

Neue Horizonte im Stadtverkehr

Innovative E-Bus-Systeme für attraktive Städte

Das Elektrobus-Konzept der

Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Dipl.-Ing. Eberhard Nickel

Geschäftsbereichsleiter Technische Dienste Leipziger Verkehrsbetriebe
(LVB) GmbH

Womit fahren wir in die Zukunft?



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Stadt Leipzig

- Lage: nordwestliches Sachsen
- Einwohner: ca.515.000
- Arbeitsplätze: ca.188.000
- Fläche: 297 km²
- Höhenlage: 118 m ü. NN
- Motorisierung: 395 Pkw/1000 EW
- Messestandort mit Tradition seit 1165
- Zentrum des Fahrzeugbaues
 - BMW, Porsche, Zulieferer
- Standort für Transportlogistik
 - DHL, Amazon.de u.a
- Verkehrsknoten
 - Flughafen Leipzig-Halle,
 - BAB 9, 14 und 38,
 - ICE

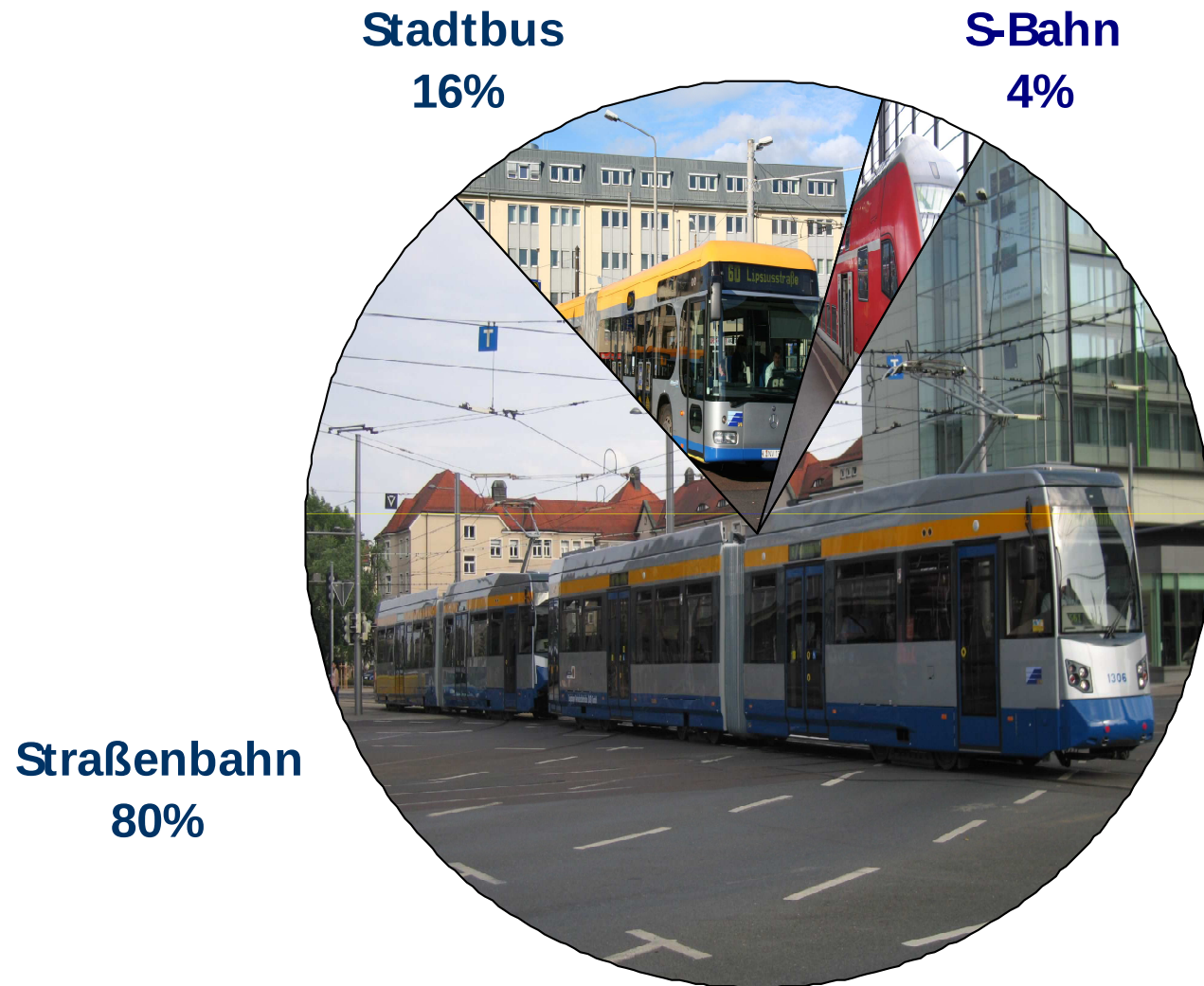


Historische Daten der LVB



1703	Einführung kommunaler Sänftenträger	1938	Eröffnung des O-Busbetriebes und Änderung der Betriebsbezeichnung in LVB	1995	erster Einsatz von Niederflurgelenkwagen
1872	Eröffnung der Pferdeeisenbahn	1951	erste Straßenbahn-Neubaufahrzeuge seit 1931	1996	Eröffnung der Straßenbahnstrecke zur Neuen Messe
1896	Einführung des elektrischen Betriebes durch GLSt. und LEST	1969	erster Einsatz von Tatra-Straßenbahnwagen	1998	Beginn des Restrukturierungsprozesses der LVB
1900	Gründung der Leipziger Außenbahn AG	1975	Einstellung des O-Busbetriebes	2001	Einführung des Neuen Netzes
1913	Gründung der Leipziger Allg. Kraftomnibus AG	1992	erster Einsatz von Niederfluornibussen	2004	Einsatz der ersten beiden Prototypen LEOLINER
1919	Kommunalisierung der GLSt nach vorangegangener Vereinigung mit der LEST 1916	1993	Gründung der Leipziger Verkehrsbetriebe als GmbH	2006	Fertigstellung der Infrastruktur- modernisierung zur Fußball-WM
1925	Wiedereinführung des Omnibusbetriebes			2007	24 „Classic XXL“ und 23 „Leoliner“ im Linieneinsatz, 111 Jahre elektrische Straßenbahn in Leipzig

