten an der Tagesordnung. Die betroffene Bevölkerung hat jedoch alle diese Unannehmlichkeiten mit erstaunlicher Geduld und Grosszügigkeit ertragen.

Der Abschnitt unmittelbar nördlich der «Central Station» hat sich als archäologisch sehr interessant erwiesen. Während der Ausbrucharbeiten stiess man auf alte Gräber, Porzellan und Steingut

aus der Zeit, als die Chinesen den Bereich ausserhalb der Stadtmauern besiedelten. Leider liess sich aufgrund des Bauprogrammes keine Zeit für weitergehende Erkundungen erübrigen.

### Tragkonstruktion

Aus dem Fundament wachsen die Pfeiler mit den Querträgern, deren Höhe über der Fahrbahn ein Lichtraumprofil von 4,5 m gewährt. Diese Höhe ist bei den Zufahrten zu den verkehrsreichsten Kreuzungen mit einem Stahlportalrahmen signalisiert, um zu vermeiden, dass überhoch beladene Lastwagen die tragende Struktur beschädigen können.

Wegen der geforderten hohen Erdbensicherheit der Anlage waren geschweisste Stösse der Armierung nicht zugelassen. Der Armierungskorb für die Pfeiler wurde als Ganzes auf die Baustelle geliefert, mit der Armierung der Fundamente verbunden und gemeinsam mit dem ganzen Fundament einbetoniert.

Der aufgehende Teil der Pfeiler ist zur Vermeidung von Arbeitsfugen in einer Etappe betoniert. Der Betonbedarf beträgt 15 m<sup>3</sup>. Unmittelbar nach dem Ausschalen wurde der Beton mit einem Anstrich (Curing Compound) versehen, um eine zu rasche Deshydratation zu unterbinden.

Die ursprüngliche Schalung der Pfeiler mit einer 4teiligen Stahlkonstruktion ist im Verlaufe der Arbeiten durch eine Holzschalung ersetzt worden. Sie war leichter und konnte von Hand ohne schwere, den Verkehr behindernde Kranwagen montiert werden.

### Trägerelemente

Auch die Querträger sind aus Ortsbeton erstellt und mit VSL-Kabeln vorgespannt. 30 Prozent der Vorspannkraft konnten bereits bei einer Betondruckfestigkeit von lediglich 15 N/mm<sup>2</sup> aufgebracht werden, so dass stark reduzierte Ausschallfristen weniger lange Verkehrsbehinderungen möglich wurden. Der Zementgehalt lag bei 400 bis 480 kg/m<sup>3</sup>.

Für die Fabrikation der vorfabrizierten und vorgespannten Längsträger wählte die Unternehmung die vorhandenen Werke von Carmona (etwa 35 km südlich von Manila), Pulilan (rund 45 km nördlich von Manila) und MCCR an der Bucht von Manila in der Stadt selbst. Die T-förmigen Trägerelemente, 4 Stück pro Spannweite auf der Strecke (20 bis 26 m lang) und 8 Stück im Bereich der Stationen (insgesamt 2800 Träger mit einem Eigengewicht von je etwa 30 t), wurden auf der Strasse mit

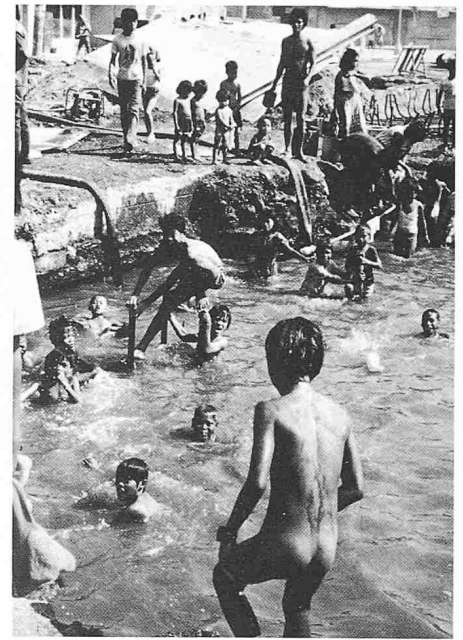


Bild 7. Die Fundamente liegen praktisch alle unter dem Meeresniveau

Bild 8. Nach der Wiederherstellung des Strassenbelages konnte die Strasse ohne nennenswerte Behinderungen dem Verkehr übergeben werden

