



Dipl.- Ing. ETHZ Harry Hondius, Beaufays/Belgien

Neue Straßenbahn für Mulhouse

Stadt erwartet wirtschaftliche Impulse von neuer Tram

Mulhouse (deutsch: Mülhausen), früher ein wichtiges Textilzentrum im Elsaß, ist mit 112 000 Einwohnern Kern einer Agglomeration, die 235 000 Einwohner zählt. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden bei der Beseitigung der Kriegsschäden die Ost-West- und Nord-Süd-Straßenachsen verbreitert, um den Zugang in die Innenstadt für das Auto zu erleichtern. Inzwischen gibt es um Mulhouse herum ein Netz von Autobahnen. Ende der 1990er-Jahre stellten die Verantwortlichen der Stadt fest, dass diese zwar mit Pkw überflutet ist, wirtschaftlich aber an Bedeutung verliert. Man suchte daher nach einer starken Medizin, um die Talfahrt der Wirtschaft zu stoppen.

Breite Zustimmung für die neue Bahn

Freiburg im Breisgau, Strasbourg und Nantes waren für Mulhouse Vorbilder einer erfolgreichen Belebung der Innenstadt in Zusammenhang mit der Erweiterung oder der Neuverlegung von Straßenbahnen. Man meinte, dass die Tram dazu einen wichtigen Beitrag liefern könnte. Mit fast allgemeiner Zustimmung wurde 1999 beschlossen, in einer ersten Phase ein Tramnetz (Abb. 1) von 12,2 km

Länge, bestehend aus einer 7 km langen Ost-West-Linie 2 von Coteaux (Abb. 2) über Université (Abb. 12), Porte Jeune Europe (Abb. 3) nach Nouveau Bassin, und einer 5 km langen Nord-Süd-Verbindung, SL 1, von Gare Centrale (Abb. 4) über Porte Jeune Europe nach Rattachement, zu errichten: und zwar vollständig auf eigenem Bahnkörper und mit Vorfahrt an den Ampelanlagen, also fast überall zu Lasten des Autoverkehrs, dem bis dahin die Straßen nahezu ausschließlich zur Verfügung standen. Hierzu wurden bemerkenswerter Weise Straßenzüge mit 2 x 3 Fahrstreifen in solche mit je einer Richtungsfahrbahn reduziert.

Gleichzeitig wird das Zentrum architektonisch aufgewertet (Abb. 5). 2008 wird am zentral gelegenen Platz Porte Jeune (Abb. 3) dort, wo zuvor ein Busbahnhof war, ein neues Einkaufszentrum gebaut mit dem Ziel, das Herz der Stadt zu dynamisieren. Coteaux, ein fast geschlossenes Gebiet mit Hochhäusern, das von den Bussen umfahren wurde, wird nun von der Tram durchschnitten (Abb. 2). Bei Nouveau Bassin wird ein neues Wohnquartier entstehen. 2007 wird Paris durch den TGV-Est von Mulhouse in drei Stunden und zehn Minuten zu erreichen sein. Man erwartet, dass das Bahnhofsquartier dadurch starke Wirtschaftsimpulse erhal-



DER AUTOR

Dipl.-Ing. ETHZ Harry Hondius (72), Beaufays (Belgien), ist unabhängiger Berater und Publizist auf dem Gebiet der Nahverkehrs- und Eisenbahntechnik. Nach Beschäftigungen bei der Rheinbahn in Düsseldorf und der GVBA, bei Beijnes Wagons, Krauss Maffei und BBC arbeitete er von 1959 bis 1961 in der Diesellokomotivabteilung der Sulzer AG, Winterthur. 1962 bis 1979 folgte eine Karriere im Energiebereich in den Niederlanden, die bis zur Funktion des Direktors der Neubauabteilung der N.V. Nederlandse Gasunie führte. Daran anschließend war der Autor bis 1988 Generaldirektor der Internationalen Franki-(phal) Gesellschaft, Lüttich.

ten wird. Für 2011 erhofft man sich die Eröffnung des TGV Rhin-Rhône, die eine zusätzliche Dynamik bringen sollte.