Anteil der LVB an öffentlichen Verkehrsleistungen in Leipzig

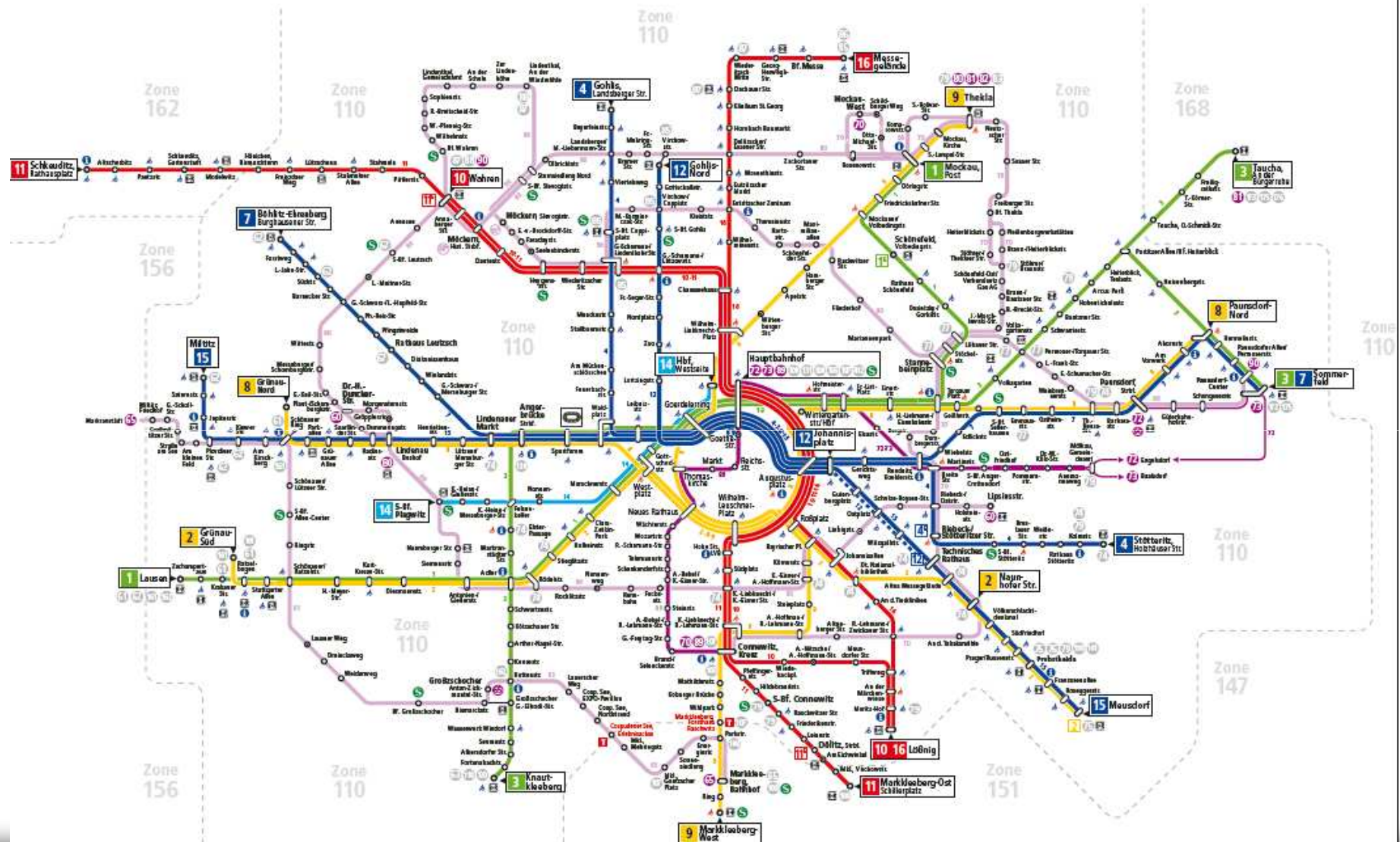


Verkehrsleistungen der LVB 2009

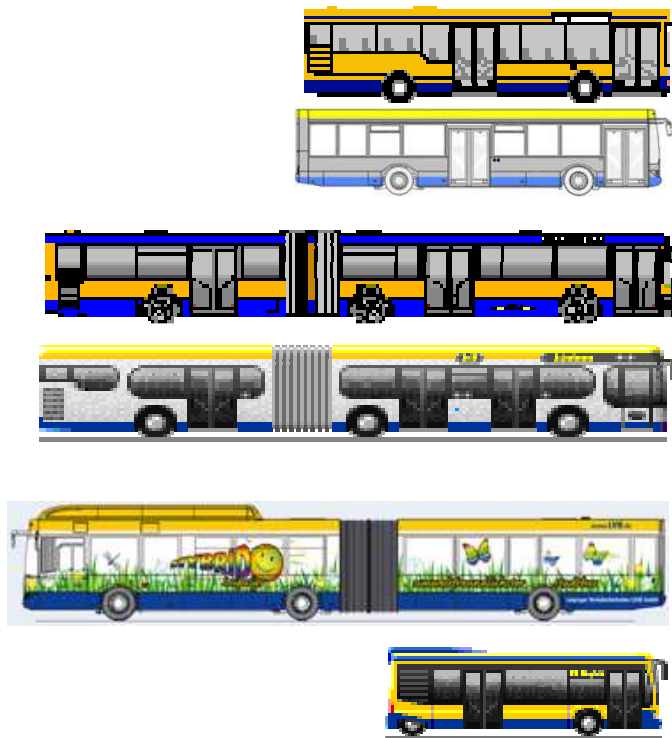
	Straßenbahn	Bus Stadt und Region
Linien	14	60
max. Kursanzahl	151	130
Linienlänge	215,8 km	1.078,3 km
Gesamtzugkilometer	12.928.928	11.146.100
Fahrgäste	103.085.432	23.503.300



Linienverkehrsnetz der LVB 2010



Fahrzeugbestand Omnibusse der LVB 2009



Typ		Anzahl
Standardbus	MAN NL 202	10
Standardbus	Solaris Urbino	48
Gelenkbus	MB O405 GN	19
Gelenkbus	MB O530 G	28
Gelenkbus	Solaris Urbino Hybrid	1
Midibus	Solaris Alpino	5
Fahrzeuge Regionalverkehr (LEOBUS)		66
Gesamt		177

Welcher Antriebsart soll die Zukunft gehören?

Die LVB steht vor Entscheidungen zur **Neubeschaffung** von
50 Gelenkombussen für den Stadtlinienverkehr
in den Jahren **2010 bis 2014**

Die Einführung der „grünen Umweltzone“ ab März 2011 zwingt zu einer konsequent
umweltfreundlichen Fahrzeugflotte

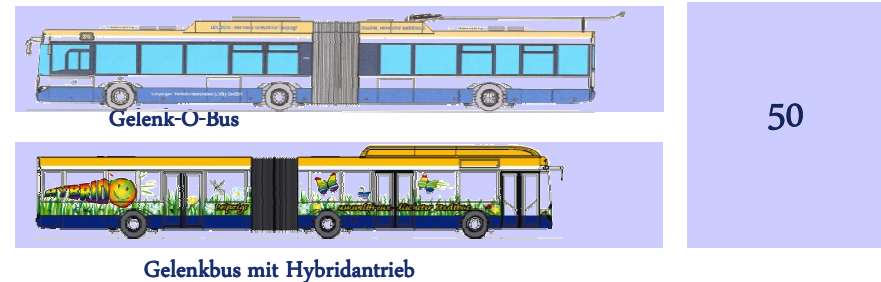
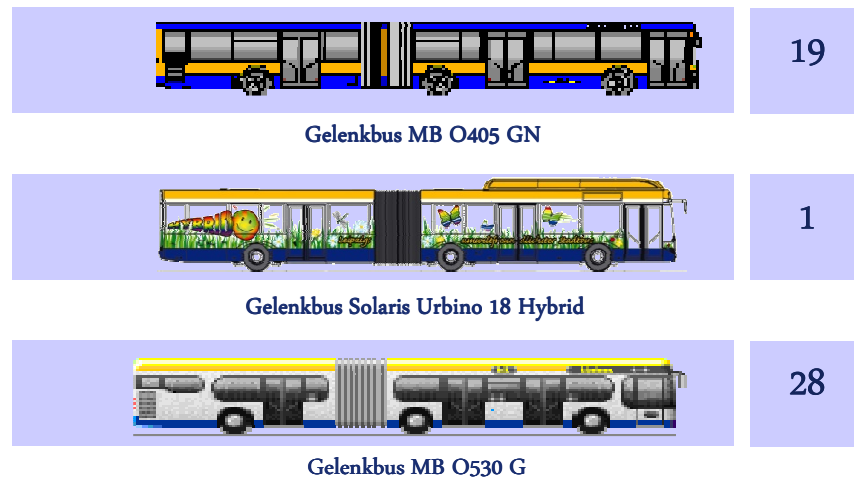


