

# Translohr – die Straßenbahn auf Gummireifen in Betrieb

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



1. Translohr STE 4 in Clermont-Ferrand, seit Herbst 2006 im Fahrgastbetrieb. Endhaltestelle Champratel mit Umsteigemöglichkeit zum Bus. Die Schienen sind 3,2 m auseinander, die Gesamtbreite zwischen den Bahnsteigen beträgt 5,6 m, sonst 6,6 m. Aufnahmen ohne Vermerk: H. Hondius

In Heft 10/2000 gingen wir mit unserem Aufsatz: „Translohr – eine gummiereifte Straßenbahn?“ ausführlich auf den Translohr ein. Die Schlussfolgerung vor knapp sieben Jahren war:

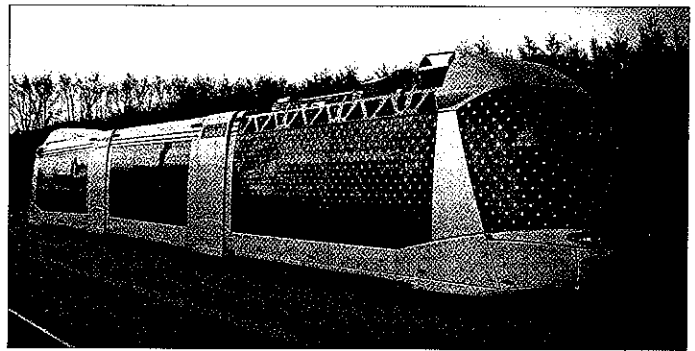
„Es kann kein Zweifel bestehen, der Translohr STE ist ein neuer Ansatz für die Straßenbahn, er ist eine 'Straßenbahn auf Gummireifen'. Man will auch, dass er von A-Z geführt ist, im Betriebshof, überall, wie eine normale zweigleisige Straßenbahn. Gelingt es den Antrieb 'gleichstromleise' zu machen und ebenfalls das klassische Achsgetriebe lärmpegelmäßig zu zähmen [...], dann steht ein im Design ansprechendes, leises, nicht quiet-schendes, vibrationsarmes Beförderungsmittel zur Verfügung. Wirklich kostengünstiger zu Bauen als eine klassische Straßenbahn dürfte so ein System, wenn alles richtig ausgeführt ist, die Fahrbahn richtig fundiert ist usw., nicht sein.“

Führen wir damals noch mit einem Prototyp, der nur an einem Kopf angetrieben war, so ist in der Zwischenzeit die Produktion angelaufen und Lohr hat mehrere Aufträge erhalten, wie Tabelle 1 zu entnehmen ist. Die Hauptabmessungen der zwei verkauften Typen sind in Tabelle 2 angegeben.

## Stand der Technik des Translohr

Im Prinzip wurde die Konstruktion des Translohr und der Spurführung seit 2000 nicht mehr verändert. Wir berichten über den letzten Stand der Technik und verweisen für weitere Aspekte auf den früheren Aufsatz. Abbildung 2 zeigt den Prototyp, der, um eine vom Fahrdrat autonome Fahrt zu demonstrieren, mit einer Traktionsbatterie Typ Blei/Gel, 500 V, ausgerüstet ist. Abbildung 3 gibt die STE-3-Ausführung für Padua wieder, Abbildung 4 den STE 3 für L'Aquila und Abbildung 5 die Ausführung für Mestre/Venedig. Die Fahrzeuge waren 2006 teilweise noch in Duppigheim, da sie in Italien noch nicht gebraucht werden konnten.

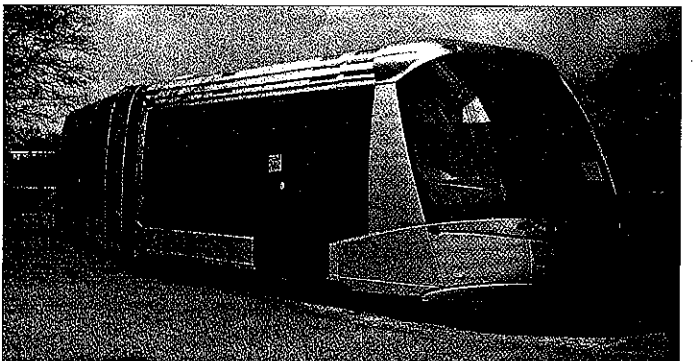
Die geschweißte Aluminium-Konstruktion aus Strangpressprofilen für die Fahrgastmodule (Abb. 6) mit ihrer relativ geringen Bauhöhe wurde in Zweirichtungs-Ausführung beibehalten. Die Philosophie von Lohr strebt ein möglichst kleines Lichtraumprofil an, damit man die eventuellen Baukosten für Tunnel oder Unterführungen reduzieren kann. Dies gilt auch für die Breite da, wiederum nach Lohr, gerade im innerstädtischen Raum ein langes Fahrzeug weniger Kosten als ein breites verursacht.



2. Prototyp STE 3, für Versuchszwecke mit einem diesel-elektrischen Antrieb ausgestattet, der identisch ist mit dem des Duo-Combino von Nordhausen. Besonderheit: konstante Ausgangsspannung bei variabler Drehzahl.



3. Der STE 3 für Padua. Die ersten 6,7 km des neuen Systems mit 25 Haltestellen wurden am 24.3.2007 eröffnet. 700 m werden mit Batteriebetrieb zurückgelegt. Aufnahme: Lohr



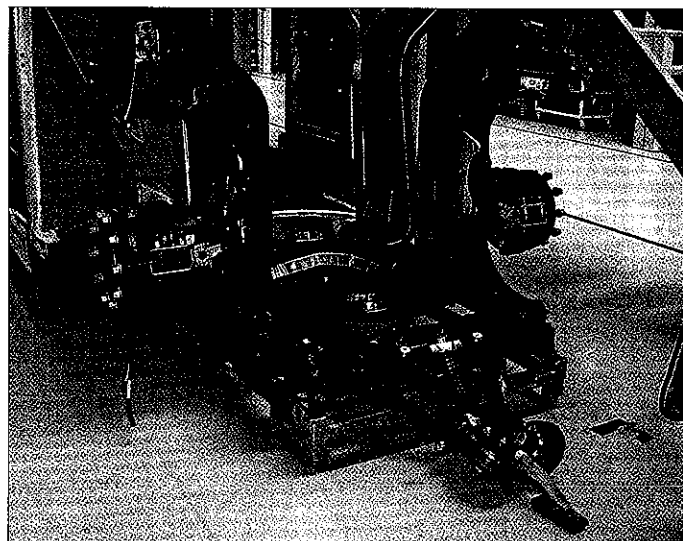
4. Der STE 3 für L'Aquila

Das Gelenkwägelchen nimmt die beiden Wagenteile (Sänften) auf (Abb. 7, 8) und ruht auf der „Jakobsachse“, die eine elektronisch gesteuerte ECAS-Luftfederung mit 40 mm Federweg aufweist. Die Single-Reifen liefern einen Primärfederweg von etwa 25 mm. Die HALDEX-Scheibenbremsköpfe sind für alle Achsen dieselben. Beachte die obere Gelenkhälfte (Abb. 9), die Dreh- und Knickbewegungen erlaubt und das Gelenkwägelchen