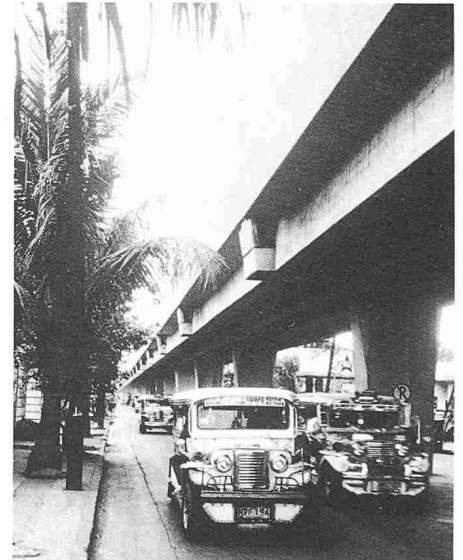


Bild 9. Thermolytisches Verschweissen der Schienenstösse

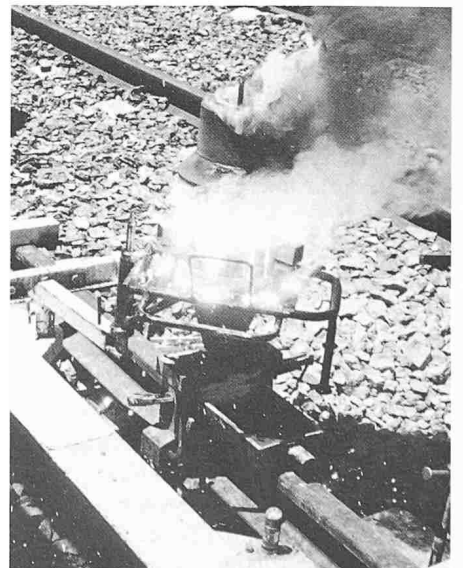




Bild 10. Vervollständigen des Schotterbettes und erstes Ausrichten der Geleise, Normalspur 1435 mm

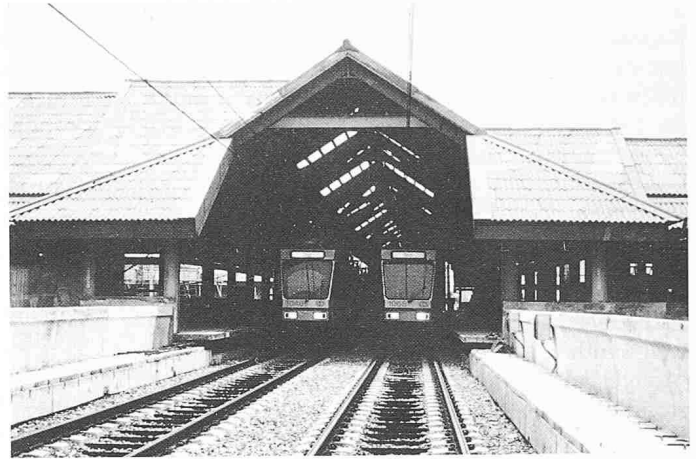


Bild 11. Die 19 Stationen sind auf einer Länge von 100 m mit Passagierplattformen versehen

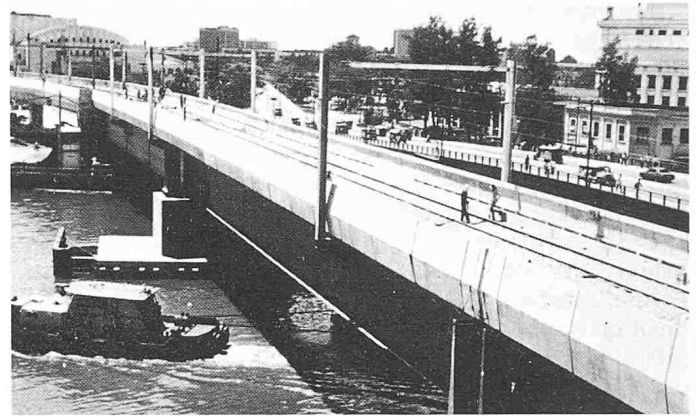


Bild 12. Etwa in der Mitte zwischen North und South Terminal überquert die Linie den «Pasig River» auf einer Brücke mit Stahlträgern und Betontrog

Spezialtransportwagen zur Baustelle gefahren und mit zwei Kranwagen auf die Querträger gelagert.

Nach kurzer Einarbeitungsphase benötigten die Kranführer für das Heben und Auflagern eines Trägers lediglich rund 20 Minuten. Sämtliche Träger sind ohne Verkehrsleitungen, ohne Unterbruch der Marktätigkeit und bemerkenswert ohne schwere Unfälle installiert worden.

Zu diesem Zeitpunkt, nach erfolgter Wiederherstellung des Strassenbelages rund um die Pfeiler, konnte die Strasse ohne nennenswerte Behinderungen dem Verkehr übergeben werden.