Hybridantrieb und elektrischer Antrieb sind bevorzugte
Antriebsformen, wenn sie wirtschaftlich und technisch umsetzbar
sind

Investitionen Fahrzeuge

Neubeschaffung von 50 Gelenkomnibussen
in den Jahren 2010 bis 2014.

innovativ – elektrisch - umweltfreundlich



Zur Verringerung der Umweltbelastung durch geringeren Schadstoffausstoß in der Flotte sind **zusätzliche Abgasbehandlung**, **Hybridantriebstechnik** und **elektrischer Antrieb** zu untersuchende Alternativen

Machbarkeitsstudie Energiebilanz Linie 60

Die folgende Tabelle beinhaltet die Werte des Energiebedarfs je Stunde:

Energiebilanz		Energiebedarf je Stunde kWh	
aufgenommen	Normalverkehr	749,5	*902,1
	Spitzenverkehr	998,3	*1 199,0
abgegeben	Normalverkehr	82,5	*68,4
	Spitzenverkehr	110,8	*93,4
Bilanz	Normalverkehr	667,0	*833,8
	Spitzenverkehr	887,5	*1 105,6

* Werte bei Klimatisierung des Fahrgastraums der Obusse

Tabelle 4: Energiebilanz der Obus-Linie

Machbarkeitsstudie Linie 60 Investitionskosten

Fazit:

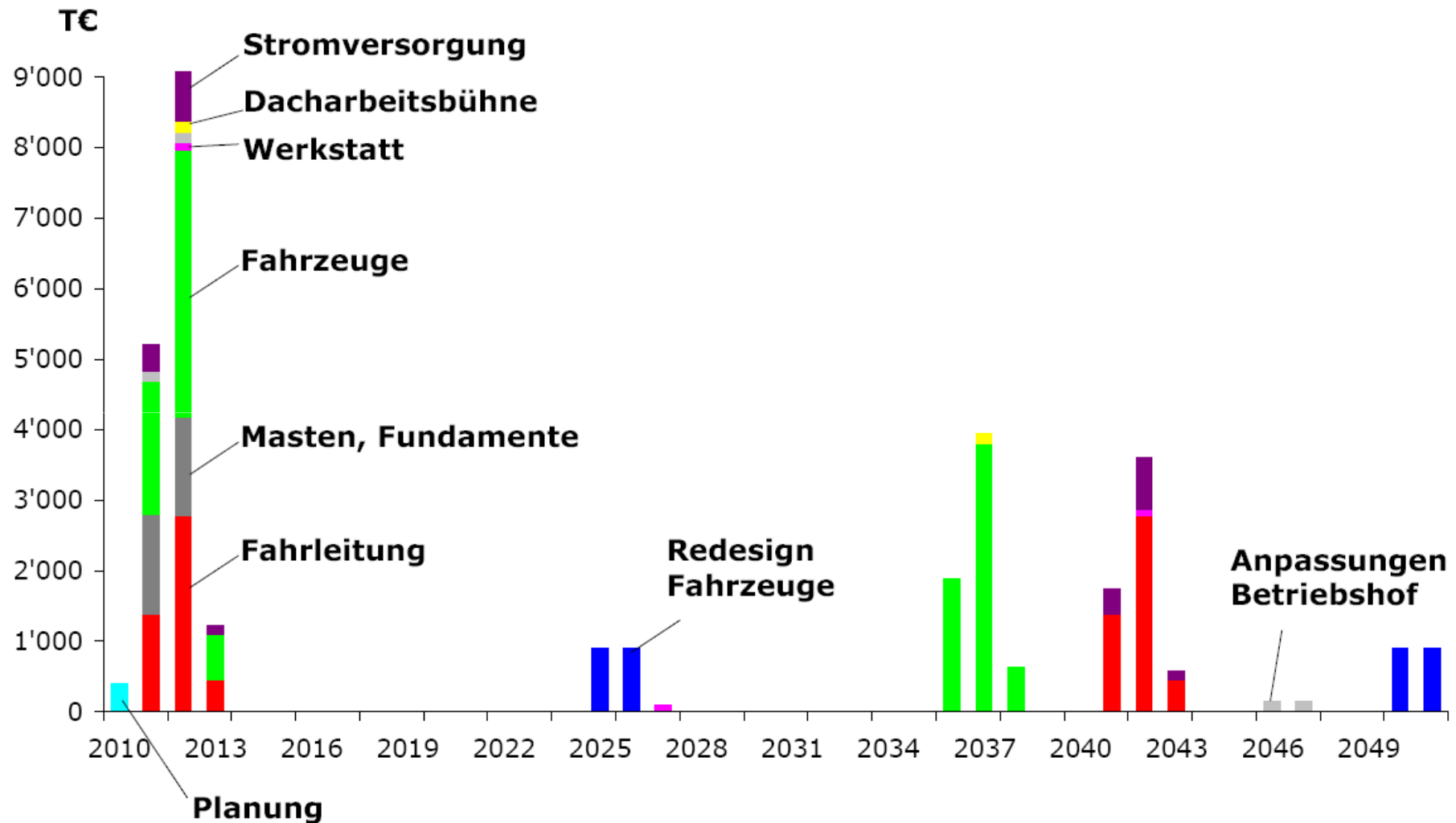
Im Ergebnis der Stromsimulation ist ermittelt, dass im Leipziger Bahnstromnetz ausreichende Kapazitäten zur bedarfsgerechten Versorgung des Obusses auf dem Linienweg der 60 vorhanden sind.

Damit entfallen sonst erforderliche Investitionen in Höhe von rund 1,2 Mio €.

