

Das VAL-System in Lille: ein neues unkonventionelles Verkehrsmittel

Autor(en): **Barbe, Hans B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

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

Heft 47

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76313>

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.

felsohne als Fremdkörper, ist aber in der architektonischen Gestaltung derart ausgefallen (vgl. Bild 10), dass es dadurch vielleicht seinen Platz rechtfertigt. Jedenfalls kann man nicht Paris besuchen und an diesem Phänomen vorbeisehen. Gewiss ist dieser gewagte Ansatz beeindruckend und mindestens die architektonische Erscheinung aussergewöhnlich interessant.

Die berühmten alten Markthallen («Les Halles») waren auffällig und mussten ersetzt werden. Anstatt natürliche Belüftung und Tageslicht, bei Überbauung über Terrain, durch (meist enge) Strassenschluchten zu gewährleisten, wurde hier diese Funktion einem tiefen, recht breiten Schlitz unter Terrain zugeordnet und das Bauvolumen benachbart dazu in den Boden gegraben (vgl. Bild 11). Die architektonischen Akzente, welche über Terrain in Erscheinung treten, fügen sich recht gut in das umgebende Stadtbild ein. Auch hier ist die getroffene Lösung aussergewöhnlich und hoch interessant.

Begleitaspekte

Neben der eigentlichen Zielrichtung der ZBV-Studienreise war – anders

durfte eine solche Reise ja nicht angelegt werden – genügend Raum, um wieder einmal einige der alten bekannten, aber immer wieder neu faszinierenden Attraktivitäten dieser Weltstadt zu Gemüte zu führen, – von den rein fachlichen Freuden beispielsweise am Stahlbau (Eiffelturm), über die historischen Museen bis hin zu den kulinarischen und abendlichen Vergnügen.

Nebenbei gehörten auch die An- und Wegreise zum Studienprogramm, indem die Hinreise mit dem «Train à grande vitesse – TGV» und die Rückreise mit der «Arbalète» über die traditionelle Linie absolviert wurde. Natürlich beeindruckt der TGV, wenn man mit Spitzengeschwindigkeit von 270 km/ Stunde «boden-nah» durch die Landschaft flitzt, wengleich der Zeitgewinn von Zürich aus (Umsteige- und Mehrlängenverluste) gegenüber der konventionellen Eisenbahnfahrt hinfällig wird.

Abschliessend darf vermerkt werden, dass die gemeinsame Auseinandersetzung in der Teilnehmergruppe laufend Anlass zu fachlichen wie auch anderen Gesprächen gab, was als Bereicherung besonderer Art gelten kann. Einer der Teilnehmer fühlte sich gar zum Dichten angeregt (vgl. hierzu ein Münster-

chen im Kasten). Mit dieser Reise verdient die ZBV, genauer dessen Vorstand, einmal mehr volle Anerkennung für ihre steten Bemühungen um sachliche Auseinandersetzung mit den Gegenwartsproblemen unserer Planung.

Adresse des Verfassers: H. U. Scherrer, dipl. Ing. ETH/SIA, Redaktor, «Schweizer Ingenieur und Architekt», Zürich.

Quellenverzeichnis

- [1] Brissy, Y., Les Villes Nouvelles – le rôle de l'Etat et des collectivités locales, Paris 1974
- [2] Pletsch, A., Die «Villes Nouvelles» in Frankreich, Geogr. Rundschau, GR 35(1983), H. 9
- [3] Diverse Planungsunterlagen der Villes Nouvelles, u.a. «Secrétariat Général des Villes Nouvelles»
- [4] Premier Ministre: La Région de l'île de France, 1976; Recensement de la Population 1981
- [5] Photos: R. Christ, dipl. Arch. ETH/SIA, H. B. Barbe, dipl. Ing. ETH/SIA und der Autor.

Das VAL-System in Lille

Ein neues unkonventionelles Verkehrsmittel

Von Hans B. Barbe, Zürich

Seit dem 16. Mai 1983 steht in der nordfranzösischen Stadt Lille das gegenwärtig wohl modernste öffentliche Verkehrsmittel der Welt im regelmässigen Einsatz: das vollständig automatisch operierende «VAL-System». Die Akzeptanz war von Anbeginn an überraschend hoch. Schon in den ersten elf Monaten wurden 15 Millionen Fahrgäste befördert – 30% mehr als vorher geschätzt. Die 124 Personen fassenden, aus je zwei Wagen bestehenden Zugseinheiten verkehren in Spitzenzeiten in Abständen von 1,4 Minuten, gegenwärtig auf einer Strecke von über 13 km Länge mit 18 Stationen.