5. Der STE 4 für Mestre in Dupigheim

Aufnahme: Lohr



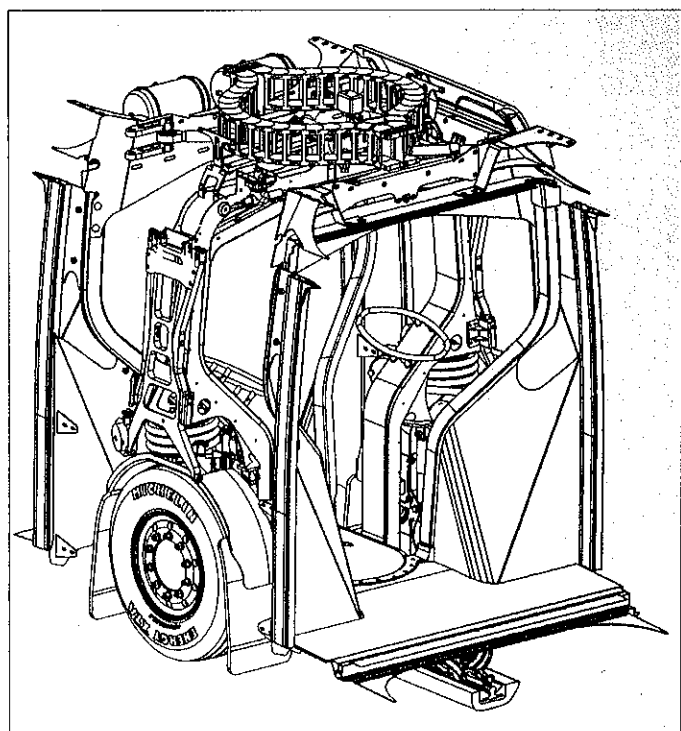
8. Das untere Kugelgelenk mit der Laufachse und die Achslenkung mit der Hälfte des Spurführungsmechanismus. Beachte den Kontaktschleifer für den Retourstrom.



6. Ein Mittelmodul im Aufbau. Beachte die geschweißte Alu-Konstruktion.



9. Ein halbes oberes Gelenk



7. Die Gelenkkonstruktion. Luftfederung mit hydraulischen Stoßdämpfern. Beachte das obere Gelenk.

Abbildung: Lohr

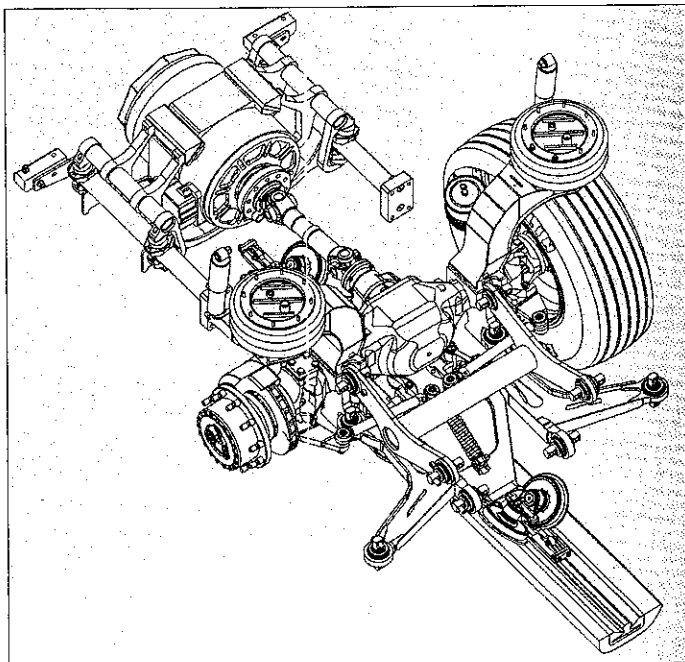
(Abb. 11) mit dem unteren Kugelgelenk und der Spurführung. Die Hübner-Abdeckung ist außen ein Falten-, innen ein Wellenbalg.

Das Schema des Antriebs illustriert Abb. 10. Erkennbar ist der Alstom-Asynchron-Trammotor, der vorne unter der Fahrerkabine liegt und das zentrale Hypoiddifferential der Achse antreibt. Außenplanetenantriebe treiben die Radköpfe an. Die Haldex-Federspeicherbremsen mit ABS werden elektro-pneumatisch bedient. Ist keine Luft verfügbar, kann nicht gefahren werden. Abbildung 12 zeigt die Achse mit Federspeicherbremse und Abbildung 13 die homokinetische Antriebswelle, die die ursprünglich reine Kardan-Ausführung (Abb. 10) ersetzt. Die komplett montierte Ach-

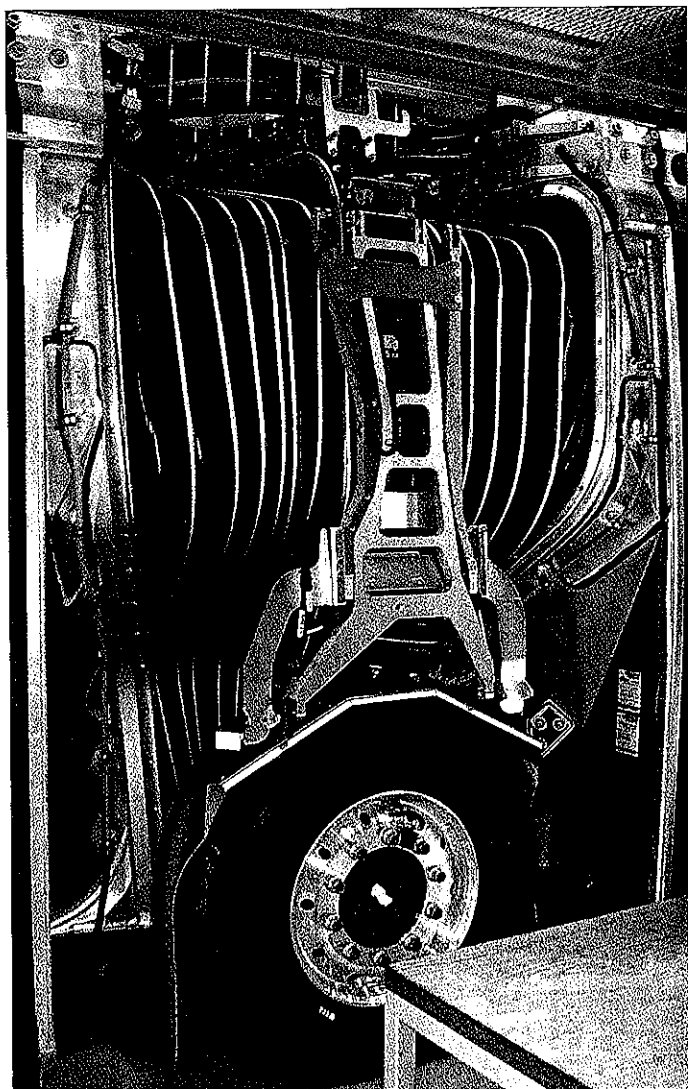
Tab. 1: Translohr-Aufträge

System	Anzahl	Typ	Inbetriebnahme	Länge (km)	Translohr-Kosten* (MEUR)	Translohr-km-Kosten (MEUR)
Prototyp	1	STE3	2000			
Clermont-Ferrand	20	STE4	2006	14	145	10,36
Padua	14	STE3	2007	10,5	90	8,5
L'Aquila	7 + 3	STE3	2008 ?	7,5	100	13,3
Tianjin	8	STE4	2007 ?	8,8		
Mestre	20	STE4	2008 ?	20	128,5	6,4
Osaka	1	STE3	2009 ?			
	71					