### Arbeiten zur Fertigstellung

Sobald die Längsträger versetzt sind, werden die Arbeiten bis zur Fertigstellung in folgenden Schritten ausgeführt:

- Armierung und Betonierung der Platte im Hinblick auf einer mit den Längsträgern monolytischen Tragkonstruktion und Versetzen der Entwässerungstützen;

- Armierung und Betonierung der Abschlusswand für den beidseitigen Kabelkanal;

- Verlegen der Brüstung, Versetzen der Brüstungselemente als Fertigelemente;

- Auftrag eines Bitumenanstriches zur Trockenhaltung des Betons, zur Reduktion der elektrischen Leitfähigkeit und damit zur Reduktion der Korrosion von Armierungseisen durch Streustrom;

- Ausbilden der Dilatationsfugen zwischen Betonplatte und Querträger durch Abdeckung mit einer einseitig befestigten rostfreien Stahlplatte;

- Erstellen einer ersten Schicht des Schotterbettes;

- Verlegen der lokal vorfabrizierten Betonschwellen;

- Verlegen (auf isolierenden Nylon-Platten) und Befestigen (System

Pandrol) der Geleise;

- Thermolytische Verschweissung (Delachaux) der Geleisestösse;

- Vervollständigung des Schotterbettes und erstes Ausrichten der Geleise (Normalspur 1435 mm);

- Verlegen der Kabel sowie der Installationen für die Zugssicherung und die Signalisation;

- Versetzen der Rahmen zur Befestigung der Fahrleitung mit doppeltem Kontakt draht;

- Verlegen der Hochspannungs- und Fernmeldekabel;

- Verlegen der vorfabrizierten Kabelkanalabdeckungen, welche gleichzeitig den Gehweg für Notfälle bilden.

### Die Stationen

Die insgesamt 19 Stationen sind auf einer Länge von 100 m mit Passagierplattformen versehen. Das gesamte Areal ist überdeckt zum Schutz gegen Sonne oder Regen und mittels Treppen mit der Strassenebene verbunden. Lediglich drei Stationen verfügen über eine dritte mittlere Passagierebene. Diese drei Stationen dienen auch als Fussgängerüberführungen.

Die gesamte Anlage ist einfach und funktionell konzipiert ohne Anwendung modernster Techniken oder Luxuslösungen, so dass Kosten und Vandalismus reduziert werden.

Ein beidseitig durchgehendes und beschriftetes Beleuchtungsband erleichtert dem Passagier die Standortbestimmung und sorgt auch nachts für einen angenehmen Aufenthalt. Die Böden sind geplättelt, demzufolge dauerhaft und angenehm für Reinigung und Unterhalt.

## Schwierige Kunstbauten

Längs der Linie zwischen South Terminal und dem Werkhof-Depot ist das Trasseedreigleisig. Es überquert den Kanal «Tripa de gallina» über zwei Stahlbrücken, eine doppelspurige und eine eingleisige.

Projekt, Ausführung und Montage waren einer japanischen Unternehmung im Unterakkord übertragen. Die Brücken wurden nach der Montage auf Festland bei speziellen Gezeiten-Verhältnissen mit Hilfe eines Pontons in ihre definitive Lage eingeschoben.

Praktisch in der Mitte zwischen North und South Terminal überquert die Linie den «Pasig River» auf einer Brücke mit Stahlträgern und Betontrog.

Besondere Schwierigkeiten bot der Bau der Foundationen der beiden Brückenpfeiler wegen des regen Schiffsverkehrs auf dem Fluss. Im reissenden Wasser sind die grossen Öl- oder Getreidetanks schwer unter Kontrolle zu halten und: von einem einzigen Schlepper gezogen, sind sie praktisch unabhängig. Daher ging es darum, auf jeden Fall während der Ausführung der Pfahlarbeiten jegliche Gefährdung nicht fertiger Bauteile auszuschliessen.

Dies gelang dank minutiöser Organisation der Information aller am Flussverkehr beteiligten Instanzen, dem Einsatz der Seepolizei rund um die Uhr und der Installation einer Schutzeinrichtung während der Bauphase.

Das Fundament jedes Brückenpfeilers ruht auf acht Bohrpfeilen mit einem Durchmesser von 2 m und einer Länge von 48,5 m. Für die Betonierung erforderte jeder Pfahl 150 m<sup>3</sup> unterbruchlos gelieferten Beton. Die fertigen Fundamente sind mit einem Fendersystem gegen Auffahrt eines mit 5 Meilen/h fahrenden Tankers von 40 t geschützt. Auch für diese Brücke sind die Stahlträger (mit Spannweiten von 54, 57 und 27 m) in Japan fabriziert und probeweise montiert worden, bevor sie nach den Philippinen verschifft wurden.