Lille ist – will man der Statistik Glauben schenken – eine vergleichsweise kleine Stadt. Gerade 157 000 Einwohner gesteht ihr der Guide Michelin zu. Wie kommt eine so unbedeutende Ortschaft dazu, sich eines der originellsten und modernsten Verkehrssysteme der Welt zu leisten?

Métro für eine Grossregion

Wie auch in der Schweiz, sind die politischen Gemeindegrenzen in Frankreich historisch bedingt; sie sind in manchen Fällen von der Entwicklung weit zurückgelassen worden. So auch in Lille,

das heute nur noch die Kernstadt einer «Communauté Urbaine» darstellt, die nicht weniger als 86 Gemeinden mit insgesamt 1 060 000 Einwohnern auf 60 000 Hektaren umfasst. So betrachtet, handelt es sich also um eine Agglomeration, die sogar grösser ist als die grösste schweizerische Metropolitanregion – die Region Zürich und Umgebung mit 70 Gemeinden und rund 800 000 Einwohnern.

Die Métro soll für dieses grosse Einzugsgebiet das Rückgrat bilden und sozusagen als verkehrlicher Vorfluter wirken, der die Verkehrsströme verschiedener Zuflüsse sammelt. Hauptverknüpfungspunkt mit dem (noch) bestehenden, eingeschrumpften Strassenbahnsystem «Mongy», das ungefähr 30 Motorwagen betreibt, mit den Regionalbussen und natürlich mit den Hauptlinien der französischen Staatsbahnen SNCF ist die Station «Gares» (Bild 1). Viele Buslinien werden jedoch

auch zu peripheren Stationen der Métro geführt, wo zudem reichlich Abstellplätze für Personenwagen (Park and Ride) angeordnet sind.

All dies wäre nicht so besonders erwähnenswert, würde es sich bei der Métro von Lille nicht um eine Weltpremiere handeln: Das ganze Métro-System wird nämlich vollautomatisch betrieben! Dies erklärt auch den Namen des Systems: «V.A.L.» – «Véhicule Automatique Léger» – Automatischer Leichtzug. Dabei handelt es sich immerhin bereits um eine Streckenlänge von 13,3 km mit 18 Stationen (Bild 2); eine zweite Linie mit weiteren 18 Stationen und 12 km Länge befindet sich im Bau und soll 1989 in Betrieb genommen werden.

Zukunftstechnologie oder Jobkiller?

Es entbehrt nicht einer gewissen Ironie, dass das System VAL am 25. April 1983 durch Staatspräsident François Mitterand eröffnet wurde, und dies zudem noch mit sichtlichem Stolz. Erklärtes Ziel dieses Systems ist es nämlich, die Zahl der benötigten Arbeitskräfte zu minimalisieren, aus der Erkenntnis heraus, dass die Lohnkosten den weitestgehendsten Teil des Betriebsaufwandes jedes öffentlichen Verkehrsbetriebes konsumieren. Die sozialen Lasten, die