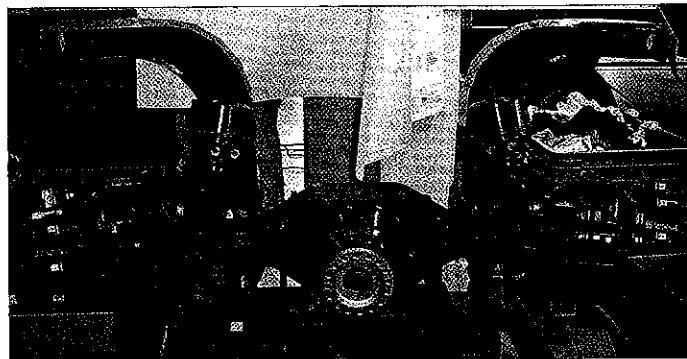
\* Veröffentlichte Kosten, in Clermont-Ferrand nur die direkt auf den Translohr bezogenen Kosten.



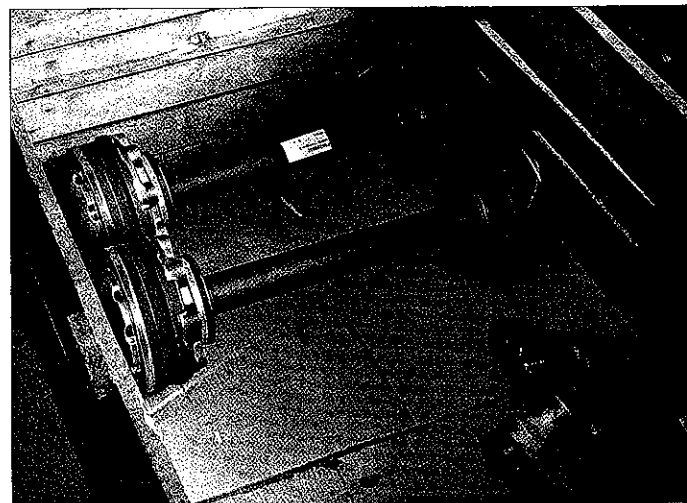
10. Antriebsschema. Beachte die Spurführungsräder vor und nach der Achse. Der Motor ist vorn unter der Fahrerkabine untergebracht. Es wird eine andere Antriebswelle verwendet. Abbildung: Lohr



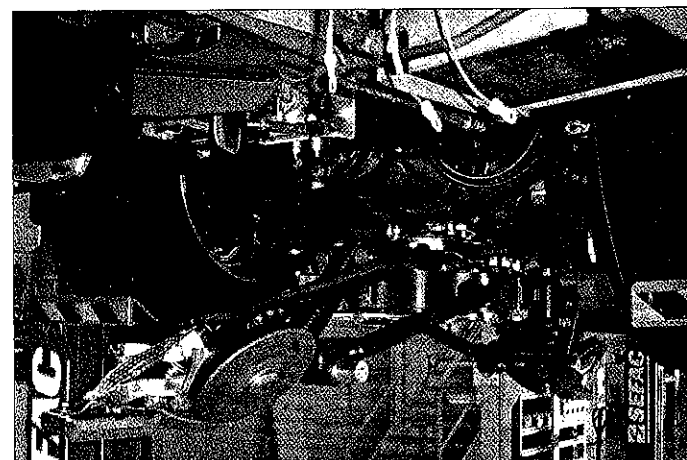
11. Das fertige Gelenk mit Achse



12. Die komplette Axle-Tech-Antriebsachse, das zentrale Hypoid-Differenzial und die beiden Außenplanetenantriebe mit Scheibenbremsen.



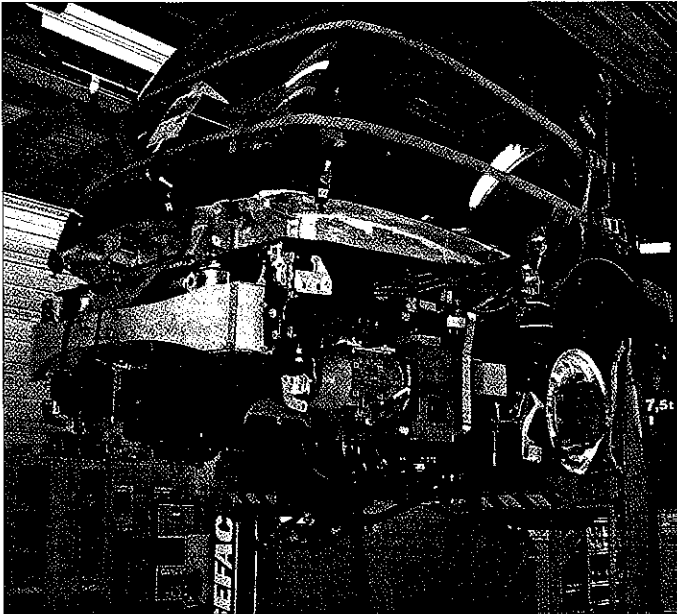
13. Die Antriebswelle mit elastischen homokinetischen Endkupplungen



14. Antriebsachse mit Radführung und Lenkung durch Spurrollen

se mit der kompletten Spurführung vor und nach der Achse ist auf Abbildung 14, die Front mit dem Ende des E-Motors auf Abbildung 15 zu sehen. Wer noch die geringsten Zweifel hat, dass der Translohr eine Straßenbahn auf Gummireifen ist, schaue sich Abbildung 16 mit der halben Dachlänge eines STE 3 an. Jeder Alstom-Ornans-Motor hat seinen IGBT-Wechselrichter (von Alstom Ferroviaria, Sesto San Giovanni, früher Fiat Parizzi) mit nur einem Bordnetz-Umrichter für das Fahrzeug, dessen elektrische Leistung jeweils an das Fahrzeuggewicht angepasst ist.

Abbildung 17 enthält die Maßskizze des STE 4, der nach Clermont-Ferrand (Abb. 1) und Mestre geliefert wird. Der Innenraum ist hell (Abb. 18), aber durch die geringe Höhe etwas ungewöhnlich. Die geringe Breite wird durch 1+2-Bestuhlung optisch kompensiert. Die Einstiegsverhältnisse (Abb. 19) sind, wie immer in Frankreich bei neuen Bus- oder Straßbahnsystemen, optimal.



15. Die Wagenfront mit Luftpresser



16. Eine halbe Dachlänge. Von vorn nach hinten: Klimagerät für den Fahrerstand, IGBT-Wechselrichter für Motor 1 von Alstom Italien mit BNU, Kabelkiste, Klimagerät, Gelenk, Klimagerät, 24-V-Batterie, Stemmann-Stromabnehmer.