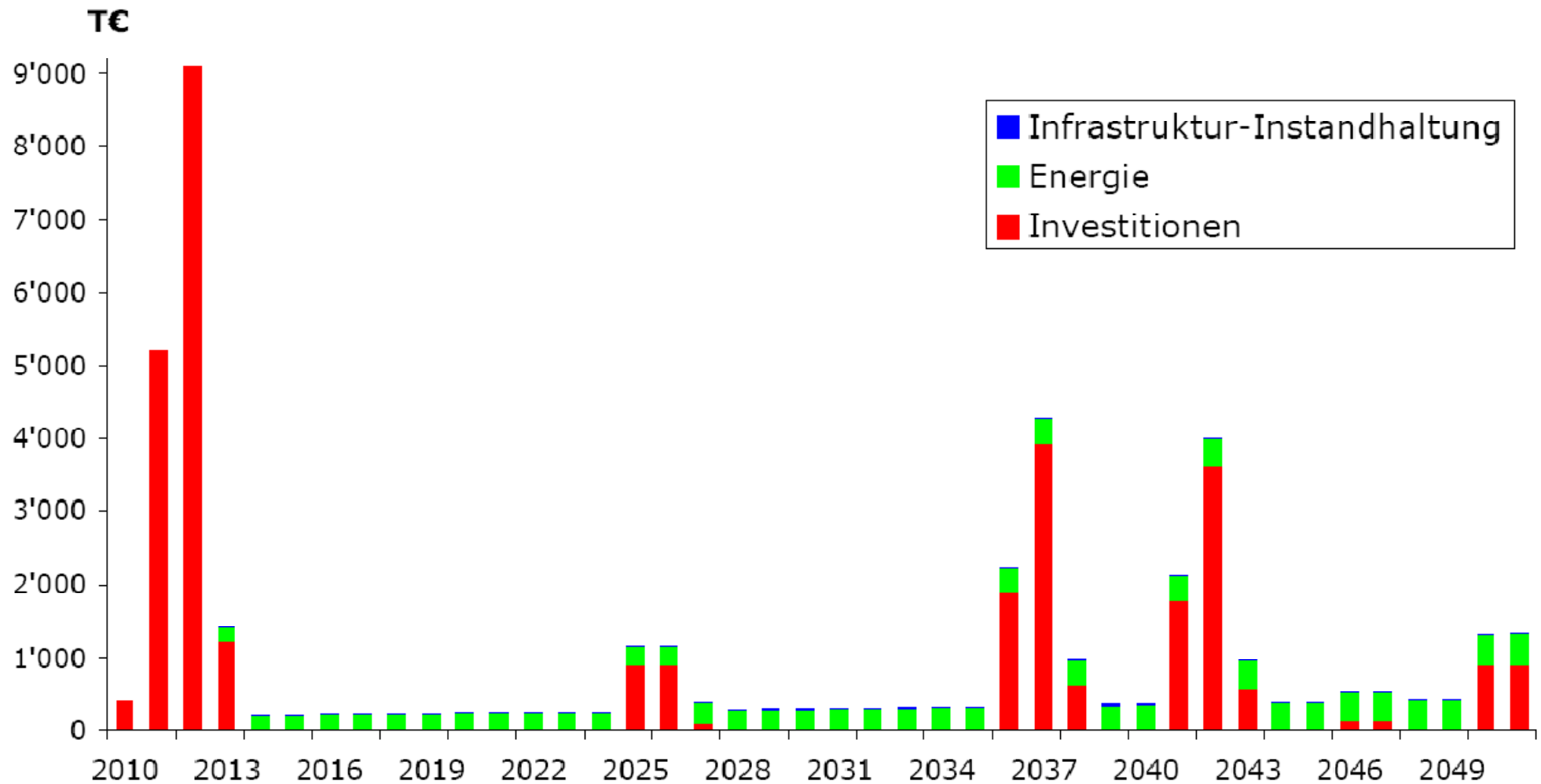
Zusätzlich kann die Höhe der Betriebskosten durch hochwirksame Nutzung der zurück gespeisten Bremsenergie im direkten Austausch zwischen Obus und Straßenbahnen wirksam gesenkt werden.



Machbarkeitsstudie Linie 60 Investitionskostenverlauf



Machbarkeitsstudie Linie 60 Ausgaben ohne Förderung



Was sind die nachteiligen Aspekte des Obusses?

Für die Errichtung eines Obus-Netzes ist eine separate Infrastruktur mit erheblichen Anfangsinvestitionen erforderlich.

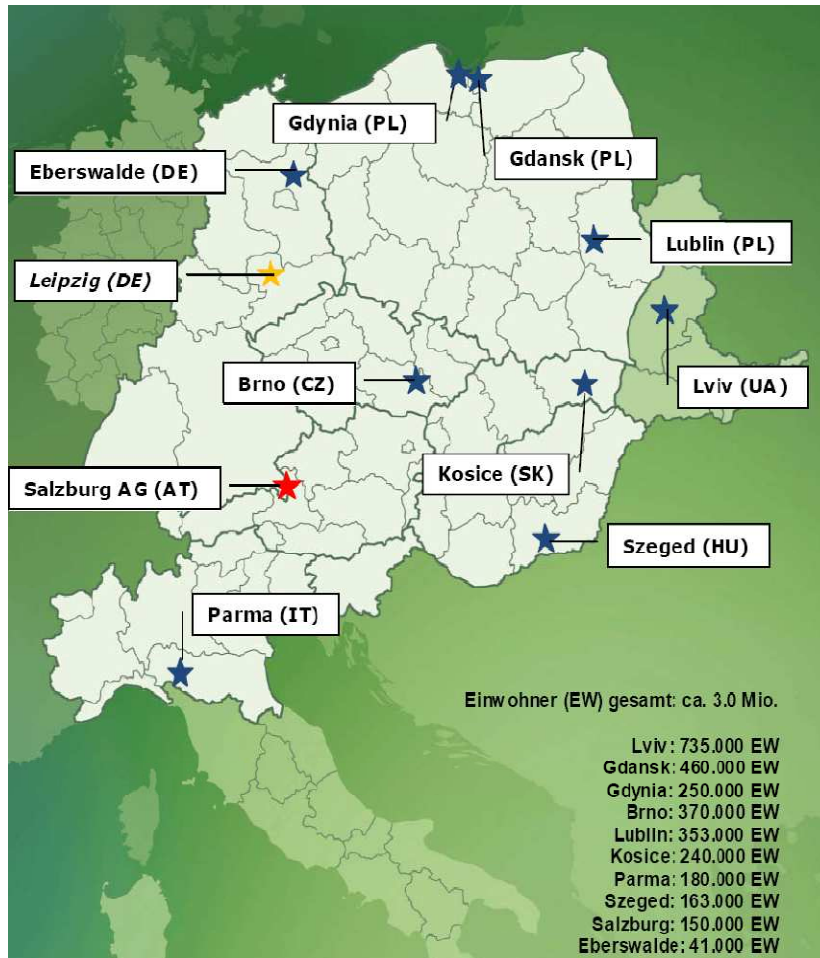
Obusse sind gegenwärtig fast doppelt so teuer wie Dieselbusse, wobei im Vergleich zu hybriden Technologien die Differenz deutlich geringer ausfällt.

Gegen Oberleitungen gibt es stadtplanerische Vorbehalte. Sie werden meist als störend empfunden.

Eingeschränkte Flexibilität des Systems



Fördermöglichkeiten - Beteiligung an Förderprogrammen



Gemeinsames Förderprojekt mit 10 europäischen Partnern zur Vorbereitung und Planung von Einführungsprojekten

Status:

Projekt in Arbeit

TROLLEY

Promote Clean Public Transport



INTERREG IVB Project
within

European Territorial Cooperation
Objective 2007-2013
CENTRAL EUROPE PROGRAMME



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Fördermöglichkeiten - Beteiligung an Förderprogrammen

www.lvb-leipzig.de				
			Stadt Leipzig Dezernat Wirtschaft und Arbeit	
				
	Interessensbekundung zur Teilnahme am bundesweiten Modellvorhaben „Förderprogramm Modellregionen Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung			
	Projektskizze			
	Modellregion Leipzig			
	„Integriertes Mobilitätskonzept des Verkehrs im urbanen Raum“ Einreicher: Stadt Leipzig			

Förderprogramm Modellregionen Elektromobilität
des BMVBS im Rahmen des Konjunkturprogrammes II

Teilobjekt Elektrobus für Leipzig

Status:

Interessensbekundung für die Modellregion Leipzig

Projekt in Arbeit



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Innovationsplattform „Electric Street Saxony“