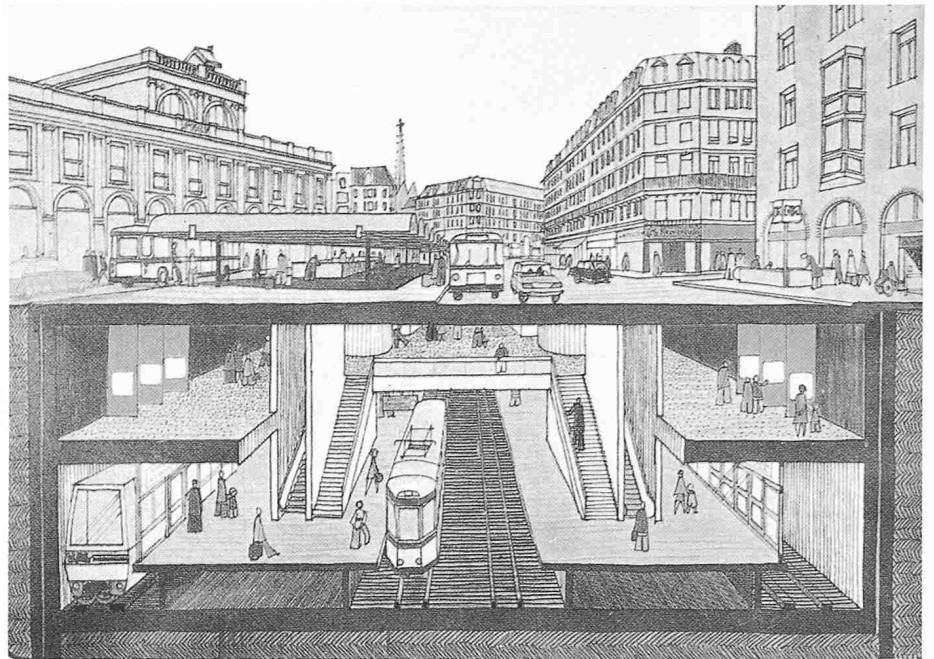
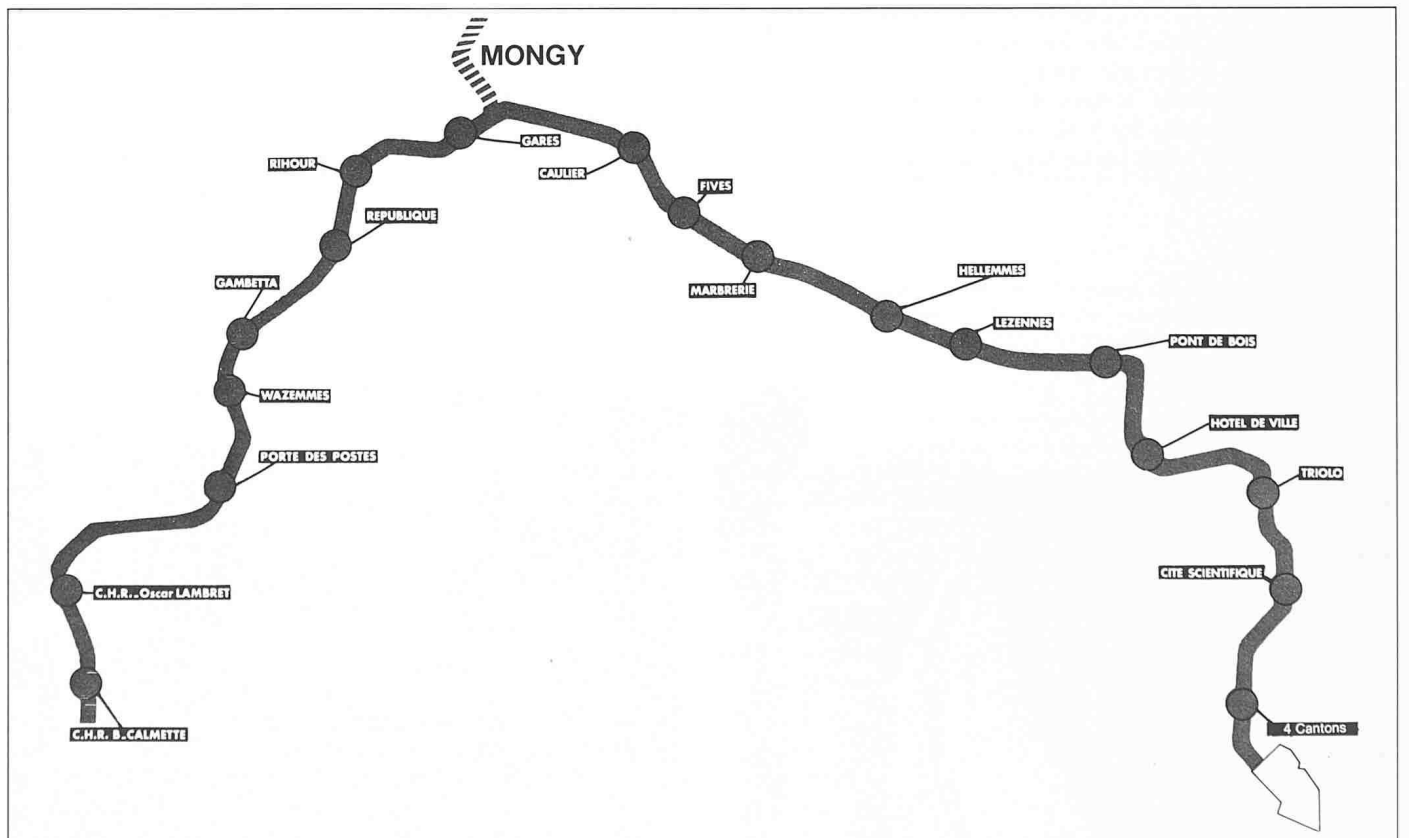