Die Fahrerkabine (Abb. 20) bietet genug Platz und die Sichtverhältnisse wurden sorgfältig studiert (Abb. 21). Die Front kann einer Kollision mit 6 km/h ohne bleibende Verformungen widerstehen.

Wir fahren mit dem STE 4 in Duppigheim am 4.4.2006 auf dem Versuchsgelände und in Clermont-Ferrand am 11.2.2007. In Duppigheim waren vier Menschen als Last anwesend und in Clermont-Ferrand wurde an einem Sonntag die Zahl 25 nicht überschritten.

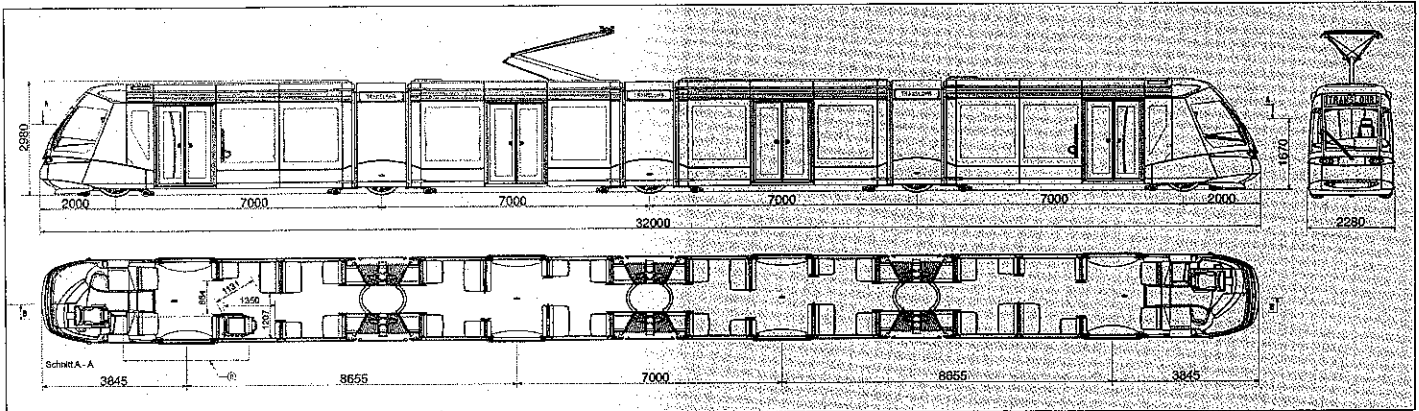
## Versuch einer Beurteilung

Antrieb: Ein leider lauter Antrieb. Hauptsächlich Ursachen sind die noch zu optimierende Traktionsmotorsteuerung und das Hypoidifferential. Hier hat man noch nicht von allen Erfahrungen der neuesten Obusse, die das Problem gelöst haben, profitiert. Eine Weiterentwicklung hin zu einem gleichstromleisen Antrieb muss noch stattfinden. Immerhin: Translohr beschleunigt flott und bremst ruckfrei. Außen hört man vor allem die Elektronik des Antriebs. Die gesamte Antriebsgeräuschentwicklung muss sicherlich zukünftig reduziert werden.

Tab. 2: Technische Daten Translohr

Typ	STE 3	STE 4	Typ	STE 3	STE 4
Baujahr	2006	2006	Axle-Tech-Außenplanetenachsen, Übersetzung (i)	6,75:1	6,75:1
Anzahl Fahrzeuge	23	48	Hypoidifferential (i)	1,75:1	1,75:1
Kleinsten Kurvenradius – Schiene (m)	10,5	10,5	Maximale Leistung am Radumfang (kW)	2 x 211	2 x 211
Bodenfreiheit – Spoiler (mm)	40	40	Dauerleistung am Radumfang (kW)	2 x 153	2 x 153
Mechanischer Teil			Max. Drehzahl (/min)	3600	3600
Länge (mm)	25.000	32.000	Max. Bremsleistung (kW)	182	182
Breite (mm)	2200	2200	Max. Drehmoment Motorwelle – Anfahren (Nm)	2200	2200
Höhe (mm)	2890	2890	Max. Drehmoment Motorwelle – Betriebsbremse (Nm)	1150	1150
Stehhöhe (mm)	2160	2160	Motorgewicht (kg)	650	650
Überhang vorn/hinten (m)	2	2	Wechselrichter/Anzahl	IGBT/2	IGBT/2
Freilaufwinkel vorn und hinten (°)	6	6	Leistung/Motor (kW)	220	220
Radstand WT1, WT2, WT3, WT4 (m)	7	7	Gewicht Wechselrichter (kg)	1300	1300
Bodenhöhe im Gelenk (mm)	320	320	Kühlung	fremdbelüftet	fremdbelüftet
Einstieghöhe (mm)	250	250	Höchstgeschwindigkeit (km/h)	70	70
Niederfluranteil (%)	100	100	Statischer Wechselrichter:	Alstom Italia	Alstom Italia
Gewicht – leer (t)	23	28	Leistung: 380 V, 50 Hz (kW)	40	40
Anzahl Schwenk-Schiebetüren	2 x 3	2 x 4	Leistung: 24 V (kW)	10	10
Lichte Weite (mm)	1300	1300	Wagenbus	CAN	CAN
Türen/Wagenlänge (mm/m)	156	162	Batterie Anzahl, Art	1; NiCd	1; NiCd
Lichte Höhe (mm)	1950	1950	Typ	Saft-MRX 180	Saft-MRX 180
Gangbreite im Gelenk (mm)	750	750	Anzahl Zellen	3 x 6	3 x 6
Sitzbreite (mm)	420	420	Spannung (V)	24	24
Distanz der Sitze Vis-à-vis (mm)	1650	1650	Spannung pro Zelle (V)	1,33	1,33
<b>Räder, Achsen, Bremsen</b>			Kapazität (Ah)	180	180
Reifen/Radabmessungen	8 x 385/65 R 22,5	10 x 385/65R 22,5	<b>Bremssysteme</b>		
Dynamischer Raddurchmesser (mm)	986	986	Rekuperations-/Widerstandsbremse	ja/ja	ja/ja
Spurbreite vorne/Mitte (mm)	1500/1750	1500/1750	Bremswiderstände, Anordnung/Anzahl	Dach/1	Dach/1
Raddruck (bar)	7	7	Pneumatische Bremse	ja mit ABS	ja mit ABS
Größte zul. Achslast: 1,2,3,4,5) – 6 Pers./m² (t)	8,4; 8,7; 8,7; 8,4	8,4; 8,7; 8,7; 8,4; 8,4	<b>Kapazität und spezifische Zahlen</b>		
Anzahl Achsen	4	5	Sitzplätze	30	40
Bremsscheiben Anzahl; Durchmesser (mm)	8; 579	10; 579	Stehplätze (zugelassen, 6/m²)	178	238
<b>Antriebssystem</b>			Insgesamt zugelassene Personen	212	282
Fahrleitungsspannung (V)	750	750	Leergewicht pro Fläche (kg/m²)	418	397
Anzahl Asynchron-Elektromotoren	2	2	Gewicht pro Sitzplatz (kg)	766	700
Kühlung	Luft	Luft	Dauerleistung/Leergewicht (kW/t)	14,4	11,9





17. Maßskizze STE 4

Abbildung: Lohr



18. Blick durch das STE-4-Fahrzeug



19. Der Einstieg – sowohl in der Höhe als auch im Spaltmaß perfekt

**Fahreigenschaften:** Neigung zu vertikalen Schwingungen (Rütteln), in den Gelenken knackt und rattert es. Das „Knacken + Rattern“ wird von der äußeren Wellenbalgabdeckung erzeugt. Inzwischen wurde dies für die zukünftigen Fahrzeuge behoben, indem der Mechanismus für die Befestigung dieses Karosserieteils modifiziert wurde. Neigung zu Wackeln.

