

**Machen innovative Techniken allein den öffentlichen Verkehr erfolgreich –  
warum setzt Barquisimeto auf Trolleybusse?**

Zusammenfassung:

Barquisimeto ist eine der größten Städte in Venezuela und hat eine hohe Lebensqualität. Diese soll durch ein neues Verkehrssystem noch weiter gesteigert werden. Hier erreicht jene Form von Verkehrsträgern mit hoher Kapazität und Geschwindigkeit, die sich in Lateinamerika seit einigen Jahren bereits unter dem Namen Bus Rapid Systems (BRT) großer Beliebtheit erfreuen, ein neues Niveau, das sich dem einer Stadtbahn annähert. Obwohl Venezuela zu den Erdöl exportierenden Ländern zählt, entschied man sich für ein Trolleybus-System. Neben der erwähnten lokalen Emissionsfreiheit bietet das System gleich einer Straßen- oder Stadtbahn noch den Vorteil, ohne Veränderungen alle Entwicklungen bei der Primärenergieerzeugung nutzen zu können. Ein solch hochwertiges Verkehrssystem stellt auch entsprechende Ansprüche an das rollende Material. Es handelt sich dabei um die neueste Entwicklung aus der Electroliner-Baureihe, den Gelenkbus N6321.

Neoplan hat in gemeinsam mit Kunden realisierten Projekten auch langjährige Erfahrungen mit revolutionären, aber komplexen Fahrzeugen mit Radnabenmotor-Technik sammeln können. Mit dem nun für Barquisimeto gebauten Typ N6321 hat Neoplan den im derzeitigen Stand der Technik besten Weg vom komplizierten Radnabenmotorauto zur einfachen effektiven, aber dennoch hochentwickelten Lösung mit optimierter Zentralmotortechnik vollzogen.

**Machen innovative Techniken allein den öffentlichen Verkehr erfolgreich – warum setzt Barquisimeto auf Trolleybusse?**

Barquisimeto ist eine der größten Städte in Venezuela nach Caracas. Als Universitätsstadt mit intensivem Kulturleben ist sie schon heute eine Stadt mit hoher Lebensqualität. Diese soll durch ein großes, national unterstütztes Restrukturierungsprogramm noch weiter gesteigert werden. Ein Kern dieses Programms ist das neue Verkehrssystem, das von einem Konsortium unter maßgeblicher Beteiligung der spanischen Firma SICE errichtet wird.

Hier erreicht jene Form von Verkehrsträgern mit hoher Kapazität und Geschwindigkeit, die sich in Lateinamerika seit einigen Jahren bereits unter dem Namen Bus Rapid Systems (BRT) großer Beliebtheit erfreuen, ein neues Niveau. Von einem großen Zentralbahnhof, der für Lateinamerika typisch von Fernbussen und nicht von einer Eisenbahnlinie angefahren wird, führen großzügige, teils in beiden Richtungen doppelspurige, reservierte Busfahrbahnen in der Mitte der großen Einfallsstraßen in das Stadtzentrum.



Während bei den bekannten Bus Rapid Transit (BRT)-Systemen die meist in der Straßenmitte liegenden Stationen über Brücken von den seitlichen Gehsteigen erreicht werden, verfügt dieses System über unterirdische, überdachte Stationen, die von den

## NEOPLAN BUS GMBH

Fahrzeugen über Rampen angefahren und wieder verlassen werden. Damit sind nicht nur die das Straßenbild störenden und immer etwas provisorisch wirkenden oberirdischen Stationsbauten mit den Zugangsbrücken verschwunden, sondern das System wird vom Erscheinungsbild gegenüber dem Benutzer her mit einem konventionellen Metro-System vergleichbar. Im Stadtzentrum, wo die Straßen enger sind, fährt der Bus wie ein konventioneller Bus oder eine Straßenbahn im Verkehr mit, zum Teil auf eigenen Spuren, zum Teil auf gemeinsamen Verkehrsflächen.



Ein schöner Wesenszug gerade dieses Systems ist, daß hier kein Gegeneinander sondern ein harmonisches Miteinander von individuellem und öffentlichem Verkehr konzipiert ist.