Bild 1. Die Haltestelle «Gares», zentraler Knoten- und Übergangspunkt unter dem Hauptbahnhof. Hier treffen sich die Métro (äussere Bahnsteige), das verbleibende Strassenbahnsystem «Mongy» (Mitte), die Staatsbahnen (oben links), Buslinien und Autocars (auf dem Bahnhofsvorplatz). (Quelle: Cométi)

jeder Arbeitgeber in Frankreich auf die Lohnsumme erbringen muss, haben gerade unter der sozialistischen Regierung Mitterands beträchtliche Ausmasse angenommen; dass nun ausgerechnet ein Betrieb der öffentlichen Hand sich dadurch zu einer derart weitreichenden Roboterisierung veranlasst sah und damit zu einem Jobkiller ersten

Ranges wurde, hätte dem Staatspräsidenten Anlass zu Nachdenklichkeit liefern können. Dies um so mehr, als die verbliebenen Arbeitsplätze teilweise wesentlich höher qualifiziertes Personal (wie etwa Computerfachleute) bedingen, wofür grosse Nachfrage besteht, während die erübrigten weniger qualifizierten Arbeitskräfte auf einen

Bild 2. Die bereits in Betrieb befindliche Linie 1 misst 13,3 km und weist 18 Stationen auf. Beim östlichen Endpunkt «Quatre Cantons» befindet sich auch der Betriebshof. Eine zweite Linie mit 12 km Länge und weiteren 18 Stationen ist in vollem Bau und soll 1989 eröffnet werden. (Quelle Cométi)



