



Tram nach Maß

Bewährte Komponenten plus innovative Technologie: Mit dem neuen Avenio stellt Siemens Mobility das Niederflur-Straßenbahnkonzept für die Anforderungen von morgen vor.

Überall auf der Welt rückt die Straßenbahn als leistungsstarkes, umweltfreundliches und dabei höchst wirtschaftliches Verkehrsmittel wieder in den Fokus der Stadtplaner und Verkehrsbetriebe. Bestehende Linien werden ausgebaut und gänzlich neue Straßenbahn-Netze geplant, oft mitten durch belebte Stadtquartiere. Niederflur-Konzepte mit niedrigem Einstieg, stufenlosem Wagenboden und angemessenem Komfort sind da besonders gefragt. Auch mit dem neuen Avenio setzt Siemens Mobility auf dieses Konzept: Er wurde konsequent aus dem bekannten Combino weiterentwickelt und weist nun eine Reihe technischer Innovationen auf, die ihn zu einer der modernsten 100-Prozent-Niederflurstraßenbahn der Welt machen.

Bei Niederflur-Konzepten sind die Konstrukteure ganz besonders gefordert, denn oft widersprechen sich technische Möglichkeiten und Anforderungen: Beispielsweise soll die Antriebsleistung der Straßenbahn hoch genug sein, damit auch volle Züge ordentlich beschleunigen können. Ein niedriger und durchgehend ebener Wagenboden bietet jedoch wenig Raum für Radsätze und Antriebe. Auch Faktoren wie hohe Stabilität und geringes Gewicht, wichtig für Langlebigkeit, Verschleißarmut und Energieeffizienz, stehen im Gegensatz zueinander. Zahl und Anordnung der Türen entscheiden darüber, wie viele Sitzplätze verfügbar sind, beeinflussen jedoch auch die zum Ein- und Aussteigen benötigten Haltezeiten und damit die Umlaufzeit.

Eine Plattform für flexiblen Einsatz: die neue Avenio Niederflurstraßenbahn.

“ Seit zwei Jahrzehnten baut Siemens 100%-Niederflurstraßenbahnen – der Avenio ist die konsequente Weiterentwicklung.

Silke Vandersee, Vice President Light Rail, Siemens Mobility



ten des Zuges auf der Strecke. Und schließlich bestimmt die Konstruktion des Fahrwerks, wie komfortabel, wirtschaftlich und umweltfreundlich ein Straßenbahnzug unterwegs ist.

Drehgestelle für alle Zugmodule

Bisher wurden Straßenbahnen meist als Multigelenkfahrzeuge konstruiert: Zwischen zwei kurzen Wagenteilen mit starren Fahrwerken ist ein langer, räderloser Wagenkasten wie eine Sänfte aufgehängt. Diese asymmetrische Anordnung belastet jedoch Drehgelenke und Aufbau enorm, denn bei zügiger Kurvenfahrt sind nicht nur die „schwebenden“ Wagenteile hohen Querbeschleunigun-

gen ausgesetzt. Deshalb wählten die Siemens-Ingenieure beim neuen Avenio – wie schon bei den Straßenbahnprojekten für Budapest und die portugiesische Stadt Almada – das Konzept modularer Einzelgelenkwagen: Sowohl die Endwagen als auch die neun Meter langen Mittelwagen verfügen über eigene, teils angetriebene Drehgestelle. Das optimiert zum einen das Kurvenverhalten, erlaubt aber auch, sehr unterschiedlich lange Straßenbahnen zu bilden – vom 18-Meter-Kurz-zug bis hin zur Einheit mit sechs Mittelwagen, insgesamt 72 Metern Länge und Platz für mehr als 540 Fahrgäste. So kann der Avenio als derzeit längste 100-Prozent-Niederflurstraßenbahn der Welt konfiguriert werden.



Mit breiten Türen, optimierter Raumaufteilung und effektivem Klimasystem bietet der Avenio besten Fahrkomfort.

