

U-Bahn Taipei: das Projektierungslos 160

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 40

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77960>

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.

U-Bahn Taipei

Das Projektierungslos 160

Die schwierigen geologischen Verhältnisse, der hohe Grundwasserspiegel, der pulsierende Verkehr auf den 8spurigen städtischen Verkehrsadern ohne Umleitungsmöglichkeiten während der Bauarbeiten und die Erdbebengefährdung sind einschneidende Randbedingungen. Sie gestalten die Projektierung einer Untergrundbahn zu einer sowohl technisch als auch organisatorisch einmaligen Herausforderung.

Aus dem Geschichtsbuch werden für den allgemein interessierten Leser im

VON ARTURO SCHATZMANN,
ZÜRICH

nachstehenden einige wichtige Etappen erwähnt:

- 8. Mai 1895. Die Insel Taiwan (früher Formosa) wird durch das Abkommen von Shimonoseki Japan zugeschlagen
- 25. Okt. 1945 nach der Kapitulation Japans erfolgt die Rückgabe an China
- Nach dem Fall der nationalistischen Regierung auf dem chinesischen Festland zieht sich dieselbe mit General Chiang Kai-shek nach Taiwan zurück
- Am 1. März 1950 wird die Nationale Republik China ausgerufen

Rund um Taiwan zählt man 78 Inseln, die Bodenfläche wird mit 36 179 km² und die Bevölkerung mit 20,3 Mio. angegeben.

Der Wendekreis des Krebses verläuft mitten durch die Insel. Das Klima ist demzufolge tropisch bis subtropisch, feuchtheiss, mit durchschnittlich 1500 bis 2000 mm Regen, der in den Sommermonaten von Mai bis Oktober fällt.

Die Topographie lässt Ähnlichkeiten mit der Schweiz erkennen. Entlang der Ostküste erstreckt sich eine Gebirgskette mit Höhen bis über 4000 m, auf der Westseite erstreckt sich die fruchtbare und stark besiedelte Ebene. Zur Verständigung benötigen die Taiwanesen Mandarin (Schriftchinesisch) oder Taiwanesisch; an Religionen treffen Sie Taoisten, Buddhisten und Christen.

Begründung des Projektes einer Untergrundbahn

Die rastlos vorangetriebene wirtschaftliche Entwicklung auf Taiwan, die markante Zunahme des pro Kopf Einkommens und der mangels echter Alternativen in beängstigendem Masse zuneh-

mende Privatverkehr (es werden zur Zeit im Schnitt um die 8000 Fahrzeuge pro Monat auf die Strassen der Hauptstadt Taipei neu entlassen) führen zu chaotischen Verkehrssituationen und Zusammenbrüchen sowie zu einem bedeutenden Nachholbedarf auf dem Gebiet der Infrastrukturen. Zur Veranschaulichung sei erwähnt, dass allein mit der Schweiz sich die Handelsbeziehungen von 345,7 Mio. Fr. im Jahre 1982 auf 1206,4 Mio. Fr. im Jahre 1990 erhöht, das heisst beinahe vervierfacht haben. Das Pro-Kopf-Bruttosozialprodukt wird mit 7992 US\$ angegeben. (Bild 1)

Die Stadtregierung ist fest davon überzeugt, dass nur ein rasches, sicheres und Komfort bietendes Transportsystem dazu beitragen kann, die Situation auf dem hoffnungslos überforderten Strassennetz zu sanieren.

Die bekannten Bedingungen werden an die Definition eines neuen Transportsystems gesetzt: Weitsichtige Planung, Miteinbezug sämtlicher vorhandenen Verschiebungsmöglichkeiten und zweckmässige Systemauslegung. Die

Amtsstelle nimmt sich vor, sowohl städtebauliche Aspekte als auch Luft- und Lärmimmissionen vermehrt zu berücksichtigen, um in der unmittelbaren Umgebung eine hohe Lebensqualität zu erhalten. Nach jahrelanger sorgfältiger Evaluation der Umweltbedingungen und nach Abschluss von Wirtschaftlichkeitsstudien konnten die Grundlagen für ein kombiniertes System einer Hochleistungsbahn mit einem Abschnitt einer «Mini-Metro» definiert werden. Im März 1986 hat die Regierung für die Untergrundbahn ein erstes Netz bestehend aus vier Hochleistungslinien beschlossen und mit dem Wunsch verbunden, einen ersten Abschnitt bereits im Jahre 1992 in Betrieb nehmen zu können. (Bild 2)