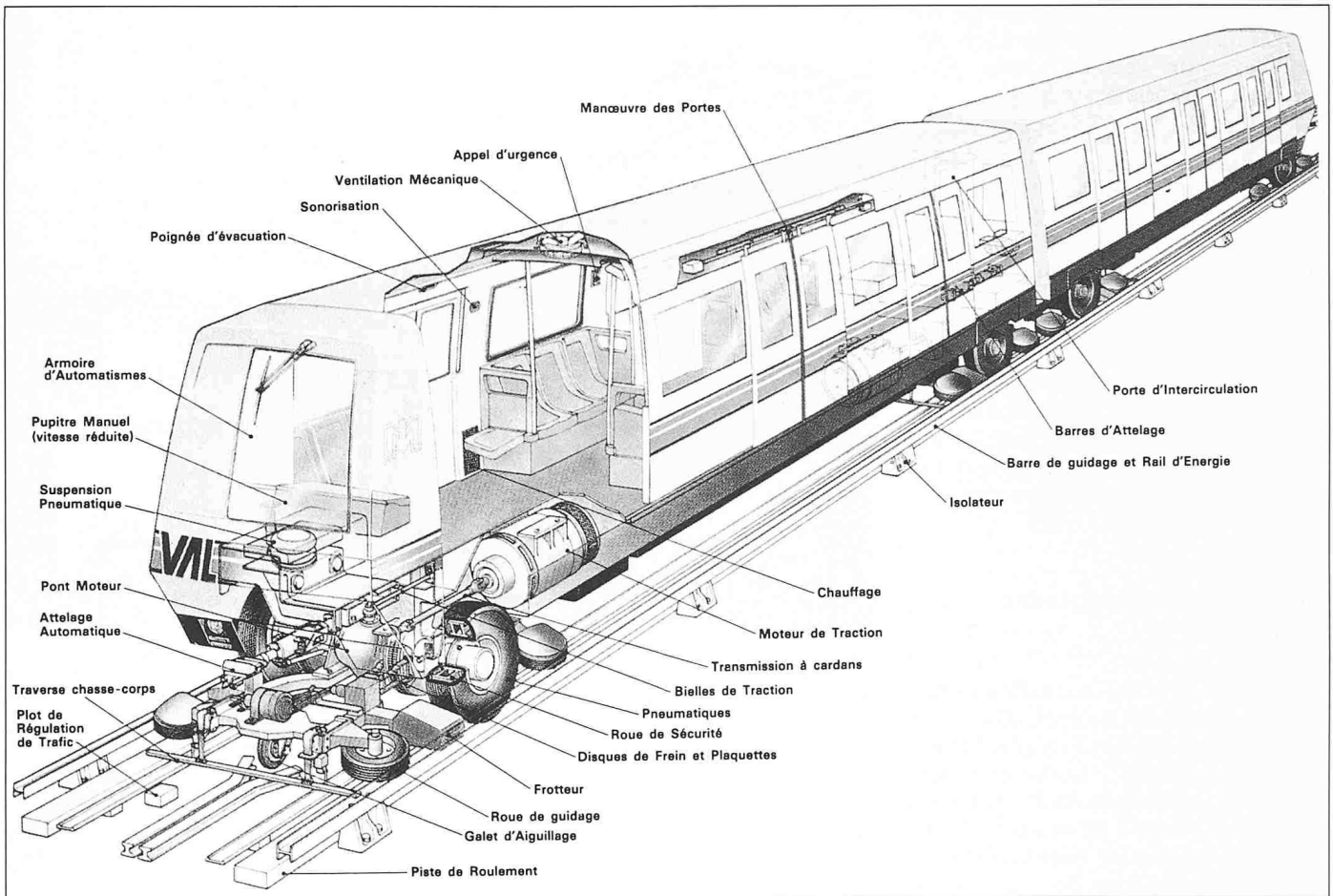


Bild 3. Das Rollmaterial besteht aus Zügen zu je zwei permanent zusammengekuppelten Triebwageneinheiten. Jede Achse ist einzeln angetrieben. Die Orientierung der Fahrzeuge im System bleibt immer gleich, d. h. es gibt eine «östliche» und eine «westliche» Fahrzeugeinheit. Auch bei Ausfall von 3 der 4 Antriebsmotoren bleibt der Zug noch voll manövrierfähig. (Quelle: Comélli)

Angebotsmarkt mit über zehn Millionen Arbeitslosen stossen und deshalb oft Mühe haben dürften, einen anderen Arbeitsplatz zu finden. Zur Entlastung von Präsident Mitterrand muss allerdings gerechterweise festgestellt werden, dass die Planung des VAL-Systems auf das Jahr 1970 zurückgeht, lange vor seinem Amtsantritt.

Am 24. April 1970 wurde nämlich von der Agglomération Lille (Communauté Urbaine de Lille) der Beschluss gefasst, ein solches System für einen internationalen Wettbewerb auszuschreiben. Den Zuschlag erhielt 1971 die französische Gruppe MATRA, und schon 1973 wurden erste Fahrversuche unternommen. Damals bestand auch noch die Auffas-

sung, das System als Kreisbetrieb, also beispielsweise mit Endschlaufen, zu konzipieren, wobei die Fahrzeuge immer in der gleichen Fahrtrichtung verkehren würden (ähnlich wie unsere Strassenbahnzüge). Die Versuche liessen dann aber rasch erkennen, dass ein reversibler Betrieb, wie er heute in der Praxis besteht, vorzuziehen sei.

Bild 4. Betriebshof beim Endpunkt «Quatre Cantons». Deutlich sind die Tragbalken und die Seitenführungen erkennbar. Wo letztere unterbrochen werden müssen, übernimmt eine mittlere Leitschiene mit Hilfe eines am Fahrzeug angebrachten Lenkzapfens die Seitenkontrolle. (Bild: Verfasser)

Bild 5. Der Bahnsteig ist vollständig vom Lichtraumprofil der Métro abgetrennt. Zugang zu den Fahrzeugen besteht nur an vorgegebenen Stellen, wobei sich die Bahnsteig- und Fahrzeugtüren gleichzeitig öffnen und schliessen - im Prinzip wie bei einem Lift. (Bild: Verfasser)



Die folgenden Jahre galten dem Kampf um die Finanzierung; die letzten Zusicherungen für Subventionen des Transportministeriums gingen erst 1980 ein. Anschliessend wurde der Bau jedoch rasch vorangetrieben. Seit dem 16. Mai 1983 stehen die vorderhand 38 Zweiwagen-Kompositionen im betriebsmässigen Einsatz, zunächst auf einer Teilstrecke von 9,5 km Länge und seit dem 2. Mai 1984 auf der Gesamtstrecke «Quatre Cantons» bis zum «Centre Hospitalier Régional» (C.H.R.).

Die wichtigsten technischen Merkmale sind im Kästchen wiedergegeben. Der Antrieb erfolgt über acht pneubereifte Räder, die Seitenführung mittels 16 Leiträdern, ebenfalls gummibereift (Bild 3). Im Gegensatz zur Pneu-Méto in Paris sind beim System VAL jedoch keine Notschienen mehr vorhanden. Allfällige Druckverluste in den Reifen werden automatisch der Zentrale gemeldet und führen dazu, dass die Einheit an der nächsten Endstation aus dem Verkehr gezogen wird. Plötzliche Druckverluste, die ein Aufsitzen auf eine Schiene bedingen würden, haben sich nach den Erfahrungen in Paris nie ergeben, weshalb auf diese zusätzliche Sicherheitsmassnahme in Lille verzichtet wurde.