Von 1894 bis 1956 gab es meterspurige Straßenbahnen in Mulhouse und Umgebung so nach Dornach, Lutterbach (SL 1) und Pfastatt. Ab 1932 wurden die Linien nach Ensisheim (SL11) und Battenheim (SL12) elektrifiziert. Die Tramways de Mulhouse beschafften 1931 fünf Satramo, genietete stählerne Zweiaxtriebswagen (Abb. 6), Nr. 258–262, die von De Dietrich in Reichshoffen gebaut wurden. Sie maßen 10,4 m Länge bei 2,2 m Breite und wogen 10,8 t. Dazu gesellten sich für die neu elektrifizierten Überlandlinien, die Vierachtriebswagen 280–283 (Abb. 7) mit 13,78 x 2,45 m Länge und Breite. Von 1946 bis 1967 ersetzen 21 Vetra-Trolleybusse die verbliebenen Straßenbahnlinien 1 und 2. Ab 1967 waren die TM ein reiner Dieseldieselbusbetrieb.

Organisation und Bau

Soléa ist heute der ÖPNV-Betreiber in Mulhouse, 60 Prozent sind in den Händen von Sitram, je 20 Prozent gehören der RATP, Paris, die auch technische Assistenz verschafft, und Transdev. Es werden 475 Menschen beschäftigt, darunter 300 Fahrer, die mit 45 Gelenk- und 99 Standardbussen, teilweise nie-

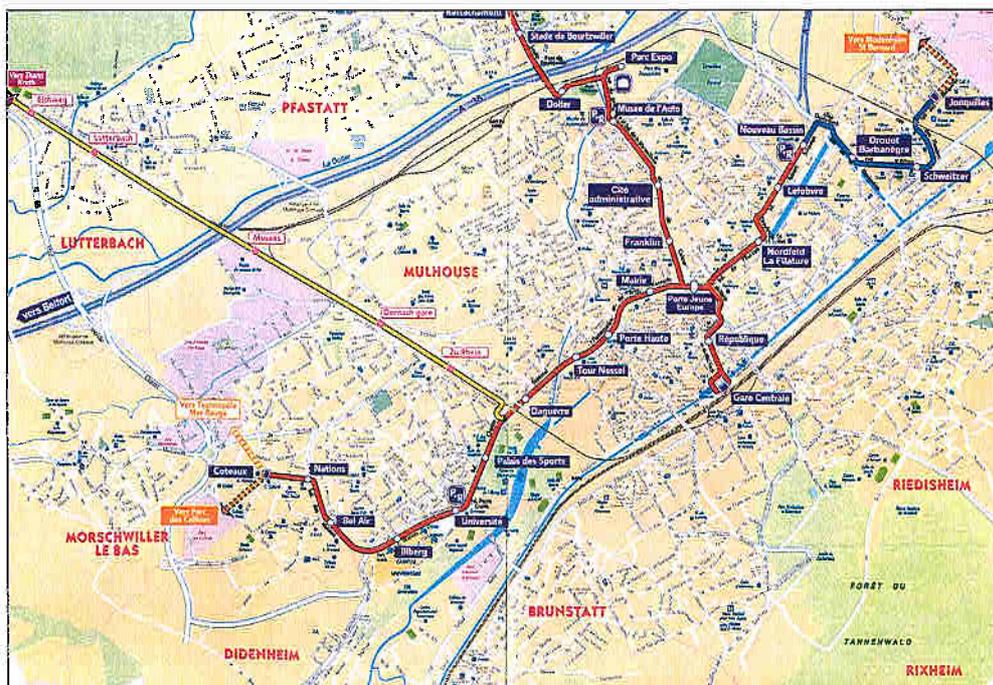


Abb. 1: Erste Phase der Tram in Mulhouse mit Tram-Train nach Lutterbach-Thann Nord



Die Kosten der ersten Phase des Projekts Tabelle 1

	Budget	Ausführung
Ausgaben	Mio. €	Mio. €
Engineering und Aufsicht	37	46
Landankäufe	7	2
Verlegung von Leitungen usw.	1	-
20 Trams	44	49
Betriebshof und Werkstatt	18	13
Straßenbauten, Änderungen der Stadtstruktur	58	61
Straßenbahnstrecke	53	53
Energieversorgung	31	24
Total	249	248

Die Finanzierung Tabelle 2

Geldquellen	Mio. €
Beiträge vom:	
Staat	2
EU	1,5
Département Haut-Rhin	10,5
Région Alsace	6,5
Total	41,5
Finanzierung durch Sitram	
Kapital	24,4
Leasing von 20 Trams	49
Anleihen	134,2
Total	207,6
Totale Finanzierung	249,1

derflurig, 24 Linien mit einer Länge von 230 km bedienen, 7 km davon auf eigener Trasse. Mit einer Leistung von 6 Mio Buskilometern beförderte Soléa in 2005 20 Mio Fahrgäste. Die Kostendeckung aus dem Verkauf von Fahrscheinen et cetera beläuft sich auf 33 Prozent.