## Die elektromechanischen Einrichtungen Die Energieversorgung

Die Energieversorgung für das gesamte System wird aus dem städtischen Netz mit 34,5 kW bezogen und den neun Unterstationen entlang der Linie zugeführt. In jeder Unterstation besorgen luftgekühlte Silikongleichrichter die 750 V Gleichstromversorgung für die Bahn. Der Strom erreicht die Fahrzeuge über einen doppelten Kontakt draht mit 120 mm<sup>2</sup> Querschnitt.

Das Konzept für die Energieversorgung sowie die Bemessung der Gleichrichter und des Fahrdrabtes geben der Anlage eine genügende Sicherheit im Falle eines Stromunterbruchs in einem Stadtbereich – ein fast alltägliches Ereignis –, da bei Ausfall einer Unterstation die benachbarten die Einspeisung übernehmen.

## Signalisierung

Die Bahnanlage ist mit einem normalen Sicherungssystem versehen. Das Trasseed ist in einzelne, mit automatischen Rot-Grün-Signalen ausgerüstete Blockabschnitte unterteilt. Zwischen zwei Fahrzeugkompositionen liegt immer eine freie Blockstrecke, d. h. die Signale wechseln erst auf Grün, wenn zwei vorausliegende Blockabschnitte frei sind. Die Zugssicherungsanlage bremst automatisch jede Komposition, die ein rotes Signal überfährt.

Die Länge der Blockabschnitte ist so gewählt, dass eine Fahrzeugkomposition unabhängig von der Geschwindigkeit sicher zum Stillstand gebracht werden kann. Eine Kommandoanlage für die Signalisierung ist bei jeder der drei Hauptstationen (Süd-Terminal, Central Station und Nord-Terminal) vorgesehen. Das Zugsintervall, das in einer ersten Phase mit 150 s vorgesehen ist, kann theoretisch bis auf 90 s reduziert werden.

## Fernmeldeanlagen

Längs der gesamten Bahn ist eine systeminterne Telefonanlage installiert, mit zugänglichen Sprechanlagen bei jeder Station, den Unterstationen und im Bereiche des Werkhofes.

Eine UHV-Funkanlage stellt die Verbindung mit den Zugskompositionen auf der ganzen Linie sicher. Sie ermöglicht selektive oder Gruppengespräche und gibt dem Fahrzeuglenker die Möglichkeit, die Fahrgäste zu informieren oder aber die fahrzeuginterne Lautsprecheranlage auf das Netz zu schalten. Bei jeder Station werden die Fahrgäste über ein Lautsprechersystem informiert.