Die Züge verkehren während 20 Stunden am Tag, und zwar normalerweise in Abständen von 5 Minuten, in der Spitzenzeit sogar mit Intervallen von nur noch 1,4 Minuten. Während eines Festes wurde der Betrieb aber auch schon ohne Unterbrechung über 44 Stunden mit Kadenzen bis herab zu einer Minute aufrechterhalten.

Voraussetzung hierzu ist eine zuverlässige Automatik. In dieser Hinsicht ist die durch die Diskussion um die Finanzierung verlorene Zeit vielleicht von unschätzbarem Nutzen gewesen. Denn in den späteren 70er Jahren machte die Technik der Mikroprozessoren derartige Fortschritte, dass die ursprüngliche Technologie von 1974 zehn Jahre später hoffnungslos überaltert gewesen wäre. Der problemlose Betrieb, den man heute feststellen kann, ist wohl weitgehend der Nutzung der gewaltigen Entwicklung zuzuschreiben, die in dieser Periode vor sich ging. Dennoch ist das Steuerungs- und Sicherheitssystem wesentlich einfacher, als man es sich vielleicht vorstellen würde.

Ein horizontaler Lift

Zu unterscheiden ist zwischen fahrzeug- und streckengebundenen Meldestellen. Im Fahrzeug finden sich insbesondere Sensoren zur Gewichtsmes-

sung, die dazu führen, dass der Ein- und Ausstieg absolut zentimetergenau höhengleich gewährleistet ist. Auch die Kontrolle der Türschliessung erfolgt im Fahrzeug, das zudem mit einer Lautsprecheranlage und einem Notruftelefon mit der Betriebszentrale verbunden ist.

Die meisten anderen Funktionen werden jedoch von fest installierten Sensoren auf den Stationen und entlang der Strecke übernommen. Achttausend Messpunkte überwachen die Bewegungen der Fahrzeuge, beeinflussen die Geschwindigkeit der Züge und geben der Zentrale laufend Auskunft über den Standort der ganzen Betriebsflotte. Der Ausfall eines Sensorpunktes lässt sich deshalb ohne weiteres absorbieren. Mit Video-Kameras werden im übrigen die Bahnsteige, die Rolltreppen, die Vorhallen und andere strategische Publikumsplätze überwacht.

Am Endpunkt der Strecke ändert der Wagen seine Fahrtrichtung und wird über eine – ebenfalls automatisch aktivierte – Weiche auf die Gegenseite verschoben. Die Orientierung der Fahrzeuge im (linearen) System bleibt deshalb immer der gleiche, was eine einfache Steuerung mit Hilfe des Gleichstromantriebes ermöglicht, dafür aber beidseitige Türen bedingt. Im wesentlichen gleicht die Technologie der Stationswahl, des Anhaltens und der Wiederaufnahme der Fahrbereitschaft den Einrichtungen, die sich in jedem Aufzug finden; das System VAL stellt also nichts anderes dar, als einen horizontalen Lift, wie er schon 1973 in der Schweizerischen Bauzeitung, Heft 3 («Das Biel-O-Bil») vorgeschlagen wurde.

Ein Streckenblock im bisherigen Sinn besteht nicht. Ein Fahrzeug kann durchaus auf seinen Vorläufer auffahren, doch wird die Geschwindigkeit bei der Annäherung entsprechend verlangsamt. Bleibt demnach eine Einheit wegen Ausfalls aller vier Motoren (auch ein einziger Motor genügt noch, um das Fahrzeug betriebssicher bis zur Endstation zu bewegen) auf der Strecke liegen, so wird es selbsttätig und ohne Eingreifen der Zentrale vom Nachläufer weitergestossen, wobei sogar die nächste Station normal bedient wird, um die Räumung des havarierten Fahrzeuges zu ermöglichen.