Schwerpunkte

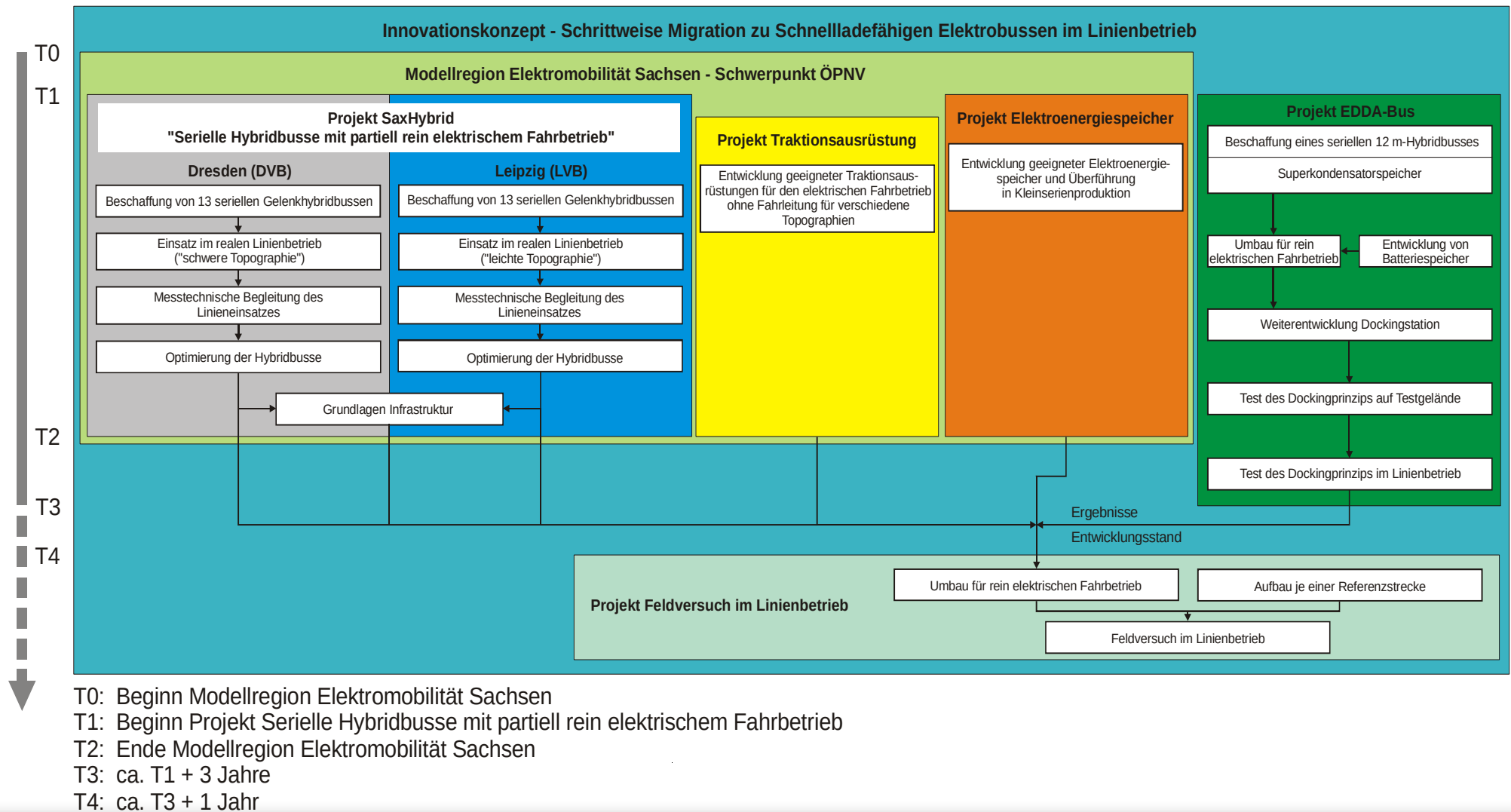
- Öffentlicher Personennahverkehr
- Nutzfahrzeug
- Ladeinfrastruktur und Netzeinbindung
- Elektrische Antriebe im Individualverkehr
- Begleitforschung



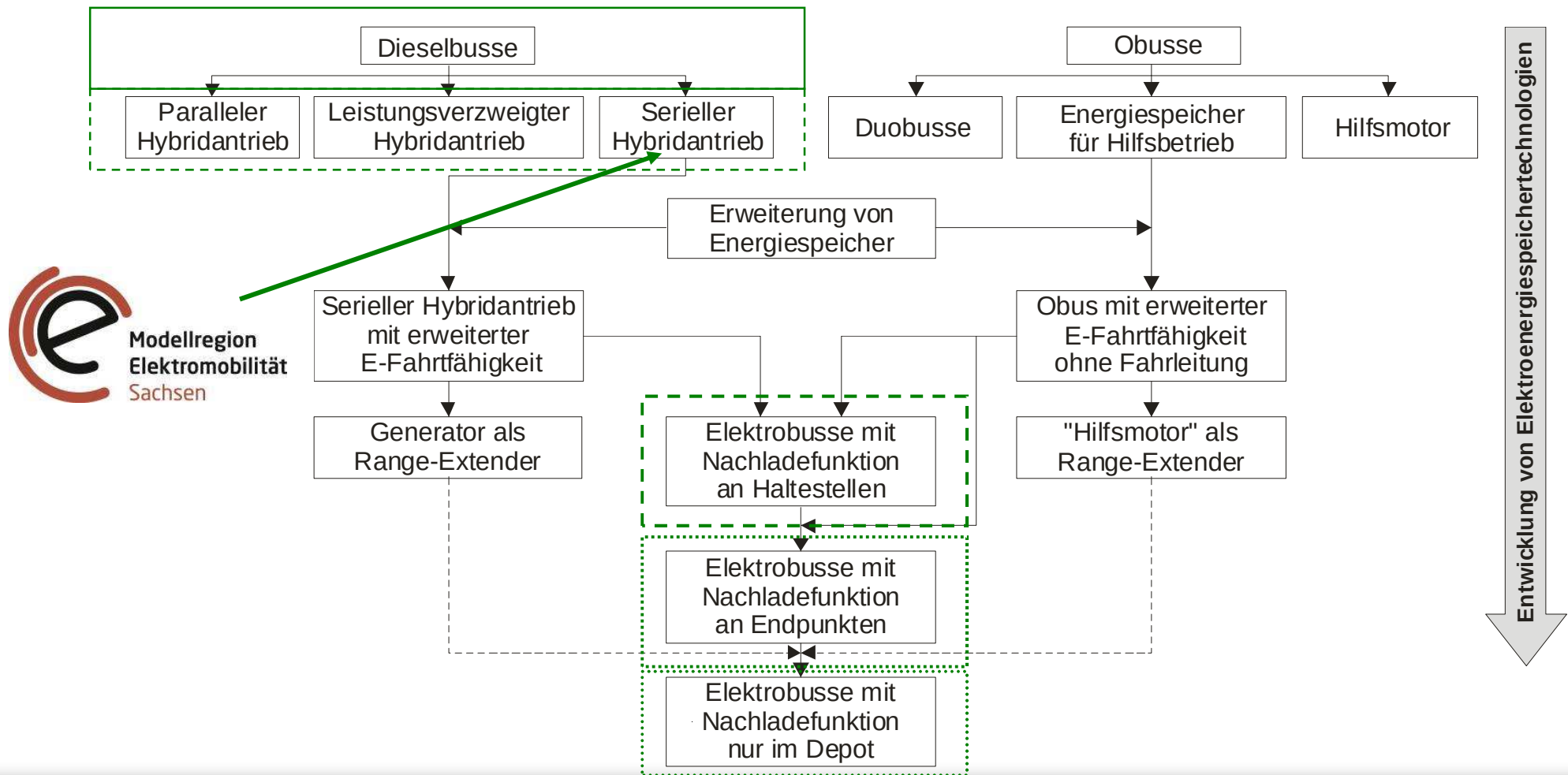
Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Innovationskonzept