**Querführung und Stromabnahme:** Translohr fährt ohne das bei Multigelenkzügen bekannte „Sägen“ weich und ohne Quietschen durch die Kurven. Die Führungsrollen und Kontaktschleifer hört man innen und außen nicht. Das Überfahren von Weichen geschieht ohne Rückwirkungen auf die Karosse (kein Rumpeln). Die Gleise weisen nach etwa sechs Monaten Probe- und Fahrbetrieb kaum Abnutzungserscheinungen auf, kein nennenswerter Eisenstaub zu erkennen.

**Fahrgewegkonstruktion und Fahrkomfort:** Während die Querführung einen hohen Fahrkomfort vermittelt, ist in Clermont-Ferrand mit lediglich 25 Fahrgästen kein besonders hoher Abrollkomfort gegeben. Es ist deutlich, dass der Translohr seinen optimalen Fahrkomfort mit der Standardbusfederung (ECAS) erst bei ordentlichen Belastungen mit stehenden Fahrgästen erreicht. Französische Standardbusse wirkten unter vergleichbaren Umständen komfortabler.

Bei der Herstellung des Fahrgewegs ist Ortbeton wie in Clermont-Ferrand ungeeignet. Hier konnte Lohr offenbar nicht durchsetzen, dass strikt mit der Gleitschalungstechnik gearbeitet würde. Denn nur so werden dauerhaft die hohen Anforderungen an den Abrollkomfort erfüllt. Deshalb, was den Abrollkomfort betrifft, doch kein Vergleich mit dem neuen, immer mindestens sitzvollen, Citadis 402 mit Arpège-Fahrwerken auf der ebenso neuen klassischen Straßenbahnlinie T3 in Paris, die kaum Kurven kennt und wo es deshalb auch kaum quietscht. Das wäre in Clermont-Ferrand mit den Kurven anders. Wir meinten den Anfang von Spurrillen detektieren zu können, namentlich beim Verschwinden der Markierungen.

**Städtebauliche Integration und Barrierefreiheit:** Das Gesamtdesign wirkt harmonisch, schön, wie in Frankreich seit 20 Jahren üblich. Einstiegsverhältnisse perfekt. Aber auf dieser Trasse mit ihrer maximalen Steigung von  $\pm 10\%$  (Viaduc St-Jacques) hätte genauso gut eine all-achsanangetriebene Straßenbahn mit 2,4 m Breite fahren können. Die charakteristischen Eigenschaften des Translohr, 2,2 m Breite und die Möglichkeit, sehr enge Kurvenradien zu befahren, kommen lediglich im Depot mit 10,5-m-Kurven zur Geltung.

**Gesamtfazit:** Die Ausführung für Clermont-Ferrand ist die erste, die in den kommerziellen Betrieb geht. Bestimmte Prototypelemente sind aber deshalb unbestreitbar. Will man die Fahreigenschaften verbessern, muss man für die Zukunft an integral unabhängige Radaufhängungen, möglicherweise in Kombination mit Radmotoren denken? Die Entwicklung des Neoval zusammen mit Siemens gibt dazu hoffentlich neue Möglichkeiten? Dann sollte man vor allem Gleitschalungstechnik mit Beton verwenden! Will man die guten Qualitäten des Gummireifens nutzen, wäre es wünschenswert, Lohr könnte ein Gesamtsystem liefern und die Verantwortung für die Trasse übernehmen, statt örtlichen Bauunternehmen ausgesetzt zu sein.

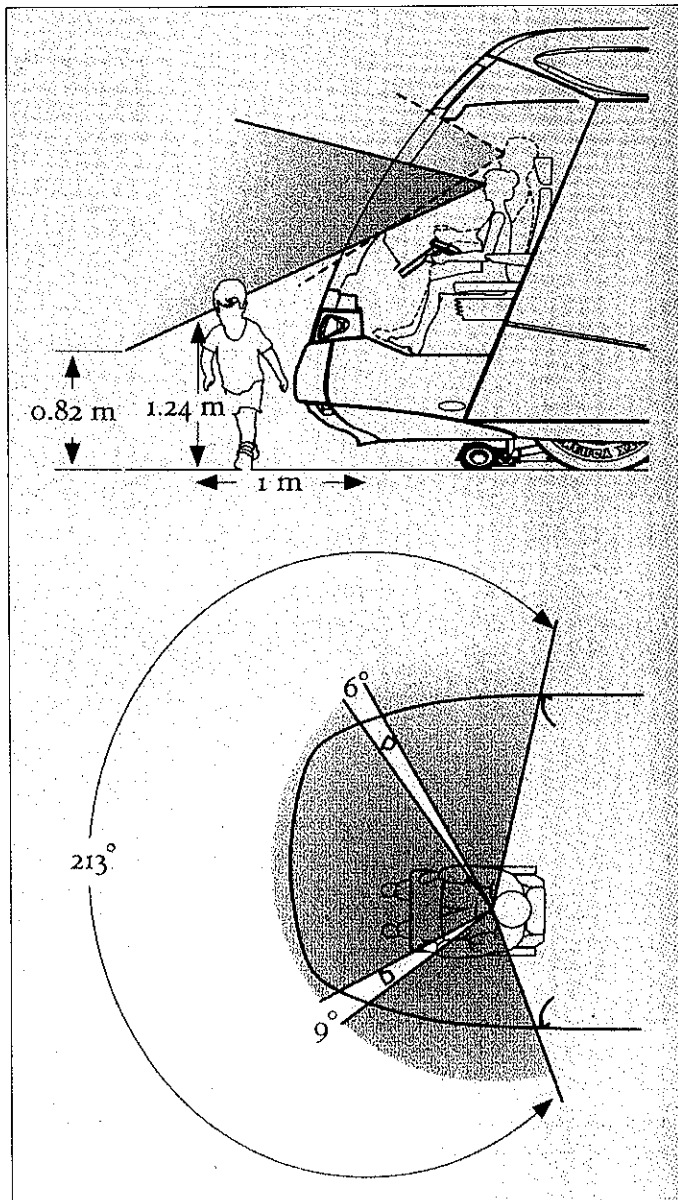
## Das neue System in Clermont-Ferrand

Clermont-Ferrand liegt im Zentralmassiv; die hügelige Topographie kennt Höhenunterschiede von 300 bis 600 m. Die Altstadt Montferrand liegt auf

Nach Angaben von Lohr hatte die Stadt Clermont-Ferrand sich noch nicht auf einen „echten“ Winterbetrieb eingestellt und konnte die Translohr-Trasse daher nicht ausreichend räumen, als 30 cm Schnee fielen. Der Fahrbetrieb wurde dennoch mit Einschränkungen durchgeführt. Die großen Steigungen konnten nicht befahren werden.