Eine Zentrale dient der Kontrolle des ganzen Systems. Sie befindet sich bei der Endhaltestelle Quatre Cantons und wird von einer Betriebswerkstätte flankiert (Bild 4). Aufgabe der Zentrale ist vorwiegend die Ueberwachung des Betriebsablaufes, nicht etwa die Steuerung der Zugsbewegungen, ausser in Not- und Pannenfällen. Insgesamt kommt

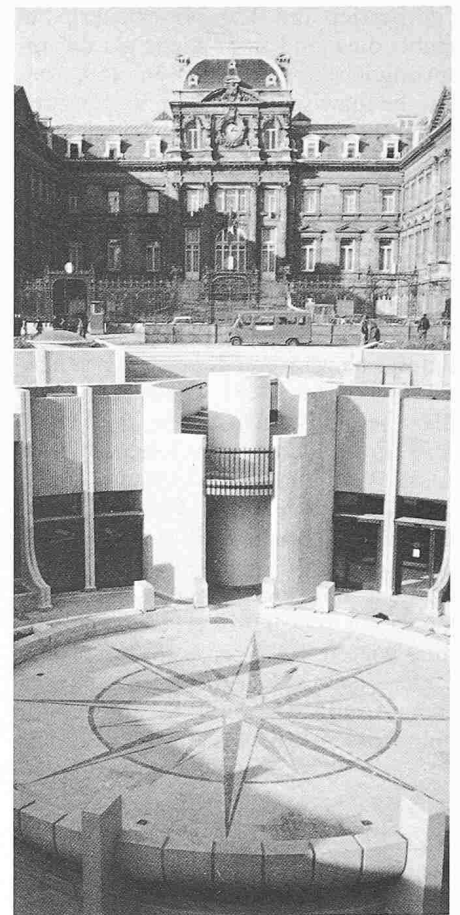


Bild 6. Die Station «République» ist ein besonders eindruckliches Beispiel für den Einbezug bestehender Einrichtungen und Bauwerke. Die kraterförmige Vertiefung übernimmt die Struktur des Forums im Hintergrund und ermöglicht es gleichzeitig, die unterirdische Halle mit Tageslicht zu versehen. (Quelle: Coméli)

Bild 7. Mit nur 2,06 m Lichtraumbreite ist das Rollmaterial des VAL auch optisch recht schmal. Obwohl pro Wageneinheit 32 Sitzplätze angeordnet sind, zieht man es bei einigem Andrang schon vor, zu stehen – Ergebnis einer in Anbetracht der sonst so grosszügigen und unkonventionellen Konzeption nicht ganz verständlichen Sparsamkeitsanwendung. (Bild: Verfasser)



der Betrieb mit 170 Mitarbeitern zu recht; dies sind zwar mehr als die ursprünglich angenommenen 150, was auf die inzwischen erfolgte Verkürzung der Arbeitszeit von 42 1/2 Stunden auf 38 Stunden pro Woche zurückzuführen ist, aber immer noch erheblich weniger als bei einem konventionellen Betrieb (z.B. benötigt die Métro Lyon auf der Linie 1 mit 8,1 km Streckenlänge 320 Mitarbeiter, davon alleine nahezu 3 Wagenführer pro Zugseinheit). So beliefen sich während des ersten Betriebsjahres (16. Mai – 31. Dezember 1983) die Gesamtbetriebskosten auf 36,23 Mio. Francs; davon entfielen lediglich 13,61 Mio. Francs (= 37,6%) auf Löhne und Gehälter. Dieses Verhältnis soll mit der zunehmenden Erweiterung des Streckennetzes eher noch günstiger werden, wird doch der Personalbedarf kaum im gleichen Verhältnis zunehmen wie die Zahl der beförderten Passagiere, da die «Kernbelegschaft» (Zentrale, Administration, PR u.ä.) auch für eine grössere Strecke genügt.

Die Haltestellen

Die Stationen sind so ausgelegt, dass später auch Vierwagen-Kompositionen eingesetzt werden können. Da die Bahnsteige mit Glastüren, die sich nur gemeinsam mit den Türen der Fahrzeuge öffnen, gegen das Lichtraumprofil abgesichert sind, ist die Möglichkeit von Unfällen wie auch von Suizid praktisch ausgeschlossen (Bild 5). Soweit der Stationsraum infolge der heute noch verwendeten Kurzkompositionen nicht benötigt wird, ist er ebenfalls mit Trennwänden abgesichert. Die Stationen werden mit Videokameras besonders intensiv überwacht, und jeder Unfug wird direkt als Störmeldung an die Zentrale bekanntgegeben. Mit berechtigtem Stolz verweist man denn auch darauf, dass in bisher drei Betriebsjahren kein einziger mit dem automatischen Betrieb im Zusammenhang stehender Unfall festzustellen war, obwohl durchaus einige Zwischenfälle zu verzeichnen waren, wie sie bei jeder öffentlichen Einrichtung dieser Art auftreten (etwa Stürze auf Rolltreppen).