Obwohl Venezuela zu den Erdöl exportierenden Ländern zählt, entschied man sich für das auf den ersten Blick aufwendigere, gleichzeitig aber auch flexiblere und ökologisch zumindest lokal extrem verträgliche Antriebssystem. Die Fahrzeuge werden elektrisch angetrieben, wobei sie über ein Oberleitungssystem mit Strom versorgt, also als Trolleybus geführt.

Neben der erwähnten lokalen Emissionsfreiheit bietet das System gleich einer Straßen- oder Stadtbahn noch den Vorteil, ohne Veränderungen alle Entwicklungen bei der Primärenergieerzeugung nutzen zu können. Wie jedes oberleitungsgespeiste System, sei es auf Schienen oder Gummireifen, ist es regional und global gesehen, so umweltfreundlich und nachhaltig wie die Stromerzeugung für das Gebiet. Ist diese Stromerzeugung aber aus irgendeinem Grund problematisch, ist das von ihr gespeiste

## NEOPLAN BUS GMBH

Verkehrsnetz aber nur ein kleiner Teil der der Sanierungsaufgabe. Den größten Teil des Verbrauchs elektrischer Energie stellen andere, wesentlich basalere Zivilisationsbedürfnisse wie Beleuchtung, Kochen, gekühlte Getränke usw. dar. Eine „gesunde“ Art der Erzeugung elektrischer Energie für die Netzversorgung ist also eine Grundvoraussetzung für jede Zivilisation, die lebenswert funktionieren soll. Die thermische Umwandlung von Energieträgern im Fahrzeug direkt ist für linienunabhängig, also individuell fahrende Fahrzeuge oder Linienfahrzeuge, die sehr flexibel sein müssen, die richtige Wahl.

Mit der Wahl elektrischer Energie als direkter Antriebsform erhält das Verkehrssystem von Barquisimeto einen weiteren Aspekt direkter Vergleichbarkeit zu Stadtbahnsystemen, bei denen ja heutzutage kaum noch eine andere Antriebsart vorstellbar ist. Durch die altbekannten Vorteile des elektrischen Antriebs im typischen Fahrzyklus eines Linienfahrzeugs mit seinen immer gleichen Phasen Beschleunigung - kaum Konstantfahrt – Abbremsen – Stillstand – Beschleunigung etc. ist diese Entwicklung logisch. Nur mit elektrischem Antrieb können die beim Oberleitungsfahrzeug altbekannten Möglichkeiten wie geräuschärmstes Beschleunigen, Bremsen mit Energierückgewinnung und Vermeidung von Motorleerlauf im Stillstand in bester Form realisiert werden. Dem oberleitungsunabhängigen Autobus erschließen sich diese Möglichkeiten künftig durch die Hybrid-Technik.

Ein solch hochwertiges Verkehrssystem stellt auch entsprechende Ansprüche an das rollende Material. Daher konnte sich bei der Vergabe durch den Systemhersteller ein Produkt aus dem Haus MAN, die Premium-Marke Neoplan, durchsetzen. Es handelt sich dabei um die neueste Entwicklung aus der Electroliner-Baureihe, den Gelenkbus N6321.



Die N63-Linie der Baureihe Electroliner wurde für spezielle Anforderungen entwickelt. Durch die Positionierung des Traktionsmotors links vor der anzutreibenden Achse und

## NEOPLAN BUS GMBH

die Ausrichtung der Achsen (außer der Vorderachse) auf Super-Single-Bereifung können mit dem Gelenkbus N6321 besondere Anforderungen befriedigt werden:

- Breiter Mittelgang mit circa 730mm für optimalen Passagierfluß
- Innenlandschaft mit nur einstufigen Podesten möglich
- Durch die gleichmäßigere Gewichtsverteilung ist auch die neue Europäische Länge mit 18,75m realisierbar
- Beim Gelenkbus ist der Antrieb der 2. zusätzlich zur 3. Achse möglich („Doppelachs Antrieb“).