Die rote Linie soll in einer ersten Phase von Tamshui im Norden bis Taipei Hauptbahnhof und in einer zweiten Phase von Hsintien im Süden bis Hauptbahnhof gebaut werden. Die Gesamtlänge beträgt 33,1 km.

Die blaue Linie verbindet Nankang im Osten mit Panchiao im Westen über eine Länge von ca. 22 km. Die rote und die blaue Linie sind unterirdisch über einen «Unterhaltszweig» (die 1,5 km lange grüne Linie) verbunden.

Die orange Linie ist als Abzweiger von der roten nach Chungho konzipiert. Die Gesamtlänge beträgt 6,5 km.

Die braune Linie schliesslich soll über 11,6 km den Mucha Zoo mit dem Domestic Sungsan Airport verbinden. Sie wird als Medium Capacity Line (Mini Metro) ausgebaut.



Bild 1. Verkehrssituation entlang Roosevelt Road: Beim sichtbaren Hochhaus Taipei Power Building entsteht die gleichnamige Station

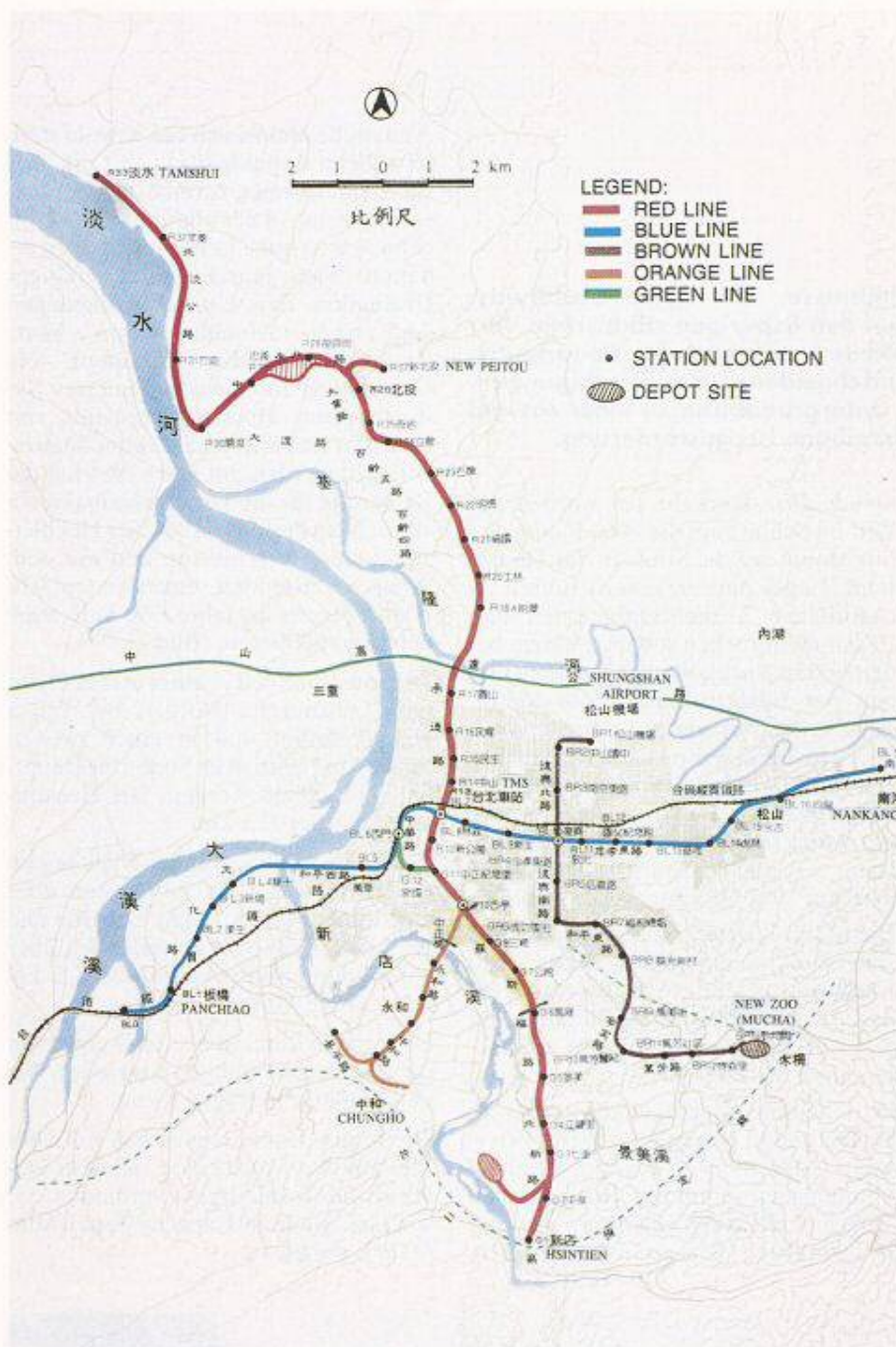


Bild 2. Liniennetz der Untergrundbahn Taipei

Ohne Zweifel ein stolzes Projekt und ein ehrgeiziges Realisierungsprogramm, welches in den nächsten Jahren die Aufmerksamkeit der Fachwelt anziehen wird.

Das Projektierungslos 160

Es umfasst den Abschnitt von Station G06 bis G10 und beinhaltet von Norden nach Süden 222 m gebohrte Tunnel, 438 m Weichenabschnitt, 250 m Station (im Tagbau erstellt) und 450 m gebohrte Tunnel. Auch der Abzweiger in die Chungho-Linie mit 607 m Tunnel und mit dem Lüftungsschacht gehören zu diesem Abschnitt, der als ein Baulos (CC 221) zur Ausschreibung gelangt. Zum Baulos CC 222 gehören eine 250