Vision Elektrische Antriebe im ÖPNV der Zukunft



Schrittweise Migration zu schnellladefähigen Hybridbussen im Linienbetrieb - SAXHYBRID -

Projekthintergrund

- die Erprobung von innovativen Technologien, insbesondere Konzepte des Fahrzeugleichtbaus und Energiespeichersysteme
- Energieübertragungsmechanismen und Kontaktsysteme, die eine extrem schnelle Nachladung an den Haltestellen der Buslinien ermöglichen

Aufgabenspektrum

- Beschaffung, Indienststellung und messtechnisch begleitete Piloterprobung einer seriellen Hybridbusflotte jeweils in Dresden und Leipzig
- Technische Beurteilung der Angebote und Begleitung des Fahrzeugbaues
- Untersuchung fahrzeug- und wegseitiger Energieübertragungseinrichtungen inkl. Erprobung
- Betriebseinsatzplanung und Streckenvorbereitung für schnellladefähige Elektrobusflotten im Linienbetrieb



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Förderung der Anschaffung von Hybridbussen



Gegenstand der Förderung

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fördert die Beschaffung von Hybridbussen durch Verkehrsbetriebe zum Zwecke der Personenbeförderung im ÖPNV

Projekt „RegioHybrid“

Antragstellung von 8 Verkehrsunternehmen in der Region Mittelsachsen mit insgesamt 28 Hybridbusse

Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH

Dresdner Verkehrsbetriebe AG

Regionalverkehr Dresden GmbH

Verkehrsgesellschaft Meißen mbH

Regiobus Mittelsachsen GmbH

Verkehrsbetriebe Freiberg GmbH

Verkehrsgesellschaft Döbeln mbH

LeoBus GmbH



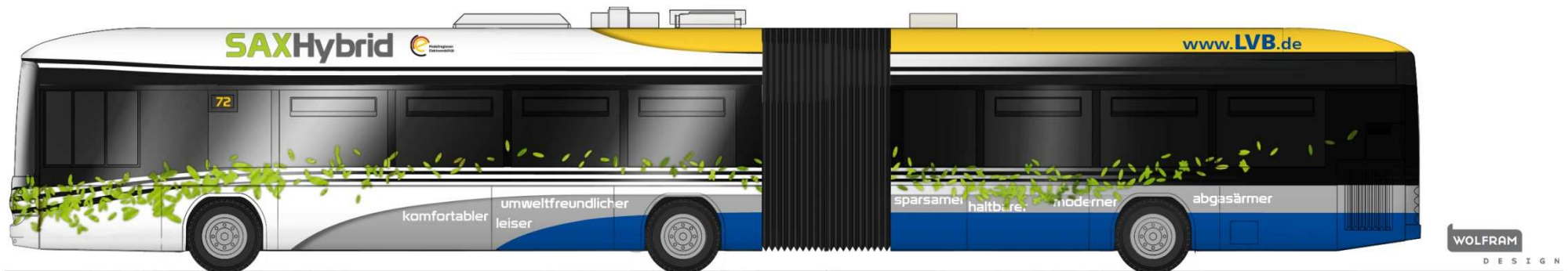
Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH

VCDB VerkehrsConsult Dresden-Berlin GmbH



Der Hybridbus - Zwischenstation auf dem Weg zum Elektrobus

- Die Beschaffung von Hybridbussen und die Untersuchung und Optimierung der Betriebsbedingungen folgt der aktuellen Förderpolitik im Bereich der Elektromobilität
- Sie ist für die LVB der Einstieg in das Zeitalter des Elektrobus
- Serielle Hybridbusse verkörpern in unterschiedlicher Ausprägung elektrisch angetriebene Fahrzeuge mit zusätzlicher netzunabhängiger Antriebsquelle
- Diese ist zur Zeit noch eine Verbrennungskraftmaschine



Elektrobusförderprojekt als Perspektive für erweiterte Akzeptanz



Die Partner:

Trolleymotion



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH





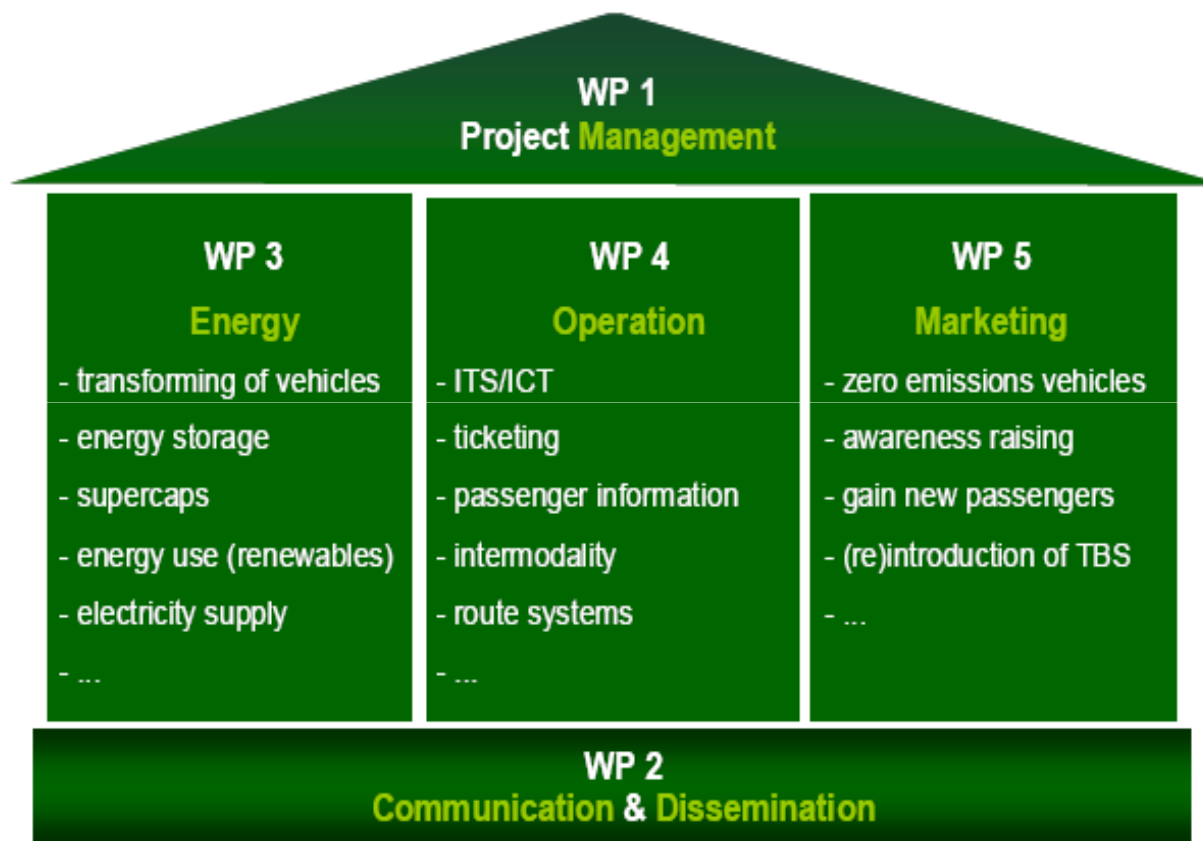
- Am 01.Juli 2010 wurde in Gdynia eine gemeinsame Projektdeklaration unterzeichnet:





Mit dieser Deklaration erklären die Partner

- Aktiv zusammenzuarbeiten, um die Ziele von Trolley durch Austausch von Erfahrung, gegenseitigem Lernen und enge Zusammenarbeit zu erreichen;
- Die Vision von wirksamen Obus-Verkehr in mitteleuropäischen Städten zu fördern und mit gegenseitig nützlichen anderen Projekten und Initiativen zu kooperieren;
- Eine aktive Rolle im Mitteleuropa-Programm zu übernehmen und politische Initiativen für eine nachhaltige städtische Mobilität zu unterstützen, insbesondere in den Bereichen von elektrischer Mobilität und Oberleitungsbussen;
- Darauf hin zu arbeiten, die erwarteten Auswirkungen auf die Verbesserung von Zugänglichkeit und Erhöhung der Qualität des öffentlichen Verkehrs in Mitteleuropa zu erreichen.



WP 0 Preparation

WP 1 Management

WP 2 Communication

WP 3 Optimising Energy Use

WP 4 Increased Public Transport
Efficiency

WP 5 Improving Image and Patronage



**CENTRAL
EUROPE**
COOPERATING FOR SUCCESS.



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND

Die Europäische Union

stellt diesem Projekt mit einem Gesamtvolumen von 4,22 Mio. €
Fördermittel in Höhe von 3,32 Mio. € bereit.

Die LVB wird für ihren Leistungsanteil in 5 Arbeitspaketen
mit 0,41 Mio. € gefördert. Der Eigenanteil beträgt 0,136 Mio. €.



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH





Arbeitspaket 1 – Projektmanagement und Koordination

- Durchführung von Veranstaltungen/Beratungen für verschiedene Teilnehmergruppen
- Koordinierung der Projektdurchführung
- Abrechnung und Kontrolle der Kosten
- Risikomanagement



Arbeitspaket 2 – Marketing/Kommunikation

- Mitarbeit bei der Erarbeitung der Materialien zur externen Kommunikation/Promotion von elektrischen Bussystemen
- Mitarbeit bei der Entwicklung der Projekt-Internetseite
- Beitrag zur Vorbereitung und Durchführung einer Trolley-Roadshow-Ausstellung
- Teilnahme am City-Industry Dialog, Mitarbeit und Teilnahme an E-Learning Modulen



Arbeitspaket 3 – Energiemanagement Straba/Trolley

- Erarbeitung der Studie über die Verknüpfung der Energiesysteme für den Straßenbahn und Obus-Betrieb/Optimierung der Stromzuführungssysteme und –technologien
- Teilnahme am technischen Workshop zum Vergleich und Evaluierung der Alternativen zur Energiespeicherung im Fahrzeug/im Netz (stationär)
- Beitrag zum Bericht über die Best-Practice-Beispiele für die Umrüstung auf Stromfahrzeuge und die Suche nach neuen Technologien



Arbeitspaket 3 – Energiemanagement Straba/Trolley

- E-learning zum Thema „regenerative Energie“, Fahrzeugumrüstung
- Teilnahme und Mitarbeit an der Kick-Off Veranstaltung „regenerative Energie“
- Mitarbeit bei der Implementierung der neuen Lösungen für die Energiespeicherung
- Organisation und Durchführung eines Seminars zum Thema Synergien in den Obus/Straßenbahnsystemen



Arbeitspaket 4 – Planung Infrastruktur für Obusse (Elektrobusse)

- Erarbeitung eines allgemein gültigen (anwendbaren) Konzeptes zum Austausch der Diesel-Busflotte durch ElektrObusse
- Organisation einer internationalen „Konferenz Einführung der Obus-Systeme“
- Beitrag zum Handbuch zur Einführung eines ElektrObus-Systems
- Organisation der Sommeruniversität zum Thema Elektromobilität
- Teilnahme und Mitarbeit an der Kick-Off-Veranstaltung „Internationale Korridore“ und „Stadt-/regionale Netzwerke“
- Input für den Bericht zur Analyse der Effizienz verschiedener Transportarten

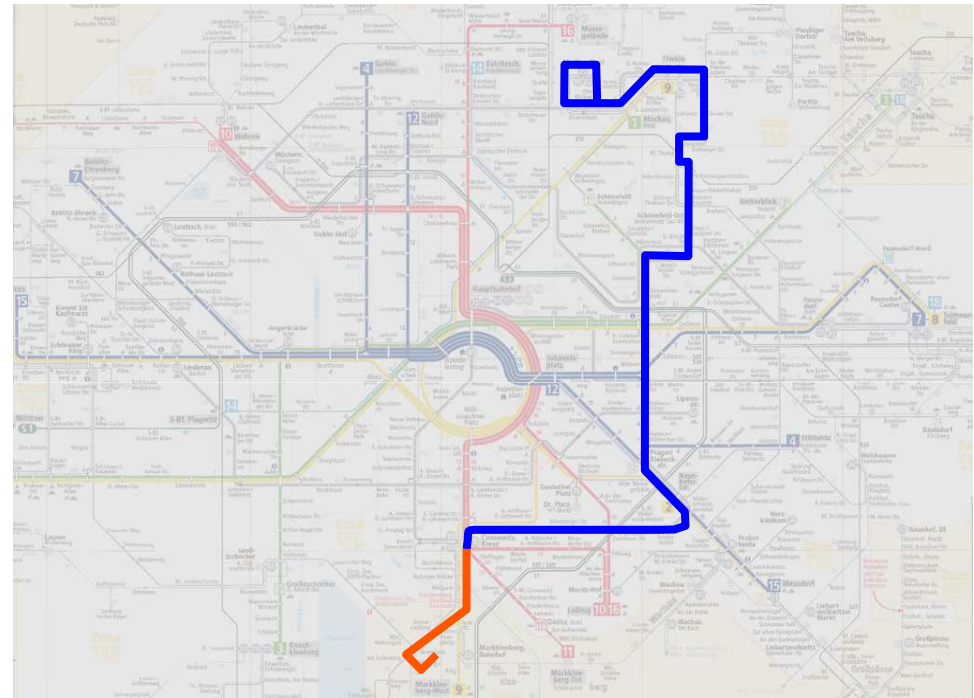


Arbeitspaket 5 – Nutzen für Fahrgäste

- Mitarbeit an der gemeinsamen PR-Kampagne für Obusse
- Teilnahme am Obus-Marketing-Symposium
- Gründung und Organisation eines Europäischen Obus-Office
- Bereitstellung der Informationen für das Obus Know-How-Pool
- Beitrag für die Trainingprogramme für die Städte- und Verkehrsfachplaner

Untersuchungslinien – Linie 70

- Innerhalb einer zweiten Ausbaustufe bietet sich als ebenfalls stark frequentierte Linie die **Linie 70** an, die in weiten Teilen bis 2001 noch als Straßenbahnlinie 22 verkehrte. Mit Einführung des neuen S-Bahn-Netzes ist vorgesehen, dass die Linie 70 ab Connewitz/Kreuz bis Markkleeberg-West verlängert wird und dort die derzeitige Straßenbahnlinie 9 ersetzt. Hier wäre ein nahtloser Übergang unter Nutzung von Teilen der vorhandenen Stromversorgungsinfrastruktur erstrebenswert.