Das Modul aus singlebereifter Antriebsachse und davor liegenden Traktionsmotor ist auch zur Konzipierung größerer Einheiten geeignet. Durch weitgehende Angleichung an die Standard-Autobus-Baureihe N45XX von Neoplan wird nicht nur die Voraussetzung für eine industrielle Produktion und Standardisierung erreicht, sondern auch der neuste Stand der Standardbus-Technik den elektrisch angetriebenen Bussen zugänglich gemacht.

Eigenschaften, wie weitgehende Podestfreiheit, große Durchgangsbreite im Mittelgang, Antrieb mehrer Achsen hat Neoplan bereits vor über 15 Jahren in damals revolutionären Buskonzepten verwirklicht. Basis dieser Entwicklungen war die Radnabenmotor-Technik, bei der kleine Elektromotore direkt in die durch sie anzutreibenden Räder oder zumindest nahe bei ihnen plaziert werden. Diese Bauweise, die schon fast 110 Jahre alt ist (Lohner-Porsche, Wien 1898), präsentiert sich auf den ersten Blick zwar bestechend kompakt, wird aber bei Erfüllung heutiger Anforderungen recht komplex. Durch die erforderliche Leistung ist Flüssigkeitskühlung unverzichtbar, was aufwendige Mediensysteme mit komplexen Leitungssträngen zu den bewegten Aufhängungsteilen bedingt. Die bei oberleitungsgebundenen Fahrzeugen erforderlich Isolationsebene ist mit heutiger Technik nur sehr aufwendig mit genereller galvanischer Trennung oder speziellen Kühlmedien realisierbar. Pro Motor ist ein Umrichter nötig. Bei den möglichen Motorleistungen in dieser Technik sind beim Gelenkbus immer 4 Motore nötig.

Natürlich sind so faszinierende Möglichkeiten offen: zum Beispiel voll lenkbare Antriebsachsen, auch bei Niederflurbauweise, die ganz andere Fahrzeug- und damit Innenraumproportionen, aber auch zusätzliche Lenkfunktionen eröffnen. Doch dafür ist eine elektrohydraulische Lenkanlage für die entsprechenden Achsen erforderlich, was ein weiteres komplexes Element ins Spiel bringt.

Neoplan hat in gemeinsam mit Kunden realisierten Projekten langjährige Erfahrungen mit diesen Technologien sammeln können. Die Erkenntnis daraus ist, daß die Technik bei entsprechender Entwicklung durchaus beherrschbar ist, aber auf jeden Fall ein deutlich erhöhter Aufwand für Wartung und geplante Instandsetzung zu kalkulieren ist. Um diesen status zu erreichen ist hoher Entwicklungsaufwand erforderlich, der bei der Neoplan N61—Baureihe durch Nacharbeiten inzwischen erreicht ist. Um ein mit konventioneller Zentralmotortechnik vergleichbares Niveau bei Wartung und Instandhaltung zu bekommen, ist die Entwicklung noch viel weiter zu treiben, weil das System einfach umfangreicher ist und nicht auf tausendfach und daher optimierte bewährte Serienkomponenten zurückgegriffen werden kann.

Deshalb wurde bei der neuen Entwicklung der N63-Baureihe ein Weg beschritten, der den besten Kompromiß darstellt. Höchste Prämisse war Zuverlässigkeit und

## NEOPLAN BUS GMBH

Verwendung bewährter und bekannter Komponenten. Durchgehende Niederflrigkeit im Mittelgang ist bei Stadtbussen heute durch die Verwendung von Portalachsen Standard. Super-Single Bereifung dieser Achsen ermöglicht auch schon beachtliche Durchgangsbreiten, was bei Gelenkbussen, speziell wenn sie in bahnähnlichen Systemen angewendet werden, für den Passagierfluß besonders wichtig ist. Um zusätzlich auch die vor einem Gelenk liegende Achse antreiben zu können und die Gewichtsverteilung zu optimieren, wurde die Lage des Antriebsmotors links vor der Achse gewählt. Links deshalb, um bei der Türanlage flexibler zu sein. Die Antriebsachse ist die direkte Ableitung der single-bereiften Serienniederflurachse der MAN- und Neoplan-Stadtbusbauereihen und diese natürlich mit der doppelbereiften Antriebsachse im gleichen Baukasten.