Sitram (Syndicat Intercommunal des Transports de l'Agglomération Mulhousienne) umfasst 24 Gemeinden und ist der Aufgabenträger für den ÖPNV. Soléa erhielt die Konzession für die Zeit von 2003 bis 2009. Der Fuhrpark und die Infrastruktur gehören Sitram, in der alle Gemeinden aus der Agglomeration im Verwaltungsrat vertreten sind. Unter der dynamischen Führung von Jean-Marie Bockel, Bürgermeister von Mulhouse und Senator Haut-Rhin, der Vorsitzende der Sitram, wurde die Tramplanung mit 38 zu 3 Stimmen gutgeheißen, gerade noch bevor der französische Staat den Förderhahn für Straßenbahnprojekte zudrehte. Er behielt aber doch noch 28 Mio Euro, auf die Mulhouse auf Grund früherer Gespräche hoffte, in seinen Koffern. Das Projekt wurde 1998 lanciert, der prinzipielle Entscheid fiel 1999, die Studien begannen 2001 an und die Déclaration d'utilité publique (die Erklärung des allgemeinen Nutzens) wurde im Februar 2002 gegeben.

2003 begann der eigentliche Bau. Sitram hat nur einen kleinen Stab unter der Führung von Laurent Kammerer, weshalb zuerst die SERM, Société d'équipement de la Région Mulhousienne, mit der Führung des Projekts betruet wurde. SERM ist im Eigentum der Stadt Mulhouse und der Banque Caisse de Dépôts und beschäftigt sich seit 1991 mit der Modernisierung der Stadt über sich selber

finanzierende Projekte. Sitram bleibt der Besteller, Systra (je 36 Prozent SNCF und RATP) wurde der technische Consultant, Alstom der Hersteller der Wagen. Yves Laurin war von 2000 bis 2003 Projektmanager und wurde 2003 auch Direktor der Soléa.

Sitram hat als Haupteinnahmequelle das versement transports, eine Steuer in Höhe von maximal acht Prozent der Gehälter, die Unternehmen und Verwaltungen mit mehr als 20 Arbeitnehmern zahlen. Die Steuer dient als Basis für die Subventionen und Investitionen im ÖPNV. In 2000 war Sitrams finanzielle Basis sehr stark, man hatte genügend Kapazität, Geld zu leihen und konnte das Tramprojekt zügig starten. Die BEI, Luxemburg, trat als führende Bank für die gesamte Finanzierung auf.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Budgets ausgeführt. Es gelang Sitram, dank der Unterstützung der BEI, rechtzeitig ein Leasing mit der Groupe Société Générale für einen Betrag von 62,5 Mio Euro zu regeln, so dass 20+7 (zweite Phase) Bahnen gleichzeitig bestellt werden konnten, zu Bedingungen, die insgesamt für die Sitram günstiger waren.

Die Straßenbahntrasse erfordert eine Breite von 6,5 bis 7,5 m. Das System verwendet, wie in Frankreich üblich, integrale Rillenschienen, diesmal R591 N, auch auf den freiliegenden Strecken. Rillenschienen sind verschmutzungsempfindlicher, schwerer und teurer als Vignol-Schienen. Sie sind mittels Federklemmen auf Betonschwellen befestigt, die ihrerseits in einer 30 cm Betonschicht eingebettet sind. Diese Schicht ruht wiederum auf einer zweiten 30 cm Betonschicht.