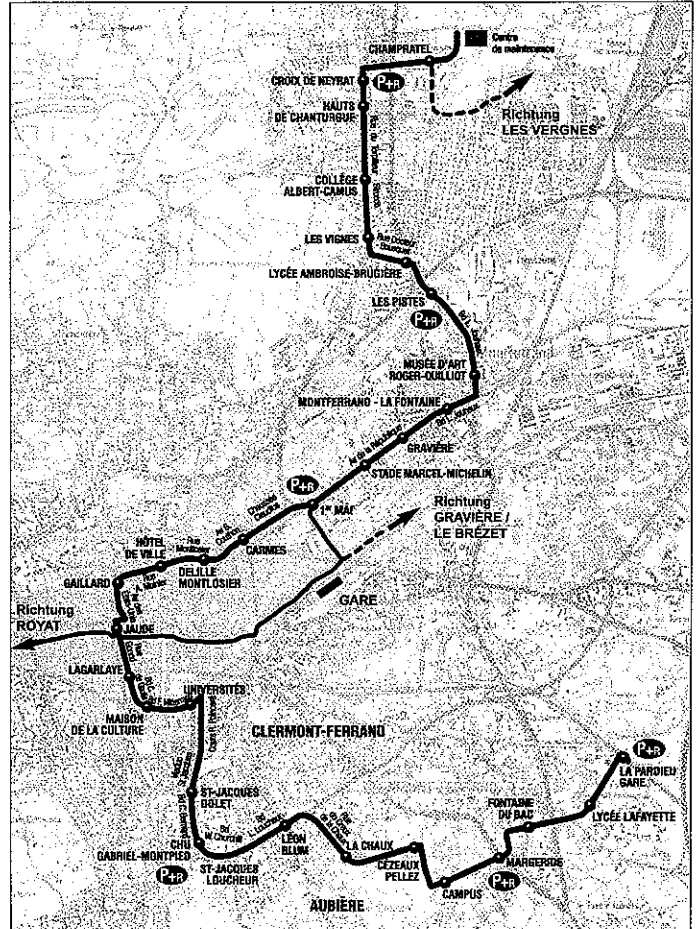


20. Fahrerkabine



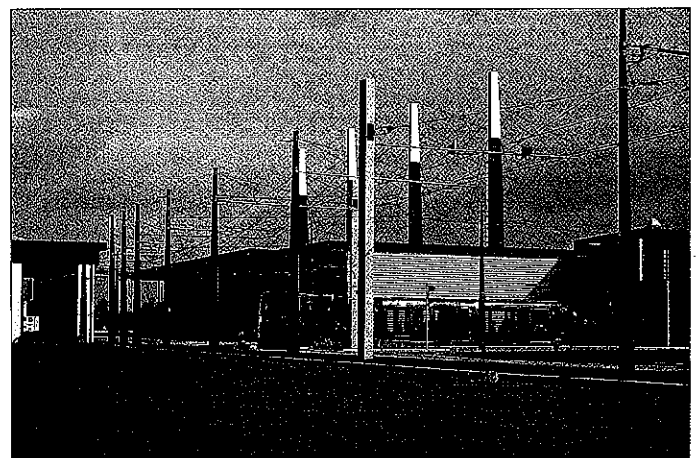
21. Sichtverhältnisse aus der Fahrerkabine

Abbildung: Lohr



22. Translohr-Linie A (rot, denkbare Erweiterung gestrichelt) einschließlich des derzeit im Bau befindlichen Abschnitts CHU Gabriel-Montpied-Le Pardieu Gare. Blau: Buslinie B, die, ggf. erweitert (gestrichelt), zur zweiten Tramlinie werden könnte.

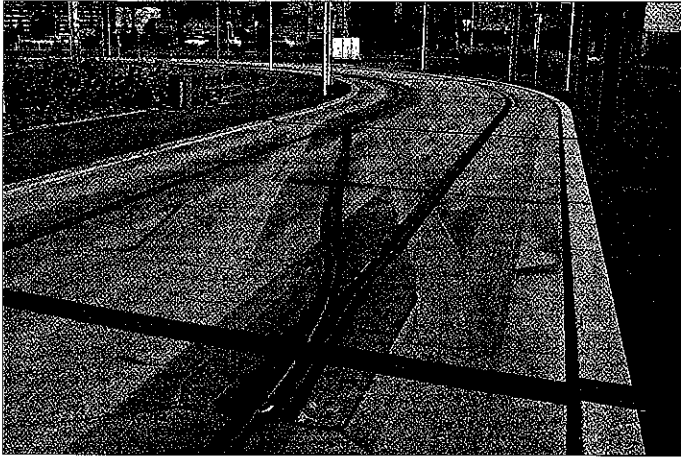
Abbildung: SMTC, Ergänzungen: SG



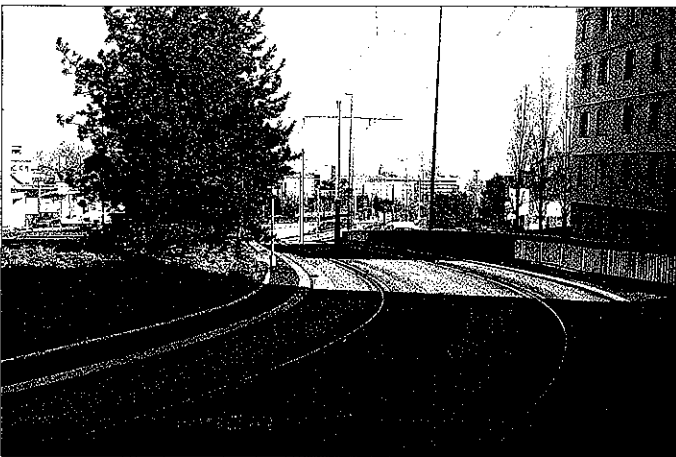
23. Der Betriebshof in Champratel für Bahn und Bus

einem erloschenen Vulkan. Mit 141.000 Einwohnern ist Clermont-Ferrand eine regionale Hauptstadt in einem Gebiet mit 278.000 Einwohnern. Seit 1976 wird der ÖPNV vom Syndicat Mixte des Transports en Commun der Agglomération de Clermont-Ferrand (SMTC), des Conseil (Rates) du Puy-de-Dôme und der Gemeinde Sagat organisiert. Insgesamt umfasst SMTC 22 Gemeinden.