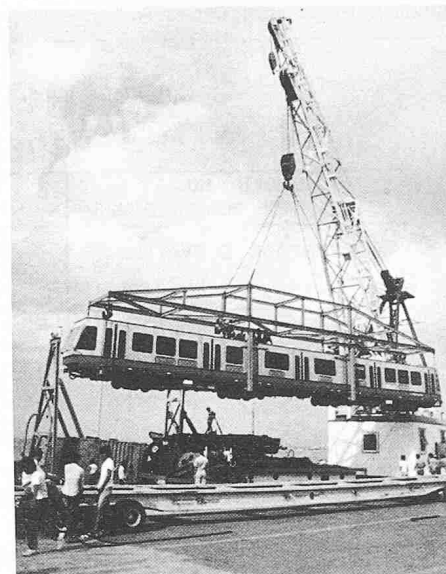


Bild 13. Die 64 Doppelgelenkfahrzeuge wurden fahrbereit nach Manila verschifft

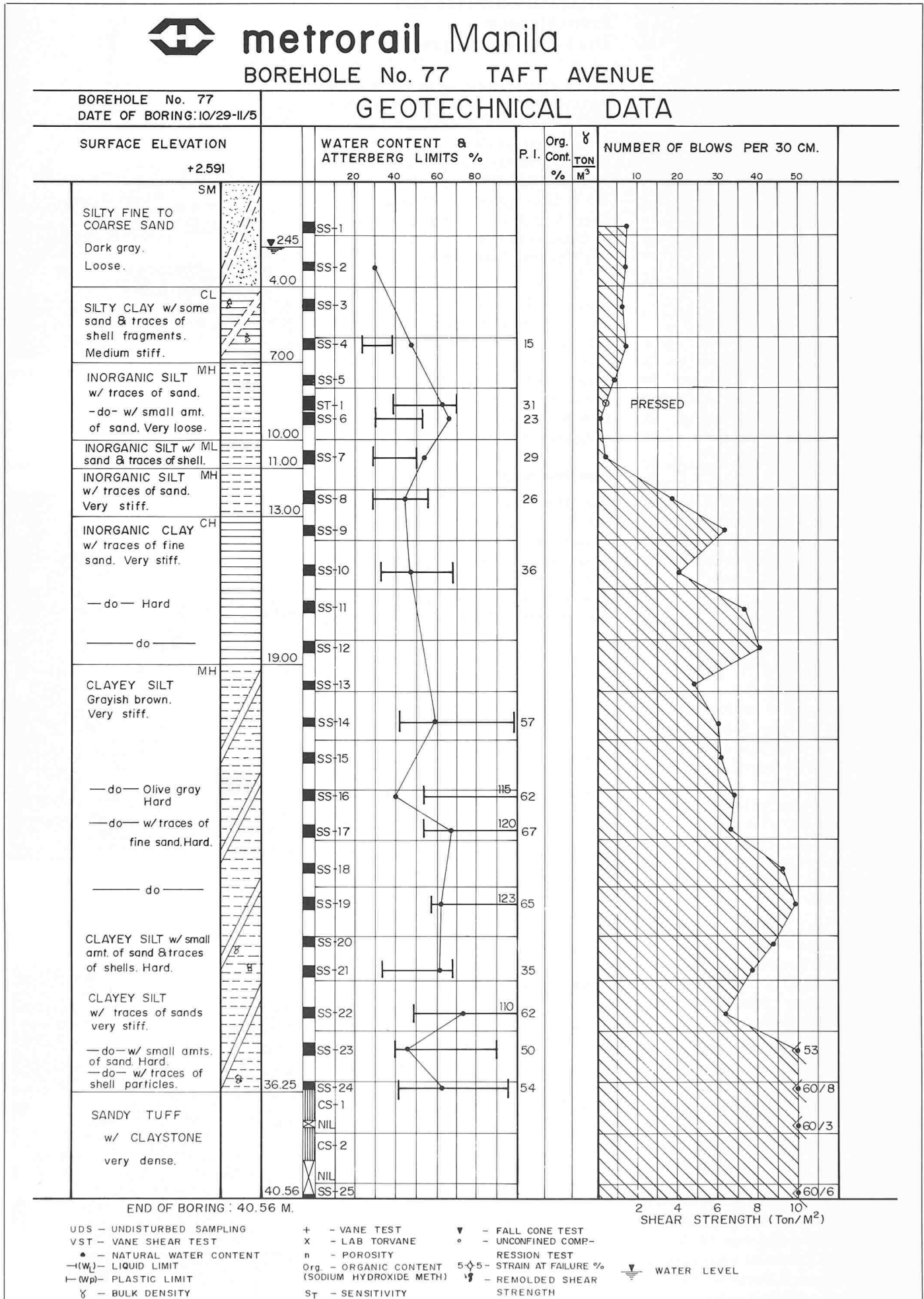
Bild 14. Das Werkhofgelände war vor Baubeginn von etwa 3000 obdachlosen «Squatters» besetzt



Bild 15. Die gesamte Anlage ist am 12. Mai 1985 feierlich dem Verkehr übergeben worden



Tabelle 1. Geotechnische Daten beim Erstellen eines Bohrfahls



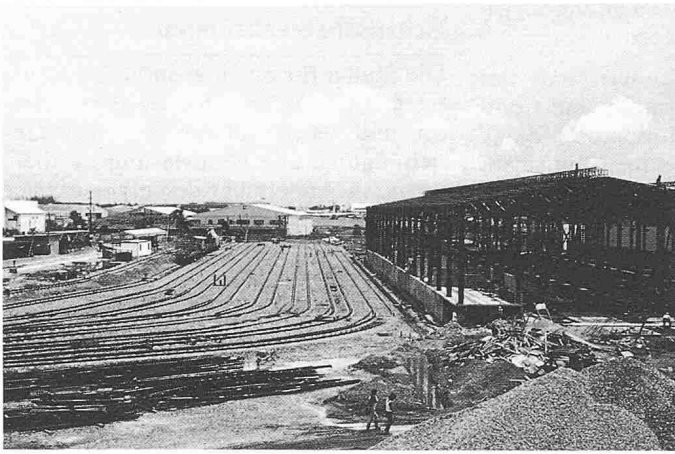


Bild 16. Besondere Schwierigkeiten bot der Bau der Fundamente der beiden Brückenpfeiler wegen des regen Schiffsverkehrs



Bild 17. Auf dem freigewordenen Werkhofareal konnte der Bau der Geleiseanlagen zum Abstellen des Rollmaterials und der Werkhallen beginnen

**Rollmaterial**

Die insgesamt 64 Doppelgelenkfahrzeuge sind im Rahmen einer belgischen Arbeitsgemeinschaft hergestellt und nach eingehenden Werkabnahmen im fahrbereiten Zustand nach Manila verschifft worden.