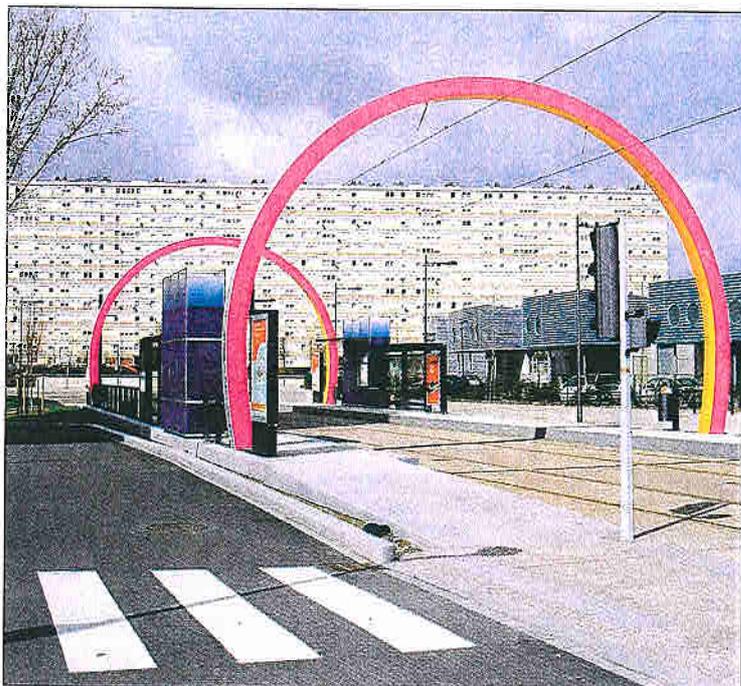


Abb. 2: Haltestelle Nations, im Hintergrund die Hochhäuser (HLM) des Quartiers Coteau

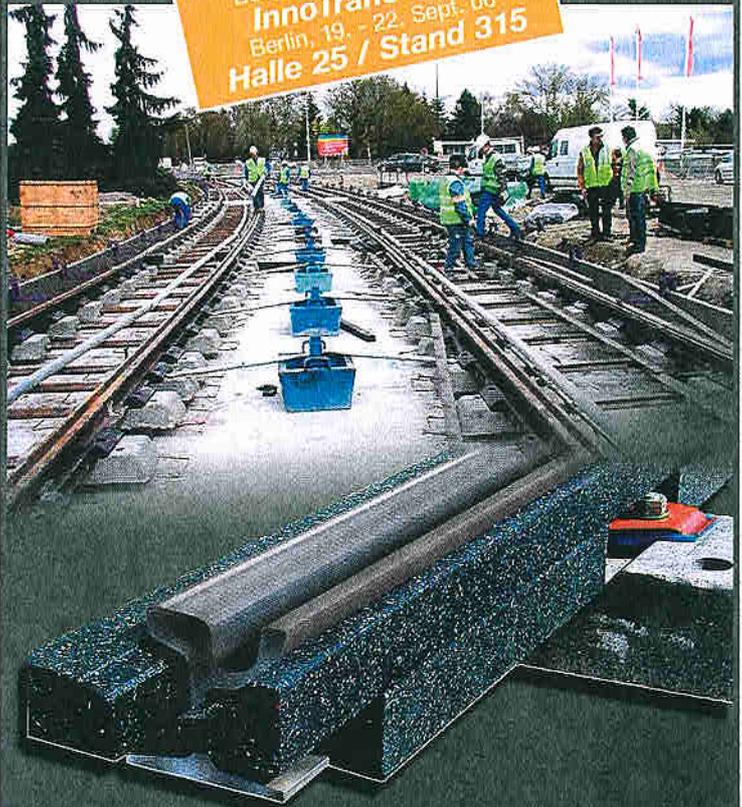


Abb. 3: Versuchsfahrten an der Porte Jeune. Auf der Avenue de Colmar und auf dem Platz selber steht nur ein Fahrstreifen zur Verfügung.



- SEDRAPUR® Kammerfüllelemente
- Schwingungsdämpfungssystem SEDRA SDS®
- Bitumenhaltiger Schienenunterguss mit SEDRAFER® C
- Elastisch-plastischer Schienenfugenverguss mit SEDRAFER® EL
- Schienenfugensanierung nach SEDRA® BASEL-System
- Maschineller Polyurethan-Untergruss für Schiene und Stützpunkte
- Verschiedene SEDRA®-Rasengleislösungen
- SEDRAPUR® Unterschottermatten
- SEDRAPUR®-ISO Spurstangen
- SEDRAPUR® Fußgängerübergang für Straßenbahngleise
- SEDRA® α-Lager, die Problemlösung bei tiefrequenten Schwingungen

Besuchen Sie uns auf der
InnoTrans 2006
Berlin, 19. - 22. Sept. 06
Halle 25 / Stand 315



Diese elastischen SEDRAPUR® Kammerfüllelemente zur elektrischen Schienenisolation und zur Körperschallreduzierung wurden an die Straßenbahn in Mulhouse geliefert

SEDRA GMBH

G E G R Ü N D E T 1 8 8 5

Rheingastr. 77 • D-65203 Wiesbaden
Telefon +49 (0) 611/92801-0 • Fax +49 (0) 611/9280115
E-mail: office@sedra-wiesbaden.com
Internet: www.sedra-wiesbaden.com

Qualitäts-Zertifikat nach DIN ISO 9001/EN 29001

ANZEIGE



Abb. 4: Vor dem Hauptbahnhof befährt die Bahn eine Schleife um den Platz herum.