Die SMTC ist für die Planung des ÖPNV, für die Investitionen und den Unterhalt der Infrastruktur verantwortlich. Der ÖPNV in den 22 Kommunen wird seit 1983 von T2C betrieben, einer gemischten Gesellschaft, in der die privaten Aktionäre in der Minderheit sind. Die SMTC hält 65 % der Anteile, die Caisse d'Epargne d'Auvergne 24,51 %, die Industrie- und Han-



24. Lohr-Schleppweiche an der Endhaltestelle



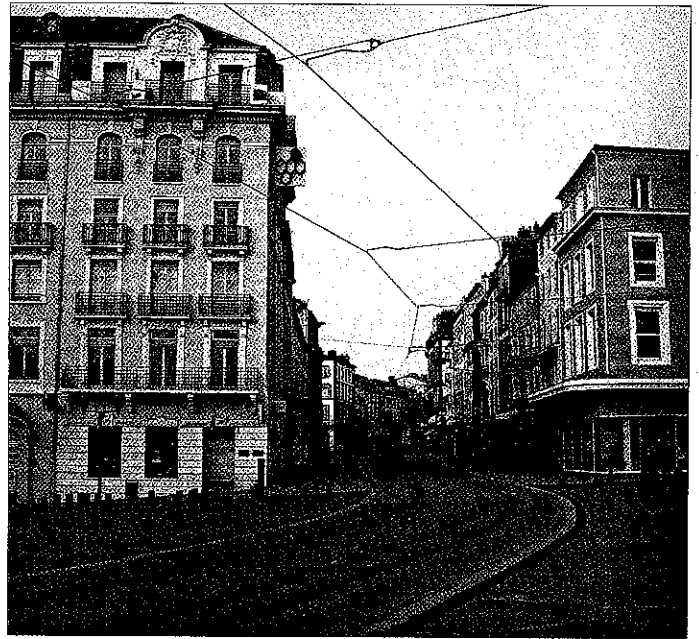
25. Av. G. Couthon, im Hintergrund die Haltestelle Carmes mit der die Bürogebäude von Michelin bedient werden.



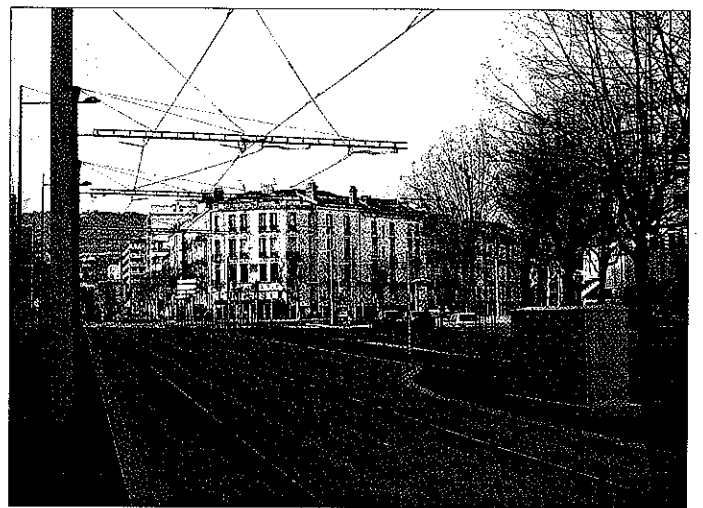
26. Haltestelle Gaillard, im Zentrum

delskammer 8,33 % und der Rest ist zerstreut. Die Mehrheit der Aufsichtsräte wird von der SMTC gestellt. Die heutige Konzession wurde 2002 vergeben und läuft fünfeinhalb Jahre. In 2005 beförderten 462 Fahrer mit 200 Bussen 25 Mio Fahrgäste. Insgesamt wurden 651 Personen beschäftigt. 54 Busse verwenden Erdgas, 165 sind klimatisiert. Die Bewohner der Region um Clermont-Ferrand machen 88 ÖPNV-Fahrten pro Jahr. Der Kostendeckungsgrad bezogen auf den Fahrkartenverkauf ist etwa 35 %.

Ab 1985 wollte die SMTC dem ÖPNV eine strukturierte Nord-Süd-Achse geben. Um 1990 fiel der Beschluss, eine normale Tram zu bauen. 1995 wurde die Vergabe ausgeschrieben und GEC-Alstom hätte 1996 einen Auftrag für Citadis bekommen, wenn die Vergabe am 22.11.1996 nicht an-



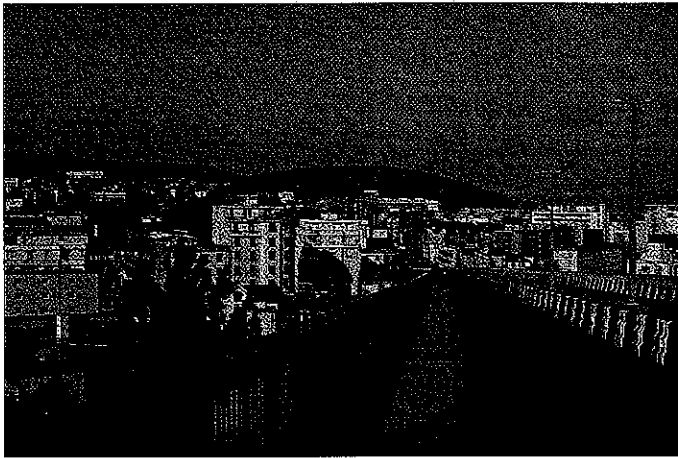
27. Rue Gonod, die Jaude mit Gaillard verbindet. Dezente Fahrleitung.



28. Bd. Général de Gaulle, Ausweiche



29. Auffahrt auf den Viadukt St-Jacques. Leider sind hier nur 25 km/h erlaubt. Die Abgrenzung soll verhindern, dass Autoteile sich in den Führungsrollen verfangen, wie beim Unfall am 2.10.2006 geschehen.



30. Viaduc St-Jacques, abwärts blickend. Der Hausberg ist Puy de Dôme, 1500 m hoch.

nulliert worden wäre. François Michelin meldete sich und wollte in seiner Stadt keine klassische Straßenbahn! Man schrieb neu aus, diesmal konnte Bombardier Transportation auch TVR, den durch eine zentrale Schiene spurgeführten Doppelgelenk-Duobus, anbieten. Man tendierte in Richtung TVR, was Alstom rechtlich bestritt. Die Gerichte bestätigten die Annullierung in 1998. Nach den Wahlen von 2001 wählte der Bürgermeister Serge Godard, der auch Präsident der SMTC ist, Lohr als Lieferant der Tram sur Pneus. Dabei ist nicht zu vergessen, dass der Reifenkonzern Michelin mit einer Belegschaft von 15.000 Personen der größte Arbeitgeber ist und auch den größten Teil des auf 1,7 % erhöhten Versement Transport bezahlen muss. Die SMTC hat nach eigenen Aussagen die Lohr-Pläne für eine hybride Ausführung mit Batterien zur Querrung des zentralen Platzes – Place Jaude – in eine echte all-electric Zweirichtungs-Tram verändert [1].

Die Kosten des Gesamtprojekts, 14 km Straßenbahn mit 31 Haltestellen, belaufen sich (Niveau 2002) auf 290 Mio EUR oder 20,7 Mio EUR/km. Davon wurde nach Angaben von Lohr jedoch lediglich die Hälfte für den eigentlichen Straßenbahnbau verwendet, die andere Hälfte für weitere städtebauliche Maßnahmen. Dies ergibt reine Translohr-Kosten von 10,8 Mio EUR/km.

Der erste, 10 km lange Teil Champatrel-CHU Gabriel-Montpied wurde im November 2006 in Betrieb genommen. Der zweite, 4 km lange Abschnitt CHU-La Pardieu soll im September 2007 folgen.