m lange, im Tagbau zu erstellende Station und 1310 m gebohrte eingleisige Tunnelröhren. (Bild 3)

Der Bau der Stationen

Geologie und Grundwasser

Dank Sondierbohrungen, welche bis zu einer Tiefe von 50 m ausgeführt wurden, sind die Untergrundverhältnisse gut aufgeschlossen. Nach 0,5 bis 2,0 m Auffüll- und Strassenkoffermaterial folgen von oben nach unten Wechsellagerungen von siltigem Ton und siltigem Sand. Erst in 50 m Tiefe stösst man auf eine erste Kiesbank, die sich somit 20 bis 30 m unterhalb der Aushubkote befindet.

Über längere Zeit mit Piezometern durchgeführte Beobachtungen des Grundwassers zeigen einen sehr hohen Spiegel mit nur geringen Schwankungen. Er liegt zwischen 2,0 und 2,5 m unter der Oberfläche und wird zur Erhöhung der Sicherheit identisch mit der Strassenkote angenommen.

Baugrubensicherung

Zur Wahl der Baugrubensicherung wurde die Palette der heute möglichen Methoden unter Berücksichtigung von Geologie, Umwelt und Verkehr u.a.m. eingehend untersucht. Die Möglichkeiten reichten von der Schlitzwand über die überschnittenen Bohrpfähle, die Bohrpfähle mit Spritzbeton, die Jetwand, die Rühlwand bis zur Spundwand. Dass schlussendlich die Schlitzwandlösung zur Ausführung empfohlen wurde, hat verschiedene Gründe:

- Die Steifigkeit der Schlitzwand ist hoch und die Deformation klein. Die auf das Umliegende induzierten Setzungen sind demzufolge klein, was mit Blick auf die meistens flach fundierten Hochhäuser in unmittelbarer Umgebung von Bedeutung ist.
- Bei fachgerechter und sorgfältiger Ausführung kann eine Schlitzwand weitgehend als wasserdicht angesehen werden. Sie bietet demzufolge bei der Bauausführung eminente Vorteile, da eine Absenkung des Grundwassers rund um die Baugrube und die daraus resultierenden Setzungen minimiert werden können.
- Sie ist ein Bestandteil des definitiven Bauwerkes und übernimmt den grössten Teil des Erddruckes zugunsten einer schlanken, schwach armierten inneren Struktur. Durch entsprechende Ausnehmungen wird sie mit der Innenwand verbunden und erhöht die Sicherheit gegen Auftrieb.
- Man ist flexibel in der Wahl der Tiefe, und dank Ausführung bis in grössere Tiefen kann die Gefahr von Grundbruch in den gefährdeten Böden gebannt werden.
- Lärmimmissionen und Erschütterungen sind im Vergleich mit anderen Baumethoden gering.
- Die Schlitzwand ist ein idealer Träger einer wasserdichten Isolation im vorgesehenen doppelschaligen Ausbau.
- Es ist eine Baumethode, für welche sowohl die Installationen als auch die Erfahrung bei den lokalen Bauunternehmungen vorhanden sind.

Dem Entscheid, die vollständig im Grundwasser liegenden Stationen als Doppelschale mit dazwischenliegender wasserdichter Isolation auszuführen, gingen lange und hartnäckige Diskussionen voraus. Schliesslich

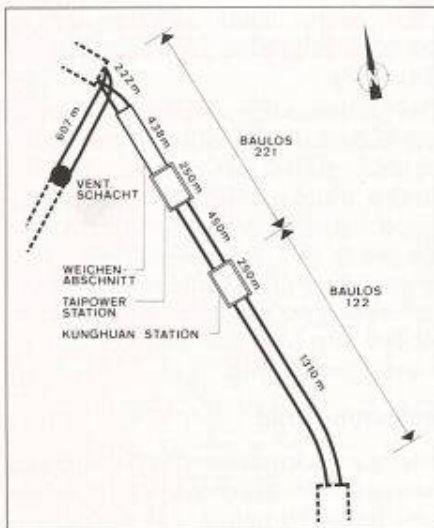


Bild 3. Untergrundbahn Taipei; Das Projektionslos 160

haben doch die Argumente zugunsten einer im Bau teureren, auf lange Sicht jedoch preisgünstigeren Lösung überwogen.

Die Wahl der Baumethode

Der nächste wichtige Entscheidungsschritt betrifft die Wahl der geeigneten Baumethode unter Berücksichtigung einschneidender Randbedingungen. Taipei ist gekennzeichnet durch einzelne Hauptverkehrsadern, auf denen der Verkehr 8- bis 10spurig 24 Stunden im Tag ununterbrochen pulsiert. Naturgemäss konzentriert sich das Geschäftsleben entlang dieser Achsen, welche auch für den Bau der Stationen einer Untergrundbahn geradezu prädestiniert sind. Da es für diese Achsen keine Umfahrungsmöglichkeiten gibt, dürfen sie während der Bauarbeiten nicht gesperrt werden. Pro Bauetappe werden höchstens 11 m Breite zugestanden. Mi-

nimierung der Immissionen und des Zusatzverkehrs sowie Verkürzung der Bauzeiten sind weitere Gebote der Zeit. Die Ingenieurgesellschaft hat schliesslich die Fertigstellung des Aushubes mit anschliessendem Bau der Struktur von unten nach oben vorgeschlagen und das Vorgehen wie folgt begründet:

- Die Methode wird öfters angewendet, und die einheimischen Bauunternehmungen haben bereits diesbezügliche Erfahrungen.
- Fahrbahn über der Baugrube in Etappen ist einfach und erprobt.
- Die Decke über der Station kann in einer Etappe unter Vermeidung von Längsfugen betoniert werden. Ein Vorgehen von oben nach unten bedingt die Betonierung der Decke in drei Etappen mit Problemen in Armierung, Isolation und Verkehrsführung.
- In der provisorischen Fahrbahn ist auf die ganze Länge der Station eine 8 m breite Öffnung mit einem schiennengebundenen Portalkran zur Sicherstellung einer einfachen Ver- und Entsorgung der Baustelle geplant.
- Das Vorgehen bietet einwandfreie Voraussetzungen für die Applikation der wasserdichten Isolation beim Aufbau der Zweischalenkonstruktion.
- Die Lösung der Bauventilation ist einfach und zugunsten der Arbeitsqualität dank besserer Arbeitsplatzbedingungen.