Die wichtigsten Charakteristiken der Fahrzeuge können wie folgt zusammengefasst werden:

- Fassungsvermögen 81 Sitzplätze, 293 Stehplätze,
- Länge 29,28 m,
- Breite 2,485 m,
- Spur 1,435 m,
- 2 Triebgestelle (vorne und hinten) und 2 Laufdrehgestelle bei den Fahrzeuggelenken,
- 5 pneumatische Türen auf jeder Seite,
- Durchmesser der Räder 660 mm,
- Leistung des Motors 2·218 kW, Gleichstrom 57 V,
- max. Betriebsgeschwindigkeit 60 km/h,
- Beschleunigung beladen 1,0 m/s<sup>2</sup>,
- Bremsung beladen 1,3 m/s<sup>2</sup>,
- Notbremsung beladen 2,08 m/s<sup>2</sup>,
- Gewicht 41,5 t,
- minimaler Kurvenradius horizontal 170 m, vertikal 250 m.

Die Fahrzeuge sind mit drei voneinander unabhängigen Bremssystemen versehen: die Motorbremse mit Rekuperation ins Netz; die pneumatische Scheibenbremse, welche über sechs verschiedene Pedalstellungen bedient wird sowie für jedes Fahrzeug zwei elektromagnetische Notbremsanlagen.

Der Passagierraum ist nicht klimatisiert, jedoch sorgen 12 Ventilatoren für eine 100- bis 200malige Luftumwälzung pro Stunde. Im übrigen sind die Fensterscheiben getönt und im oberen Bereich abklappbar. Der Passagierraum ist mit zwei durchgehenden Fluoreszenzlampen-Bändern versehen, und im Notfall werden die Ausgänge mit einzelnen Leuchten markiert.

**Das Werkhofgelände**

Das Werkhofgelände sei an dieser Stelle besonders erwähnt, war es doch vor Inangriffnahme der Bauarbeiten von rund 3000 Obdachlosen «Squatters» besetzt, die unerlaubterweise primitive und ärmste Hütten als Behausung erstellt hatten. Es ging also darum, in einer ersten Phase Alternativlösungen für die Umsiedlung dieser Familien zu finden. Diese Aufgabe war der «National Housing Authority» übertragen.

Das hierfür erforderliche Gelände konnte glücklicherweise in unmittelbarer

er Nähe durch Aufschüttung eines Sumpfgeländes gewonnen werden. Das Gebiet wurde parzelliert, es wurden Sickergruben, Wege, Wasser- und Stromversorgung erstellt und jede Parzelle den Familien gegen eine kleine Miete zur Verfügung gestellt.

Phantastisch und erstaunlich waren alsdann die Aktivität, der Erfindergeist und die handwerkliche Fähigkeit, die für den Bau neuer Behausungen entwickelt wurden. Auf Parzellen von 35 m<sup>2</sup> entstanden zweistöckige Häuser, wo im Durchschnitt 12 Personen leben.

**Geschichte der Philippinen**

- 1521 Der portugiesische Seefahrer Fernão de Magallanes landet als erster Europäer auf den östlichen Philippinen. Er fällt in einer Schlacht auf der Insel Mactan.
- 1565 Miguel Lopez de Legazpi segelt mit seiner Flotte von Mexiko aus zu den Philippinen, nimmt Cebu ein und gründet weitere Stützpunkte auf den Visayas. Dieses Jahr gilt als Beginn der spanischen Kolonisation.
- 1571 Die Hafenstadt Manila fällt in Legazpis Hände, der damit mit Ausnahme der aufsässigen islamischen Fürstentümer im Süden die ganze Inselwelt kontrolliert. Sein Enkel Salcedo setzt sein Eroberungswerk fort und festigt die spanische Kolonialherrschaft. Die Philippinen unterstehen bis 1821 dem Vizekönig von Mexiko.
- 1577- Nachdem bereits zusammen mit Legazpi
- 1587 Missionare des Augustinerordens ins Land gekommen sind, folgen nacheinander Franziskaner, Jesuiten und Dominikaner. Bis zum Ende der spanischen Kolonialzeit spielen die Kirchenorden die führende Rolle im kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Leben.
- 1821 Nach der Unabhängigkeit Mexikos übernimmt Madrid die direkte Herrschaft über die Philippinen.
- 1892 José Rizal gründet die Liga Filipina und wird dafür in die Verbannung nach Mindanao geschickt. Daraufhin organisiert Andres Bonifacio den revolutionären Geheimbund «Katipunan».
- 1896 Am 30. Dezember wird José Rizal durch Erschiessen hingerichtet.
- 1898 12. Juni: Nachdem im spanisch-amerikanischen Krieg Admiral Dewey in der Bucht