Somit konnte ein optimaler Innenraum, der gegenüber einem Fahrzeug mit Raddirektantrieb nur wenige Kompromisse in Kauf nehmen muß, die Möglichkeit zu Mehrachsantrieb, aber ohne Zwang dazu und eine verbesserte Gewichtsverteilung erreicht werden. Dies alles mit bewährter Zentralmotortechnik, die immer noch große Vorteile bei Einstandspreis, Zuverlässigkeit und Wartungsaufwand bietet. Die Lenkeigenschaften sind wie die eines europa-, ja weltweit üblichen Standardgelenkbusses, mit denen man ja im Stadtverkehr sehr gut zurechtkommt.



Die Traktionsanlage von Bombardier kann durch die Zentralmotortechnik auf tausendfach bewährte Technik zurückgreifen, Durch den streng modularen Aufbau aller Anlagen vom Hochgeschwindigkeitszug bis zum Trolleybus sind standardisierte Elemente in Verwendung – ein großer Vorteil bei Ersatzteilhaltung und in Folge auch der Verfügbarkeit der Teile. Mit dem gemeinsam beschlossenen Schritt zur Standardanlage, die modular aufgebaut, nur über wenigen Varianten und Parameter an die Kundenerfordernisse angepaßt wird, wird mit der Standardisierung des Wagenbaus, der Trolleybus als industriell gefertigter Serientyp greifbar.

Der Traktionsmotor ist der bewährte Typ von Skoda mit Zwischengetriebe, um ein hohe Gesamtübersetzung bei einer Standardübersetzung in der ZF-Portalachse zu ermöglichen. Dies sichert eine lange Lebensdauer des Achsgetriebes. Die übrigen Komponenten sind leicht und kompakt, was zu einem sehr niedrigen Eigengewicht des Wagens beiträgt. Ein schönes Detail ist der hermetische Abschluß der Traktionseinheiten, der durch das externe Kühlsystem möglich wird. Dadurch ist einfachste Reinigung der Kühlanlage möglich.

## NEOPLAN BUS GMBH

Die leichte, kompakte und kraftvolle Generatorgruppe, ermöglicht von den vielen Situationsangepaßten Varianten auf einen verbindlichen Standard zu kommen, da nicht mehr die bei konventionellen Ausführungen übliche Gewichtszunahme durch höheren Leistungsbedarf die Passagierkapazität in eigentlich fast unakzeptablem Maß drückt.

Als Antwort auf die Frage im Titel ist daher festzustellen, daß Innovation für den Fortbestand des Stadtverkehrs wie auch für alle anderen Verkehrsarten ein unverzichtbarer Beitrag ist, aber, wie man am Beispiel Barquisimeto sieht, sich diese Innovation nicht nur auf die Technik, sondern auch auf die Darbietung der Leistung an den Kunden erstrecken muß. In der Konkurrenz der Verkehrssysteme auf willkürliche Verschlechterungen für die Mitbewerbersysteme zu setzen, ist keinesfalls zukunftsreich und gemahnt an Zwangsregime, die wir zumindest in Mitteleuropa bereits überwunden gehofft hatten.

Daß diese umfassende stetige Innovation nicht den wichtigen Entwicklungsschritt von der Invention zur Innovation überspringen darf, zeigen die nicht immer erfreulichen Erfahrungen bei der Einführung noch unerprobter Techniken. Auf jeden Fall bringt zu große Komplexität zusätzlichen Aufwand und Anstrengungen mit sich und muß daher genau gegen den damit erzielbaren Nutzen abgewogen werden. Hier sollte man eindeutig Saint-Exupéry folgen, der die Entwicklung der Technik vom Primitiven über das Komplizierte zum Einfachen skizzierte.



Mit dem nun für Barquisimeto gebauten Typ N6321 hat Neoplan den im derzeitigen Stand der Technik besten Weg vom komplizierten Radnabenmotorauto zur einfachen effektiven, aber dennoch hochentwickelten Lösung mit optimierter Zentralmotortechnik vollzogen.