Abb. 5: Avenue Foch, die die Gare Centrale mit Porte Jeune Europe, dem Herzen der Stadt, verbindet

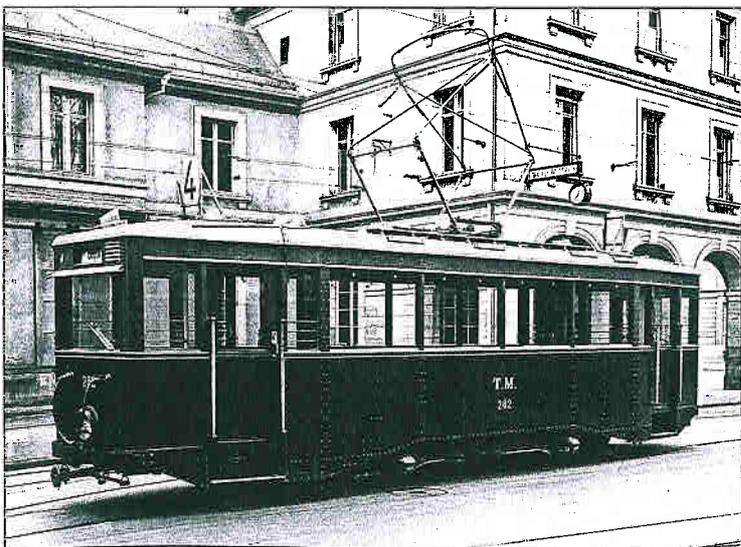


Abb. 6: Satramo-Zweiachs-Triebwagen aus 1931 in der Rue de Metz, wo auch jetzt wieder die Bahn fährt. (Foto Sitram)



BETRIEB

Abb. 8: Betriebshof und Haltestelle Expo. Auch hier liegt ein Rillengleis; das Ganze wird mit Erde und Gras gefüllt werden



Abb. 7: Satramo-Vierachser auf der damals modernen Überlandlinie 11 (Foto: Sitram)

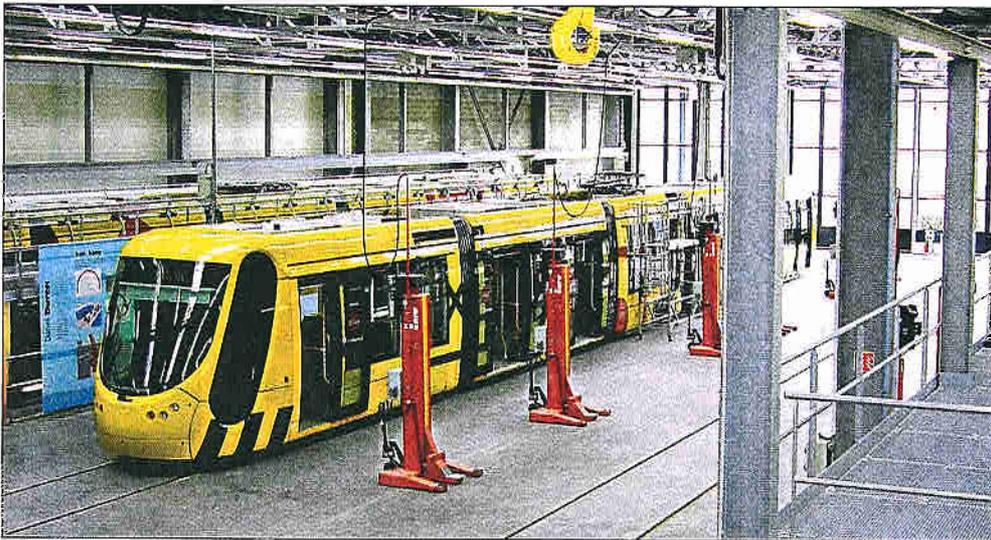
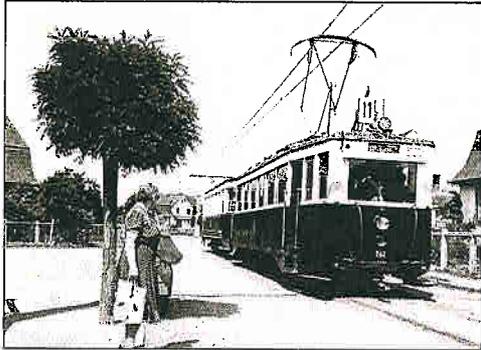


Abb. 9: Blick in die Werkstatt

Die Federklemmen sind mit Kunststoff verkleidet und das Ganze mit Gras oder Natursteinen abdeckt (Abb. 8). In der Innenstadt werden zur Begrenzung der Übertragung des Körperschalls Kunststoff-Kammerfüllelemente gebraucht.