Besonderes Gewicht wurde auf eine ansprechende Ausgestaltung sowohl des

Rollmaterials als auch der Stationen gelegt. Jede Station wurde individuell und von einem eigenen Architekten ausgestaltet. Der Bildhauer Scrive hat der Station «Gares» ein modernistisches, aber ansprechendes Bild verliehen; demgegenüber wird bei der Station «République» das Museum – in der Nähe befindet sich das Palais des Beaux Arts – bis in die Métro hinab einbezogen (Bild 6). Andere Stationen – so etwa «Fives» – sind eher poppig ausgestaltet, während «Pont de bois» einem Glashauss gleichet. Interessanterweise sind um so weniger Beschädigungen festzustellen, je aufwendiger eine Station ausgestaltet ist. Den auch in Lille leider nicht unbekanntem Sprayern wird die Freude am Handwerk insofern vergällt, als alle erreichbaren Flächen versiegelt sind und rasch wieder gereinigt werden (Graffiti sind im Normalfall innert zwei Stunden nach der Entdeckung wieder entfernt), so dass keine bleibenden Monumente verworrener Weltanschauungen entstehen. Immerhin wird aber tröstlicherweise übereinstimmend festgestellt, dass Vandalismus im Métro-System in Lille bisher noch kein Problem sei. Auch Belästigungen der Passagiere sind bisher ausgeblieben, und die Fahrgäste fühlen sich gemäss einer Umfrage zu 94% «durchaus sicher».

Mängel

Diese Ausführungen sollen nicht den Eindruck erwecken, dass das neue Métro-System VAL überhaupt keine Probleme dargeboten habe. So waren beispielsweise Betriebsunterbrüche bis zu einer Stunde am Anfang vereinzelt nicht zu vermeiden, und die dem Schneefall und der Eisbildung ausgesetzten offenen Strecken bedingen intensiven Unterhalt und geben immer noch Anlass zu Schwierigkeiten.

Als besonders ins Auge fallende Nachteile für den Benutzer sind vornehmlich die totale Automatisierung und das etwas schmalbrüstige Rollmaterial zu erwähnen. Nicht einmal an der Nabe des ganzen Systems, der Station «Gares», ist eine Auskunftsperson auffindbar, und wer – etwa als Ausländer aus dem benachbarten Belgien – ohne

Kleingeld hier eintrifft, hat keine Chance, dem Automaten ein Billet zu entlocken oder irgendeine Auskunft zu erhalten. Die mit 2,06 m sehr knapp bemessene Breite des Rollmaterials – das Zürcher Tram bringt es da schon auf 2,20 m – wird mit dem Bestreben erklärt, die Baukosten für Tunnel und Viadukte möglichst gering zu halten.

Vielleicht mag hier aber eine gewisse Angst vor dem eigenen Mut mitgespielt haben; die Mehrkosten für ein etwas geräumigeres Profil sind ja erfahrungsgemäss, verglichen mit der ohnehin notwendigen Grundausrüstung, eher gering. Da die Tunnelstrecken jetzt für das Lichtraumprofil massgebend sind, ist eine spätere Erweiterung ohne unverhältnismässige Mehrkosten kaum mehr möglich. Es ist verständlich, dass das schmale Rollmaterial unter diesen Umständen in erster Linie für Stehplätze konzipiert werden musste (Bild 7), was sicherlich nicht im Zuge der Bemühungen liegt, den öffentlichen Verkehr attraktiver zu gestalten. Eine zu kleintüchtige Grundkonzeption mag hier und da wohl kurzfristig Probleme entschärfen, schafft aber dafür langfristig oft andere.

Dennoch ist dieses Konzept zweifelsohne richtungsweisend und zukunftssträchtig. Nicht zuletzt dürfte das VAL-System ein gutes Anschauungsobjekt für den Export französischen Know-hows abgeben.

Adresse des Verfassers: Hans B. Barbe, dipl. Ing. ETH/SIA, Techn. Leiter der Regionalplanung Zürich und Umgebung (RZU), Seefeldstrasse 329, 8008 Zürich.

Die wichtigsten Kennzahlen für das Rollmaterial

Länge der Zweiwageneinheit	26 m
Breite	2,06 m
Höhe	3,25 m
Sitzplätze	68
Plätze insgesamt (inkl. Sitzplätze)	124
Maximale Belastung	208 Pers.
Leergewicht	30 t
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h
mittlere Reisegeschwindigkeit (inkl. Stationsaufenthalte)	36 km/h
Maximale Steigung	7%
Antrieb: 4 Gleichstrommotoren zu je 120 kW (je einer pro Achse)	480 kW