- von Manila die Flotte der Spanier vernichtet hat, kehrt Aguinaldo zurück und verkündet die Unabhängigkeit der Philippinen. Im Pariser Friedensvertrag tritt Spanien für 20 Mio US\$ die Philippinen an die USA ab.
- 1899- Vergeblich wehren sich die Filipinos gegen
- 1901 die amerikanische Herrschaft. Nach Beendigung der Kämpfe wird William H. Taft erster Zivilgouverneur. Das neue Kolonialregime erweist sich als wesentlich liberaler als das alte.
- 1941- Japanische Besatzungstruppen vertreiben die Amerikaner und errichten ein Terrorregime. Die antijapanische Widerstandsbewegung «Hukbalahap» wird gegründet.
- 1944 General Douglas McArthur landet auf Leyte und erobert die Inselwelt allmählich zurück.
- 1946 4. Juli: Die Philippinen erhalten ihre volle Unabhängigkeit. Manuel A. Roxas ist der erste Präsident der «Republic of the Philippines».
- 1965 Ferdinand E. Marcos wird 6. Präsident der Republik und gewinnt als erster seine Wiederwahl.
- 1972 Marcos verhängt das Kriegsrecht und beginnt mit inneren Reformen.
- 1973 In zwei Volksabstimmungen werden die parlamentarische Demokratie eingeführt und Marcos in seinem Amt bestätigt.
- 1978 Die präsidentielle Form der Regierung wird in eine ministeriell strukturierte Exekutive umgewandelt.
- 1986 Vorgezogene Wahlen bringen das Marcos-Regime ins Wanken! Wahlsieg von Corason Aquino im März 1986.



## Verbesserte Lebensqualität

Innerhalb weniger Monate bildete sich somit eine neue komfortable, menschenwürdige Wohngemeinschaft dank einem ausgesprochenen Zusammengehörigkeitsgefühl, Hilfsbereitschaft, angetrieben von der Aussicht, die eigene Lebensqualität verbessern zu können.

Die Umsiedlungskosten wurden zu 350 US-\$ pro Person berechnet. Das Ganze bedeutet eine wunderbare Erfahrung und ein Beispiel einer Möglichkeit, das Problem der Obdachlosen in grossen Städten zu lösen.

Auf dem freigewordenen Werkhofareal konnten somit die Bauarbeiten beginnen, und zwar mit:

- dem Bau der Geleiseanlagen zum Abstellen der 64 Fahrzeuge,
- dem Bau der Werkhallen als Stahlkonstruktion für den täglichen Unterhalt, die Revisionen, die Montage und Demontage sowie für Karosseriearbeiten einschliesslich der Werkstatt Räume mit dem neustem Stand der Technik entsprechender Maschinen und Werkzeugen, Magazine mit Ersatzteillager, Büroräumlichkeiten usw.,
- der Kantine und Aufenthaltsräume für das Unterhaltspersonal – das Gebäude für die Administration,
- der automatischen Waschanlage für die Fahrzeuge einschliesslich der Erstellung einer Brunnenanlage für die Wasserversorgung.

Der Werkhofkomplex ist sowohl geländemässig als auch von der Ausrüstung her mit den notwendigen Reserven im Hinblick auf einen künftigen möglichen Ausbau des Systems versehen.

## Projektorganisation, Bauprogramm und Kosten

Auf der Seite der Unternehmung bestand eine Arbeitsgemeinschaft mit einer belgischen Gruppe der bedeutendsten auf dem Gebiet des Fahrzeugbaues tätigen Firmen:

- Ateliers de Constructions Electriques de Charleroy S.A. (ACEC),
- Constructions Ferroviaires et Métalliques BN, S.A.,
- Transurb Consult S.C.,
- Tractionel Engineering International S.A.

Die Verantwortung für die Bauarbeiten lag bei der lokalen Grossunternehmung CDCP (Construction and Development Corporation of the Philippines), welche Losinger für die Beihilfe in der Baustatik insbesondere für die Probleme der Vorspannung und die Dravo

aus den Staaten für die Leitung/Organisation der Baustelle bezog.

Auf der Seite der Bauherrschaft des «Ministry of Transportation and Communications of the Philippines» oblag der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, unter Mitwirkung der «Pak Poy and Associates of Australia» und der lokalen «DCCD of the Philippines», die Verantwortung für die Projekt- und Bauleitung. Auf der Seite der Bauherrschaft konnte man auf die Mitarbeit des Sekretärs des Planungsbüros zählen, welcher die Funktion eines Projektleiters übernahm. Die Aufgaben der Projektleitung waren im wesentlichen:

- Überwachung der Fabrikation und provisorische Abnahme des Rollmaterials sowie der elektromechanischen Ausrüstungen in Europa,
- Überwachung der Projektierungsarbeiten, Planung und Bauleitung in Manila. Die Anfertigung der Ausführungspläne war Sache der Arbeitsgemeinschaft.