Die einfache, elastisch aufgehängte Delachaux-Fahrleitung, Querschnitt 150 mm², ist gewichts- oder federnachgespannt. Die wohl sehr robusten I-Masten tragen das Ganze. Es gibt fünf Unterwerke mit einer Leistung von je 900 kVA und drei mit einer solchen von 1500 kVA. Alle Weichen wurden von Vossloh Cogifer geliefert und werden von einem zentralen Leitposten im Betriebshof bedient. Der Eingang des Betriebshofs liegt neben der Expo und kann als Haltestelle für die Expo verwendet werden (Abb. 8). Die Werkstatt (Abb. 9) besteht aus sieben Gleisen, drei mit Arbeitsgruben und drei als Hochstand. Man beschaffte eine Sculptor-Unterflurdrehbank.



Abb. 11: Citadis 302. Die Podeste zwischen und vor den Sitzen sind auf den Fahrwerken platziert.

Abb. 10: Freiluft-Aufstellung für 27 Citadis und später 12 Avantos



Abb. 12: Rue Werner mit Haltestelle Université mit P+R-Einrichtung



Abb. 13: Rond Point G. Stricker, Bd. Charles Stoessel. Hier wurden 3 x 3 Streifen durch 2 x 1 Streifen, eine breite Tramtrasse und breite Fahrrad- und Fußgängerwege ersetzt. Im Hintergrund die Eisenbahn Mulhouse-Strasbourg, vorn der künftige Tram-Train-Anschluss.

Die Trams sind im Freien abgestellt (Abb. 10). Für den Trambetrieb stellte man fünf Disponenten, zwei Aufsichtsbeamte und 18 Mitarbeiter für die Werkstatt sowie zwei Telematiker ein. 80 Busfahrer wurden zu Tramfahrern umgeschult.

Wie fast immer in Frankreich wurde Design groß geschrieben. Der spanische Architekt Can Peret entwarf die Frontpartie und die Farben der Bahnen, nachdem das Publikum seine Meinung äußern konnte. Daniel Buren zeichnet verantwortlich für die Haltestellen der Ost-West-Linie 2, auf der jede Haltestelle ihren eigenen Farbbogen (Abb. 2, 12), an dem auch die Fahrleitung aufgehängt ist, aufweist. Tobias Rehberger entwarf die Haltestellen der Nord-Süd-Linie 1.

Fahrzeuge und Betrieb

Alstom lieferte 2005 27 Zweirichtungs-Niederflurtrams des Typs Citadis 302. Sie messen 32,5 x 2,65 m, haben vier Motoren mit je 120 kW Leistung, wiegen 40 t, entsprechend 471 kg/m², und können 231 Personen befördern, davon 56 auf Sitzen (Abb. 11). Die klimatisierten Bahnen sind mit einer Spurkranzschmierung ausgestattet. Die Höhe der Bahnsteige beträgt 320 mm, die Bahnen selber haben eine Einstiegshöhe von 350 mm und der Eingang ist so gestaltet, das nur ein 35 mm großer Spalt zwischen Bahnsteig und Einstiegskante bleibt. Jede Tram hat eine etwas andere Peret-Design-Bemalung und alle führen Städtenamen. Nach Montpellier ist Mulhouse die zweite französische Stadt, die 2,65 m breite Bahnen beschafft. Es folgen noch Paris T3 und Nizza. In der ersten Phase werden täglich etwa 15 der 27 Bahnen in Betrieb sein.

Frankreichs Staatspräsident Jacques Chirac eröffnete das System am 20. Mai 2006. Mul-

house begann mit einem „gemächlichen“ 12- bis 15-Minuten-Betrieb, ergänzend zum Bussystem. Die Buslinien 1, 4 und 5 fahren nicht mehr den ganzen Weg, sondern enden an Tramhaltestellen. Am 5. Juli 2006 wurden die Buslinien auf die Tram abgestimmt, Parallel-Verkehre vermieden und ein Sommerfahrplan eingeführt.