Breite Doppeltüren nehmen rund 30 Prozent der gesamten Länge ein, beginnend direkt hinter dem Führerstand. Sie ermöglichen auch Fahrgästen mit Bewegungseinschränkung den schnellen, barrierefreien Zugang und erlauben rasches Ein- und Aussteigen selbst bei voll besetzten Zügen. Das verkürzt die Haltezeiten und sichert zusammen mit einer möglichen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h kurze Umlaufzeiten. Auch fertigungstechnisch ist der Avenio auf dem neuesten Stand. Eine State-of-the-art-Leichtbauweise aus Stahl mit weniger verbauten Teilen als in den Vorgängermodellen senkt Gewicht und Fertigungskosten.

Innovative Losrad-Drehgestelle

Im Gegensatz zum Combino besitzt der Avenio keine herkömmlichen Fahrwerke, sondern Losrad-Drehgestelle: Hierbei sind die Räder nicht durch eine Achse verbunden, sondern werden einzeln in einem Portalrahmen gelagert. Außenliegende Motoren treiben paarweise die jeweils hintereinander liegenden Räder an. Ein Vorteil dieser Bauweise ist, dass Motor, Getriebe und Hohlwellenkupplung vollständig abgedeckt außen am Fahrwerk liegen und für Wartungsarbeiten problemlos zugänglich sind. Das Besondere am neuen Avenio-Drehgestell: Es verhält sich in der Geraden wie ein konventionelles Radsatz-Drehgestell, schwenkt bei Einfahrt in Kurven frei aus und durchfährt Bögen reibungsarm wie ein Losrad-Fahrwerk.

Besonders wichtig war den Siemens-Ingenieuren eine gleichmäßige Lastverteilung bei den einzelnen Zugteilen. Deshalb setzten sie

die Drehgestelle des Avenio mittig unter die Wagenkästen – eine Maßnahme, die seitliche Spurführungskräfte auf Gleis und Räder deutlich reduziert. Die Fahrgäste bemerken die Wirkung am höheren Fahrkomfort: Die Straßenbahn bietet exzellente Laufruhe und fährt sanft durch Kurven, in engen Bögen und auf schlechter Strecke tritt das lästige Quietschen und Poltern nicht mehr auf, Rollgeräusche und Bodenvibrationen werden selbst bei hoher Geschwindigkeit effizient gedämpft. Die längste 100-Prozent-Niederflurstraßenbahn der Welt ist damit zugleich auch eine der leisesten.

Neben einem deutlich gesteigerten Fahrkomfort für die Fahrgäste bringt das innovative Fahrzeugkonzept auch handfeste wirtschaftliche Effekte mit sich: Es entlastet nicht nur Wagenkästen und Gelenke und ermöglicht so einen energiesparenden Leichtbau, sondern reduziert auch den Verschleiß an Rädern und Schienen. So müssen die Radreifen bei herkömmlichen Niederflur-Fahrzeugen oft schon bei wenig mehr als 100.000 Kilometern Laufleistung ausgetauscht werden. Der Avenio dagegen kann wegen der konzeptbedingt geringeren Belastung der Räder Laufleistungen von bis zu 500.000 Kilometern mit denselben Radreifen erreichen.

Auch ein Plus an Sicherheit gehört zu den Kerneigenschaften des Avenio. Beispielsweise schützt ein durchdachtes Crashkonzept gemäß europäischer Aufprallschutz-Norm EN 15227 Fahrer und Fahrgäste optimal bei Kollisionen. Die passive Sicherheit für Fußgänger war beim Kopfdesign und der Buggestaltung ebenfalls ein wesentliches Kriterium. An Haltestellen wirken Sicherheitsfunktionen wie eine komplexe Türüberwachung und eine optionale Bahnsteigbeleuchtung bei