Die mit dem Rammen des ersten Betonpfahles am 11. September 1981 begonnenen Bauarbeiten konnten soweit beendet werden, dass genau 3 Jahre später, am 11. September 1984 – dem Geburtstag des Präsidenten der Republik –, der erste Abschnitt (Südlinie) eingeweiht und am 1. Dezember 1984 dem Verkehr übergeben werden konnte.

### Kosten

Die Nordlinie und demzufolge die gesamte Anlage wurde am 12. Mai 1985 feierlich dem Verkehr übergeben.

Im Vergleich mit ähnlichen Projekten in anderen Ländern sind die Gesamtkosten von 270 Mio. US-\$ für die Metro Rail Manila bescheiden. Dies ist weitgehend der Tatsache zuzuschreiben, dass Bahnhöfe und Rollmaterial minimal ausgerüstet sind, unter Verzicht auf allermodernste technische Einrichtungen und Ausrüstungen, die auch hohe Unterhaltskosten verursachen.

Berechnet in US-\$ konnte das Projekt ohne Überschreitung des Voranschlags erstellt werden. Auf philippinische Pesos umgerechnet beträgt die Kostenüberschreitung etwa 15 Prozent. Ein erfreuliches Resultat, wenn man der starken Entwertung der philippinischen Währung Rechnung trägt (Wechselkurs: 7,5 Pesos für 1 US-\$ 1980 und 22 Pesos für 1 US-\$ 1984).

Selbstverständlich trägt das Projekt dazu bei, den Devisen-Export einzudämmen, weil ein Ausbau der Bussysteme nicht mehr notwendig sein wird. Der Beitrag an die Reduktion des jährlichen Energieverbrauches wird auf 15 Mio. Liter Öl berechnet.

## Schlussbetrachtungen

Die Studie für einen eventuellen künftigen Ausbau der Linie ist abgeschlossen und wartet auf die präsidiale Genehmigung. Die Realisierung ist allerdings, in Anbetracht der momentanen nicht gerade komfortablen wirtschaftlichen Situation des Landes, nicht unmittelbar zu erwarten.

Nach Aufnahme des Betriebes auf der ganzen Strecke ist die Zahl der Fahrgäste auf ein Mittel von 250 000 bis 300 000 pro Tag gestiegen. Die Angst der Jeepney-Fahrer um ihre Einnahmequellen erwies sich als unbegründet. Für sie geht es darum, den Nord-Süd-Korridor durch die Altstadt und die Geschäftszonen der Metrorail zu überlassen und die Verteilung ausgehend von den Bahnhöfen zu übernehmen. Aber selbst längs der Linie wird ein Bedarf zu decken sein, weil der Filipino mit der «Calesa» zuerst, dann mit dem «Jeepney» an die Bedienung von Haus zu Haus gewöhnt ist.

Schon während der Bauarbeiten war ein kräftiger Aufschwung der Bautätigkeit längs der Linie, besonders im Bereiche der Geschäftszonen, zu beobachten. Neue Einkaufszentren wurden gebaut. Bei einzelnen wurde sogar auf gemeinsamen Treppen der Kundenstrom in jenen der Metrorail-Fahrgäste integriert.

Mit der Realisierung der Metrorail rückt Manila im Fernen Osten an die erste Stelle als Grossstadt mit einem modernen und effizienten Transportsystem zugunsten einer gezielten Weiterentwicklung der Agglomeration und zur Hebung des Wohlstandes und der Wohnqualität des einzelnen Stadtbewohners.

Adresse des Verfassers: A. Schatzmann, dipl. Bauing. ETH/SIA, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8022 Zürich.

### Projektcharakteristiken

Grösste Leistungsfähigkeit des Systems	0,5 Mio. Personen/Tag und Richtung (bei Zugsintervall 150 s)
Zugabstand am Anfang	150 s
in Zukunft	90 s
Kommerzielle Zugs geschwindigkeit	40 km/h
Länge des in Betrieb stehenden Abschnittes	14,5 km
Stationen	18
Mittlere Distanz zwischen 2 Stationen	825 m
Steigung max.	3,33%
Länge der Bahnsteige	100 m
Zweigelenkige Fahrzeuge mit einer Transportkapazität von	374 Personen (davon 81 Sitzplätze)
Grösste Fahrzeugzahl pro Komposition	3
Energieversorgung	750 V Gleichstrom