Zum Schulbeginn, Anfang September, wird von 5 bis 24 Uhr alle sechs bis acht Minuten gefahren. Es gibt zwei P+R-Anlagen, Université (Abb. 12) und Nouveau Bassin.

In der ersten Phase fahren die Trams 900 000 km/Jahr und die Busse 5,4 Mio km, zusammen also 6,3 Mio km pro Jahr. Die Kostendeckung soll auf bis zu 44 Prozent steigen. Fahrkarten werden an Automaten an den Haltestellen verkauft, eine einfache Fahrt kostet 1,20 Euro, eine Hin- und Rückfahrt

2,10 Euro. Eine Zehn-Fahrten-Karte ist für 9,20 Euro zu erhalten.

Verlängerungen geplant

In der zweiten Phase, etwa ab 2010 bis 2012, soll das System auf 19,7 km verlängert werden und die Innenstadtgrenzen überschreiten, um die Gemeinden Illzach, Riedisheim, Kingersheim und Wittenheim zu bedienen. Die Nord-Süd-Linie 1 (dann 8,7 km) erreicht Wittenheim, die Ost-West-Linie 2 (dann 11 km) Jonquilles. Es sollen 14 zusätzliche Haltestellen errichtet werden.

Nun gibt es aber ein Finanzierungsproblem. Man sucht eine Public-Private-Partnership-Konstruktion und verhandelt dazu mit interessierten Banken. Die zweite Phase wurde 2001 mit 91 Mio Euro budgetiert. Dieses Mal



Abb. 14: Die erste Präsentation des Avanto durch die SNCF in Bondy, 20. Januar 2006 (Siemens)



Abb. 15: Avanto Innenansicht (Siemens)



Abb. 16: Diesel-Pull-Push-Dieselzug Mulhouse-Kruth im Bahnhof Mulhouse

wurden Serue und Semaly als Planungs- und Engineering-Consultants gewählt. Beschlossen ist die rund 1,5 km messende Verlängerung der SL 1 von Rattachement nordostwärts Richtung Ringersheim mit drei Haltestellen, Tuillerie, St. Nazaire und Châtaignier. Man hofft, dieses Stück 2008 eröffnen zu können. Das Unterwerk Rattachement wird nach Châtaignier verlegt.

Wenn alles in Betrieb ist, so wurde prognostiziert, sollen nicht weniger als 87 000 Fahrgäste pro Tag befördert werden. Multipliziert mit dem in Frankreich üblichen Faktor 250, würde das auf Jahrbasis 22 Mio Fahrgäste bedeuten, mehr als heute mit dem Bussystem befördert werden.

Tram-train Mulhouse

Nach jahrelangen Verhandlungen mit dem Infrastruktureigentümer Réseau Ferré Français (RFF) und dem Betreiber SNCF konnte man eine Übereinkunft über die erste Tram-Train oder Regionalstadtbahn in Frankreich erreichen. Die Strecke Aulnay-Bondy ist eine auf Stadtbahnbetrieb umgebaute Eisenbahnlinie und somit keine Tram-Train, sondern eher eine Train-Tram. Ursprünglich sollte die Diesellinie Mulhouse-Kruth (37 km) mit Tram-Trains befahren werden, aber das wurde viel zu teuer. Nun ist Thann-Nord, 20 km von Mulhouse entfernt, der Endpunkt der geplanten Tram-Train Mulhouse. Auf dem gleichen Bahnsteig kann dann in den Dieselizeug nach Kruth umgestiegen werden.

Die Eisenbahnlinie Mulhouse-Lutterbach ist Teil der mit 25 kV, 50 Hz elektrifizierten Hauptstrecke Basel-Strasbourg, auf der man übrigens rechts fährt. Diese hat keine Kapazitäten für weiteren Lokalverkehr frei. Darum wird ab Rondpoint Stricker (Abb. 13) bis Dornach RFF neben der bestehenden Strecke eine doppelgleisige Stadtbahnstrecke gebaut, die ab Dornach dann eingleisig weiter bis Lutterbach führt. Diese 4 km lange Strecke wird mit 750 V DC elektrifiziert. Zu Spitzenzeiten werden zusätzlich Straßenbahnen bis Dornach fahren. Ab Lutterbach, wo die Strecke nach Strasbourg nach rechts abzweigt, wird die eingleisige Strecke bis Thann-Nord mit 25

kV, 25 Hz elektrifiziert. Man baut einige zusätzliche Ausweichstellen. Es gibt elf Haltestellen, davon vier zwischen Rp. Stricker und Dornach. RFF kauft das Land, verbreitert Viadukte und Brücken, verlegt die neue Strecke und modernisiert den Rest.