Wie kommt die Energie ins Fahrzeug?

■Energiespeicher

- ELEKTROCHEMISCHE (Akkumulatoren)
 - ELEKTROSTATISCHE (Kondensatoren)
 - ELEKTROMECHANISCHE (Rotationsspeicher)

Alle Formen haben heute nicht den technischen Entwicklungsstand,
eine Tankfüllung zu ersetzen

- Alternative ist die Energiezuführung von außen
 - Linear (während der Fahrt)
 - Oberleitungen
 - Ladestationen
 - Unterirdische Systeme
 - Punktuell (im Stand)
 - galvanische Übertragung
 - induktive Übertragung
 - Akkuwechselstationen

Untersuchungsansätze für die Energiezuführung von außen

Lineare Energiezuführung:

- Oberleitung oder
- unterirdische Systeme

Oberleitung erprobt, sicher, anforderungsgerecht
aber zunehmend schlechter akzeptiert.

Unterirdische Systeme (wie Primove oder APS) sind für die Anwendung im öffentlichen Straßenraum bei Fahrzeugen ohne strenge Spurführung nicht erprobt

Die lineare Energiezuführung sichert die kontinuierliche Energiezuführung für Antriebsenergie und Komfortenergie, sie lässt den Energieaustausch zwischen Fahrzeugen über das Netz zu, sie benötigt Energiespeicher nur für die Abweichung vom Fahrweg.



Untersuchungsansätze für die Energiezuführung von außen

Punktuelle Energiezuführung:

Ladepunkte an Zwischenstationen

galvanisch oder

induktiv oder

Akkuaustausch

Jede Ladestation braucht eine Energiezuführung für hohe Ströme

Erheblicher Kabel- und Tiefbauaufwand, leistungsfähige Netze

Jeder Energiespeicher im Fahrzeug muss den energetischen Aufwand von Antriebs- und Komfortenergie plus Reserve decken können

Hohes Gewicht vs. Nutzlast und Energieeinsparung

Ladevorgänge müssen innerhalb weniger Sekunden (z.B. an Haltestellen innerhalb 10-15s)abgeschlossen sein.

Können wir den Linienbus mit 100 – 300 Tageskilometern mit dem Pkw gleich setzen?



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH



Vorstellbare Kompromisslösung

Die temporär lineare Energiezuführung oder
der „digitale Obus“ oder der „HybridObus“

Energiespeicher nur für einspeisungsfreie Abschnitte auslegen,
Gewichts- und Kostenersparnis, Nutzlastgewinn

Oberleitung nur dort wo sie einfach, kostengünstig und städtebaulich verträglich installiert werden kann,
Verzicht auf aufwändige Konstruktionen wie Kreuzungen oder Weichen,
Anordnung vorzugsweise in den Bereichen für Beschleunigung oder an Anstiegen,
Durch Verknüpfung mit dem Versorgungsnetz einer Bahn auch deren Rekuperationsenergie nutzbar,

Wichtige Voraussetzung automatisches An- und Abdrahten von Stromabnehmern



Oberleitungskreuzung Technik

Schwerpunkte der Akzeptanz



Abbildung 18. Kreuzung Obus/Straßenbahn ohne Stromunterbrechung

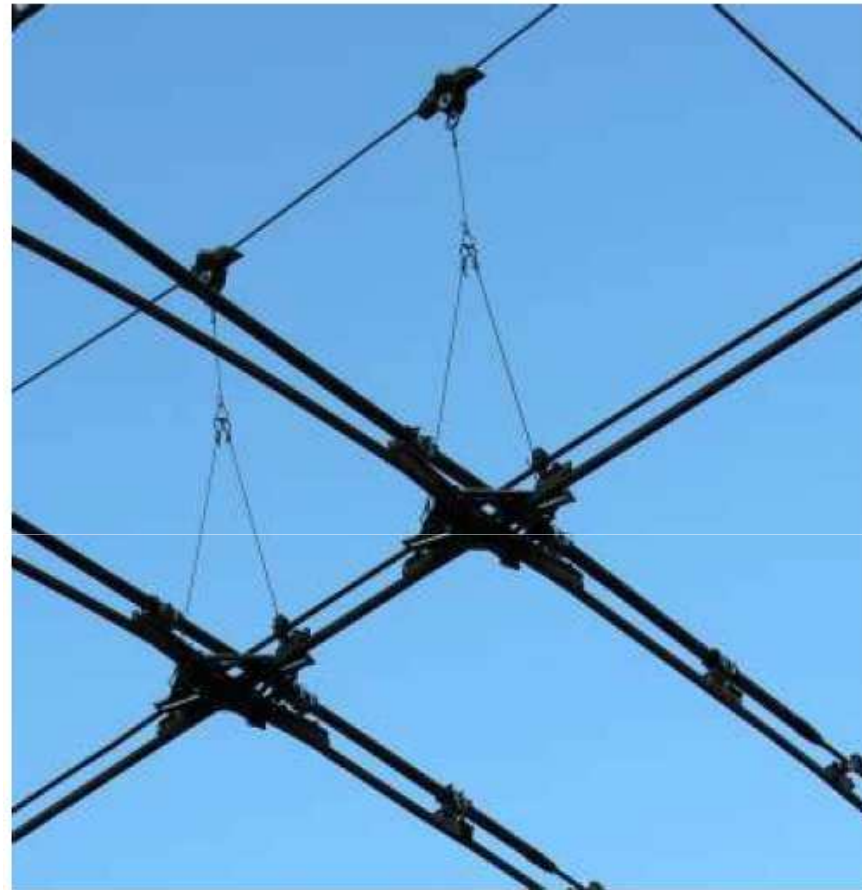
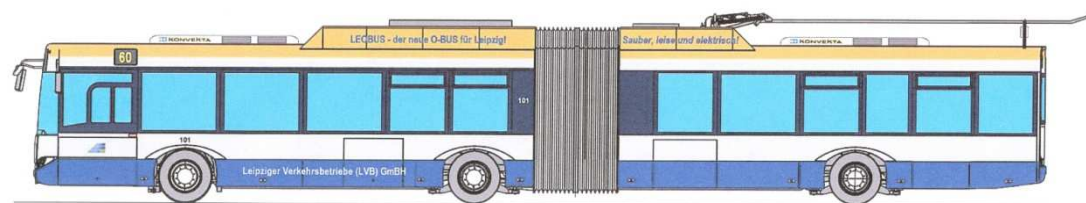


Abbildung 19. Kreuzung Obus/Straßenbahn mit Stromunterbrechung

Fazit

Der erneute Einsatz
von Obussen in Leipzig
ist immer noch eine Überlegung wert!

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Machbarkeitstudie bestätigen positive Perspektiven für ein Obus-Projekt. Es sind die Vorzüge der Technologie weiter zu entwickeln und mit den Trends der Speichertechnologie zu verbinden. Sie werden Basis für weitere Entscheidungen der Zukunft sein.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!