Punkt für Punkt: Der Avenio im Überblick

- Einzelgelenkkonzept, 100%-Niederflur
- Minimaler Verschleiß an Rädern und Schienen, dadurch reduzierte Betriebskosten
- Zahlreiche breite Türen, optimierte Raumaufteilung und Klimasystem für mehr Fahrgastkomfort
- Überarbeitetes Drehgestell mit exzellenter Laufruhe auch bis 80 km/h Höchstgeschwindigkeit
- Im Straßenbahn- und Stadtbahnbetrieb einsetzbar
- Für Tunnelbetrieb geeignet
- Optionaler Energiespeicher zur weiteren Verbesserung der Energiebilanz
- Oberleitungsloser Betrieb möglich

Der Avenio: Wirtschaftlich im Betrieb, vorbildlich in der Energiebilanz.

geöffneten Türen. Und für mehr Sicherheit an Bord sorgen Brandschutzmaßnahmen nach den neuesten Normen, Brandschotts sowie die konsequente Verwendung von brandhemmenden Materialien. So ausgerüstet, lässt sich der Avenio auch auf Stadtbahnen mit längeren Tunnelstrecken ideal einsetzen.

Zu den ganz wesentlichen Eigenschaften bei Straßenbahnen, die mehrere Jahrzehnte unterwegs sein sollen, gehört heute mehr denn je ein niedriger Energieverbrauch. Beim neuen Avenio trägt dazu ein ganzes Bündel von Maßnahmen bei – beginnend wieder bei der Fahrwerkskonstruktion: Sind nämlich Triebräder konventionell durch Achswellen quer miteinander verbunden, vernichten sie wegen der unterschiedlich langen Laufwege im Innen- und Außenbogen Energie durch Reibung. Die Losräder des Avenio dagegen können in Kurven mit unterschiedlicher Drehzahl laufen – ohne derartige Reibungsverluste.

Dazu kommen zahlreiche Innovationen wie beispielsweise die elektrische Bremse, die bis zum Stillstand des Fahrzeugs wirkt und den Einsatz der mechanischen Bremsen nur bei Gefahrenbremsungen und als Parkbremse nötig macht. Die optimierten Nebenaggregate schalten sich im Stand ab oder reduzieren ihre Leistung. Auch intelligentes Energiemanagement, Traktionsumrichter neuester Generation und die Traktionssteuerung mit einem Wirkungsgrad von über 98 Prozent stehen für den höchst effizienten Umgang mit Strom.

Optional speichern On-Board-Energiespeicher die beim Bremsen gewonnene Energie und nutzen sie anschließend wieder zum Beschleunigen sowie zum Heizen oder Kühlen des Innenraums. Und weil dieser Pufferspeicher auch die Verbrauchsspitzen im Oberleitungsnetz reduziert, können oft sogar Investitionen in eine stärkere Stromversorgung

”

Unter dem Strich bringt der Avenio den Passagieren höchsten Fahrkomfort und den Betreibern handfeste Kostenvorteile.

einfach entfallen. Die genannten Maßnahmen können in der Summe den Energieverbrauch um bis zu 30 Prozent senken.

Mit der an Bord gespeicherten Energie kann der Avenio aber auch bis zu 2,5 Kilometer weit ohne Oberleitung fahren: über komplexe Straßenkreuzungen, durch Stadttore, Tunnel und denkmalgeschützte Bereiche, unter Brücken hindurch, an Baustellen vorbei oder überall dort, wo eine Oberleitung das Stadtbild stört oder nicht installiert werden soll. Im portugiesischen Almada nahe der Hauptstadt Lissabon hat sich dies schon bewährt.

Selbst nach der Ausmusterung in einigen Jahrzehnten lässt sich noch Energie einsparen und die Umwelt schonen, denn die verbauten Materialien garantieren eine Recyclingquote von über 90 Prozent. Schließlich soll der Avenio – bei aller Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit und Umweltfreundlichkeit im Betrieb – vor allem eine Investition in die Zukunft sein. □