Wie verhält sich der Translohr zu anderen neuen Tramsystemen im gleichen Land, die 2006 in Betrieb genommen wurden?

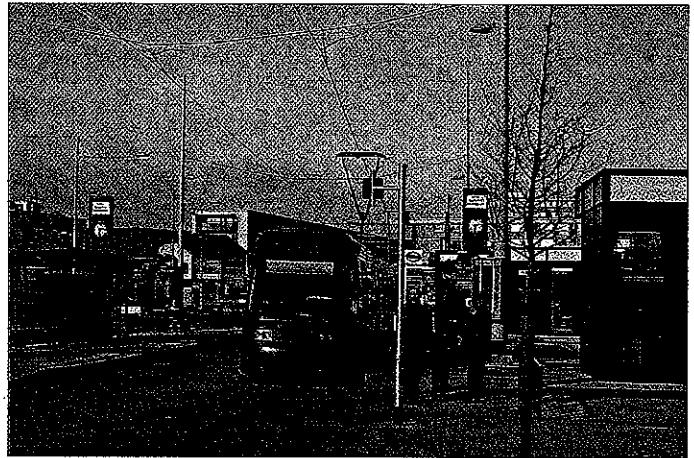
Wie man Tabelle 3 entnehmen kann, ermöglicht erwartungsgemäß die gummiereifte Straßenbahn bei gleich hohen Ausbau- und Designstandards nicht, die Systemkosten zu reduzieren.

Die Projektkosten verteilen sich wie folgt: Fahrzeuge + Fahrweg: 40 %, Energieversorgung + Signaltechnik + Ticketing: 8 %, Haltestellen: 1 %, Betriebshof: 4 %, sonstige städtebauliche Maßnahmen + Engineering: 48 %.

Die Finanzierung: Subventionen: FEDER (Europäischer Fonds für die regionale Entwicklung): 20 Mio EUR, Staat: 6 Mio EUR anstelle der versprochenen 60, Gemeinden: 45 Mio EUR, total 71 Mio EUR. Anleihen: BEI: 30 Mio EUR, Caisse de Dépôt et Consignations: 12 Mio EUR, Bankenkonsortium bestehend aus Dexia Crédit Local, Crédit Agricole Centre France, Caisse d'Epargne d'Auvergne et du Limousin: 140–200 Mio EUR. Die Transportsteuer 'Versement Transport' wurde im Oktober 2002 auf 1,6 % und im März 2007 auf 1,7 % angehoben, was ab 2008 50 Mio EUR pro Jahr ergibt.

Die SMTC erwartet 55.000 Fahrgäste pro Tag für die Linie A, die T2C 33.000 und für die Omnibusse 55.000, insgesamt 88.000. Gefahren wird zwischen 4.20 Uhr und 23.30 Uhr; zwischen 7 und 8.30 Uhr, 11.45 und 13.15 Uhr sowie 16.30 und 19 Uhr alle sechs Minuten, sonst alle acht bis neun Minuten. An Sonntagen alle 15 Minuten. Man könnte auf einen Vier-Minuten-Takt übergehen.

Die netzstrukturierende Linie A bedient innerhalb eines 500-m-Umkreises um die Stationen 75.000 Bewohner und 54.000 Arbeitsplätze sowie



31. Vorläufige Endhaltestelle CHU Gabriel-Montpied mit Aufzügen zum Parkhaus

20.000 Studenten und 12.000 Schüler. Als erste Ergänzung möchte man Les Vergnes bedienen (siehe Abb. 22), eine Verlängerung von etwa 1,5 km. Die nächste geplante Tramlinie ist die heute am stärksten belastete Buslinie B, ex 14, die den Bahnhof bedient. Sie wäre 5 km lang. Man hat die Linie A sowohl aus verkehrstechnischen wie aus verkehrsplanerischen Gründen bewusst nicht am Bahnhof (Gare) vorbei geführt, das wird erst mit der Linie B (Abb. 22) der Fall sein. Die erste Linie sollte dem Hauptfluss der Fahrgäste folgen.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit auf der Linie A liegt bei 20 km/h, es darf an vielen Stellen 60 km/h gefahren werden. Leider nicht auf dem Viaduc St-Jacques. Hinauf und hinunter fahrend bisher nur 25 km/h. Vor allem aufwärts sollte der Translohr zeigen können, was die elektrische Pneutraktion am Berg zu leisten vermag! Doch hier verkeilten sich im Oktober nach einem Autounfall Reste einer zerstörten Alufelge in einem der Führungsräder des Translohrs, was an der Endhaltestelle beim Richtungswechsel von einer Entgleisung des letzten Führungsrollenpaares führte. Seitdem reinigt der Betreiber regelmäßig das Gleis und das Fahrzeug wurde mit angepassten Schienenräumern nachgerüstet, die sehr wenig Spiel lassen. Vorläufig ist die Strecke noch durch rot-weiße Sperrblöcke provisorisch abgegrenzt. Nach Abschluss einer baulichen Abgrenzung der Translohr-Fahrbahn von der Autospur wird dieses Tempolimit aufgehoben.

Ansonsten ist das System so gebaut wie alle neuen Straßen- und Busbahnsysteme in Frankreich. Die gewichtsnachgespannte Flachkettenfahrführung mit elastischen Einzelfahrdrahtaufhängungen ist leicht, wie gehabt. Wo kein neuer Platz für eine eigene Trasse zu finden war, mussten die Straßenflächen den benötigten Platz liefern. Willst Du den Autoverkehr reduzieren, reduziere die Fläche ... eine sicherlich nicht unumstrittene Vorgehensweise, die hier aber von der Bevölkerung grosso modo akzeptiert scheint. Die Abbildungen 23 bis 31 nehmen den Leser bzw. die Leserin mit vom Betriebshof, über die Endhaltestelle Champatrel durch die Innenstadt, bis zum anderen Ende CHU.

#### Schrifttum:

[1] Un tram sur pneu au pays de Bibendum. Ville & Transports 11/10/2006.

Tab. 3: Veröffentlichte totale Systemkosten

	Clermont-Ferrand	Lyon LEA	Montpellier Linie 2	Mulhouse	Valenciennes	Paris T3	Paris T4
Länge (km)	14	14,6	19,6	12,2	18	7,9	8
Haltestellen	31	10	35	22	22	17	11
Haltestellenabstand	466	1622	576	580	857	494	780
Fahrzeuge	20	10	24	27	21	21	15
Länge (m)	32	32,2	32,3	32,5	32,8	42	36,5
Breite (m)	2,2	2,4	2,65	2,65	2,4	2,65	2,65
Kapazität: total (4/m <sup>2</sup> )/Sitze	205/40	201/56	210/64	231/56	247/48	304/78	242/80
Totale Kosten (Mio EUR)	290	172	400	249	338	311	121
km-Kosten (Mio EUR/km)	20,7	11,8	20,4	20,4	18,8	39,4	15,1
Fahrgäste/Werktag	33.000	20.000	52.000	40.000	*	80.000	35.000

\* Der zweite Teil, 6,5 km lang, wird erst im September 2007 eröffnet.