Diese Tram-Train kostet 77 Mio Euro für die Infrastruktur, 27,4 Mio Euro werden vom Staat, 28 Mio Euro von der Région Alsace, 10 Mio Euro vom Département Haut-Rhin, 7,5 Mio Euro von Sitram und 4 Mio Euro von SNCF und RFF getragen. Die SNCF kauft für 53 Mio Euro zwölf Avanto-Tram-Trains von Siemens, von denen bereits 15 für die Linie T4 Aulnay-Bondy geliefert werden (Abb. 14, 15), 10 Mio Euro waren für die Erweiterung des Betriebshofes nötig, die bereits bezahlt wurden. Die Gesamtkosten betragen also 140 Mio Euro. Zum Vergleich: Dies sind 56 Prozent der Kosten für die Phase I der städtischen Tram.

Soléa mietet die Avantos von der SNCF und wird sie in ihrer Werkstatt unter Aufsicht der SNCF unterhalten. Das Projekt soll 2010 fertig sein. Man plant zwischen Mulhouse Gare und Thann-Nord durch die Innenstadt einen 20-Minuten-Betrieb und daneben auf der Eisenbahnlinie einen Stundenbetrieb mit Dieselizeugen nach Kruth. In den Randzeiten sind das TER 73 500-Regionaltriebwagen (DER NAHVERKEHR 5/2006, S. 34 ff) und in den



Abb. 17: Avantos Crashnase nach DIN 5560. Alle Avantos der ersten Serie von 15 Stück für die SNCF werden in Wildenrath unter 750 V DC en 25 kV, 50 Hz abgenommen. (Fotos: H. Hondius)

Spitzenzeiten von den dieselektrischen Lokomotiven 67 401 (Bo'Bo, 1525 kW) gezogene oder geschobene Nirostzüge (Abb. 16). Zwischen Thann-Nord und Kruth werden TER 73 500 einen zusätzlichen Betrieb im Anschluss an die Tram-Trains fahren. Man erwartet 3800 zusätzliche Fahrgäste pro Tag. Derzeit werden täglich 5000 befördert.

Fazit

Die Entscheidungsstruktur in französischen Städten ist meistens sehr einfach. Der Bürgermeister, der für sechs Jahren gewählt ist, hat große Befugnisse, die es ihm ermöglichen, vieles zu realisieren. Ist er dann auch noch Senator oder sogar (Ex-)Minister der richtigen Partei, dann kann so eine Persönlichkeit viel bewegen. Vom Prinzipbeschluss bis zur Eröffnung der ersten Phase vergingen in Mulhouse sieben Jahre. Die finanzielle Transparenz ist recht groß. Budgetüberschreitungen muss die Gemeinschaft selbst tragen.

Erstaunlich ist, dass man, wohl motiviert durch das nahe Beispiel Karlsruhe, die Tram-Train doch durchgesetzt hat, wenn auch in einem bescheideneren Rahmen. Sie ist, wenn man ehrlich ist, verhältnismäßig teuer geworden: 140 Mio Euro bei einer Prognose von insgesamt 8800 täglichen Fahrgästen, entsprechend nur 2,2 Mio Fahrgästen pro Jahr. 53 Mio Euro für zwölf Regionalstadtbahnen ergibt 4,41 Mio Euro pro Fahrzeug oder in alter Währung rund 8,8 Mio DM für eine 36-m-Bahn. Avanto hat bereits eine Crashnase nach DIN 5560 (Abb. 17) und man diskutiert, ob das Fahrzeug nicht weiter verstärkt werden sollte, inspiriert von den Erfahrungen der Safetrain-Versuche [1], die in Polen stattfanden. Die Tram-Train ist so eher zu einer regionalen Eisenbahn geworden, die auf Straßenbahngleisen fahren kann.

Literatur

[1] Wolter, W.; Kollisionssicherheit von Stadt- und Straßenbahnen. Entwicklung der passiven Sicherheit leichter Nahverkehrsfahrzeuge. Eisenbahn Ingenieur 2/2005.