Statik und Konstruktion der Stationen sowie der Tunnelbau werden durch die zuständigen Fachspezialisten in separaten Abrissen detailliert behandelt. Dabei werden auch konventionell auf-

gefahrene und konventionell gesicherte Tunnelabschnitte unter den Titel NATM gestellt, weil die Berechnung des Ausbaues nach den Grundsätzen der Neuen Österreichischen Bauweise erfolgt.

Die Bearbeitung derartiger Projekte innerhalb einer in beinahe jeder Beziehung heterogenen Ingenieurgesellschaft mit einem Team aus den USA als Generalplaner macht den Auslandeinsatz unserer Ingenieure immer wieder zu einer äusserst wertvollen Herausforderung. Die Bearbeitung von 1800 Plänen und die Erstellung von Berichten in einer dichten Folge von penalen-behafteten Terminen unter Anwendung modernster CAD Soft- und Hardware bedeutet eine einmalige Erfahrung. Das erfolgreiche Erarbeiten gemeinsamer Ziele mit Menschen anderer Kultur, anderer Rasse und Herkunft, anderer Religion und Sprache, anderer Denk- und Arbeitsweise stellt auch menschlich eine echte Bereicherung dar. Die Ingenieure aus Taiwan haben wir jedenfalls als ausgesprochen arbeitssam, lernhungrig und lernfähig, einsatzbereit, freundlich und hilfsbereit erlebt.

Die Bauarbeiten für die Realisierung dieses enormen Projektes laufen bereits auf Hochtouren. Die «Mini Metro» soll bereits im Jahre 1993 den Betrieb aufnehmen. Es bleibt zu hoffen, dass durch die finanziellen Engpässe in der Schweiz unsere erfahrenen Unternehmungen ihr Interesse doch noch nach dem Fernen Osten richten werden. Jedenfalls werden die nun anlaufenden Baustellen auf Taiwan das Interesse der technischen Welt auf sich konzentrieren.

Adresse des Verfassers: A. Schatzmann, dipl. Ing. ETH/SIA, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG., Postfach, 8034 Zürich.

Zwei Stationen der Taipei-U-Bahn

Besondere Merkmale der Statik und der konstruktiven Ausbildung

Als Bestandteil der Phase 1 der Taipei-U-Bahn, liegt das Los 160 im Südwesten der Stadt in direkter Nähe der National Taiwan University. Das Los umfasst zwei doppelstöckige unterirdische Stationen sowie Doppelrohrtunnels von ca. 2,7 km Länge. Dieser Bericht befasst sich mit einigen Besonderheiten der Bemessung der beiden Stationen.

Situation

Die beiden Stationen des Projektionsloses sind ähnlich ausgelegt. Die Hauptblöcke umfassen zwei unterirdische Etagen: ein Perrongeschoss und

ein Hallengeschoss, wo sämtliche Dienststellen untergebracht werden. Zu den Hauptblöcken, welche die ganze Strassenbreite beanspruchen, sind Eingangs- und Lüftungstrakte angegliedert, die zum Teil in Neubauten einverleibt werden. Die Hauptblöcke sind zwi-

schen 19,5 m und 24 m breit, ca. 250 m lang, und deren Oberkante liegt in 3 bis 5 m Tiefe. Die allgemeine Lage der Stationen zeigt Bild 1.

VON A. GYGAX, ZÜRICH

Baumethode

Für die Hauptblöcke der Stationen wurden sowohl eine offene Bauweise als auch die Deckelbauweise erwogen sowie verschiedene Wandabschlussarten (Rühlwand, Schlitzwand, Sekantenwand usw.). Als Hauptkriterien galten bei der Beurteilung nebst den üblichen bei solchen Bauten die folgenden: