

A close-up, low-angle shot of the front of a white Siemens Avenio high-speed train. The train is sleek and aerodynamic, with a large black windshield. The word "Avenio" is displayed in white LED lights on the upper part of the windshield. The train is set against a dark, overcast sky. The Siemens logo is visible on the front of the train.

SIEMENS

Ingenuity for life

Avenio

Produkt-Umwelterklärung
gemäß ISO 14021 Typ II

[siemens.de/mobility](https://www.siemens.de/mobility)

Das Produkt

Avenio, die neue Familie der Niederflurstraßenbahnen: einzigartige Fahrzeuge, gemacht für die Stadt von heute. Die innovativen Avenio-Einzelgelenkzüge passen sich individuell an die Anforderungen des öffentlichen Nahverkehrs an – komfortabel und wirtschaftlich, sicher und zuverlässig. Darüber hinaus erfüllen sie höchste Ansprüche an grüne Mobilität. Dazu tragen sowohl reduzierte Energiekosten als auch eine überdurchschnittlich hohe Lebensdauer bei.

Siemens Umweltleitbild – unsere Verpflichtung zum Handeln

Umweltschutz ist für Siemens unternehmerische Aufgabe, gesellschaftliche Verantwortung und Erfolgsfaktor zugleich. Eine Aufgabe, die wir mit fortschrittlichen Produktionsverfahren, innovativen Produkten und höchstem Anspruch an unser Umweltmanagement erfüllen. **Unser Ziel:** Weltweit in allen Unternehmensbereichen natürliche Ressourcen zu schonen – und so die Umwelt zu schützen.

Grundlage hierfür sind die EHS-Prinzipien von Siemens zu Umweltschutz, Gesundheitsmanagement und Sicherheit. Integraler Bestandteil unserer Geschäftsprozesse ist ein konsequentes und innovatives Umweltschutzmanagement, das über gesetzliche Anforderungen hinausgeht, das ist unser Beitrag zu einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung.

2 Module 18 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	24	79	103
2,40 m	36	73	109
2,65 m	36	86	122
3 Module 27 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	42	118	160
2,40 m	50	122	172
2,65 m	52	140	192
4 Module 36 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	52	170	222
2,40 m	72	164	236
2,65 m	72	192	264
5 Module 45 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	68	211	279
2,40 m	96	200	296
2,65 m	96	235	331
6 Module 54 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	80	260	340
2,40 m	112	250	362
2,65 m	112	292	404
7 Module 63 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	104	292	396
2,40 m	144	276	420
2,65 m	144	326	470
8 Module 72 m	Sitze	Stehplätze	Gesamt
2,30 m	116	341	457
2,40 m	160	326	486



Berechnungsgrundlage für Stehplätze: 4 Passagiere/m² bei Zweirichtungsfahrzeug

Umweltkennzahlen

Die Darstellung der wichtigsten Umweltkennzahlen ermöglicht die Vergleichbarkeit von Produkten hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit. Die rechnerisch ermittelten Kennzahlen beziehen sich auf die Basisausführung der Avenio-Plattform und den vorgesehenen betrieblichen Einsatz.

Untersuchungsobjekt

Die Umwelterklärung wurde auf Grundlage der Basiskonfiguration der Avenio-Plattform erstellt. Technische Daten können untenstehender Tabelle entnommen werden. Eine Produktumweltdeklaration nach ISO 14025 Typ III inklusive einer Ökobilanz nach ISO 14040 kann kundenspezifisch erstellt werden.

Materialzusammensetzung

Die Anforderungen gemäß der „UNIFE Railway Industry Substance List“ werden über die gesamte Lieferkette hinweg eingehalten. Somit ist gewährleistet, dass keine verbotenen Stoffe und Substanzen eingesetzt werden, durch die Menschen und Umwelt Schaden nehmen könnten. In der Basis-konfiguration haben die Straßenbahnen aus der Avenio-Familie eine Gesamtmasse von ca. 47 t und bestehen zu 84 % aus metallischen Werkstoffen wie Stahl und Aluminium (siehe Abb. 1).

Technische Daten der Avenio Plattform-Basiskonfiguration	
Fahrzeug-Konfiguration	4-teiliger Niederflur-Gelenktriebwagen für den Einrichtungsbetrieb
Achsfolge	Bo'2'Bo'Bo'
Netzspannung	DC 750 V
Spurweite	1.435 mm
Fahrzeuginnenlänge über Puffer	36.850 mm
Fahrzeugbreite	2.300 mm
Niederfluranteil	100 %
Einstieghöhe	300 mm
Kapazität (bei 4 Personen/m ²)	216, davon 69 Sitzplätze
Höchstgeschwindigkeit	80 km/h

Abb. 1: Materialzusammensetzung der Avenio-Nahverkehrszüge.

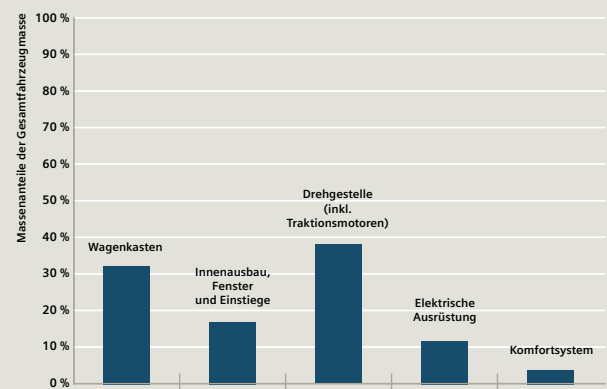
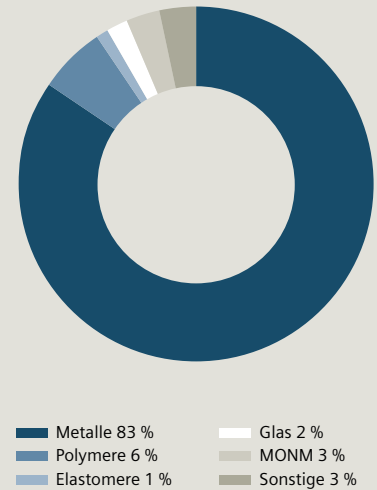


Abb. 2: Massenzuordnung auf die jeweiligen Hauptproduktgruppen.

Treibhauspotenzial

Das Treibhauspotenzial beschreibt die durch Treibhausgase verursachte Erderwärmung, beispielsweise durch Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CH₄). Unter den beschriebenen Voraussetzungen der Lebenszyklusphasen beträgt das Treibhauspotenzial der Avenio-Straßenbahnen bei der 4-teiligen Basiskonfiguration über den gesamten Lebenszyklus 8,74 g CO₂-Äquivalent pro Kilometer und Person. Dabei entsteht der überwiegende Emissionsanteil (8,60 g CO₂-Äquivalent pro Kilometer und Person) während des Betriebs. Maßgeblich für die Menge der Emissionen ist der Strommix für den Betrieb der Avenio-Straßenbahnen: Besteht dieser zu einem Großteil aus regenerativen Energien, kann das Emissionspotenzial des Avenio noch weiter reduziert werden.

Entsorgungsverhalten

Durch den Einsatz von natürlichen und recycelbaren Materialien erzielt der Avenio eine Verwertungsquote von 95,5%, die sich aus 92,5% stofflicher und 3% energetischer Verwertung zusammensetzt (siehe Abb. 4). Durch die Entsorgung des Fahrzeugs ergibt sich ein Benefit von 75 t CO₂ Äquivalent.

Brandschutz

Die Avenio-Plattform wurde nach den Brandschutzanforderungen gemäß EN 45545 konstruiert. Die Materialnachweise wurden nach DIN 5510-2/EN 45545-2 erbracht. Die Straßenbahnen können mit Brandmeldern und Temperaturfühlern ausgestattet werden, sodass ein Brand frühzeitig erkannt werden kann.

Emissionsvergleich

Dank der hohen Energieeffizienz sind die Treibhausgas-Emissionen während der Nutzungsphase des Avenio wesentlich geringer als die des Individualverkehrs (Quelle: Ecoinvent Version 01.02.2011, 100% Auslastung). Im Vergleich zu einem PKW mit Verbrennungsmotor reduziert der Avenio die Treibhausgas-Emissionen um bis zu 80% pro Person (siehe Abb. 5).

Lärm- und Schwingungsentwicklung

Der Außengeräuschpegel (LpA_{eq,TP}), den eine mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h vorbeifahrenden Niederflerstraßenbahn erzeugt, beträgt maximal 78 dB(A) in 7,5 m Abstand von der Gleismitte. Gleichzeitig liegt der Innengeräuschpegel (LpA_{eq,T}) im Fahrgastraum zwischen 68 und 71 dB(A) – bei 60 km/h gemäß ISO 3095 (Außengeräusch) und ISO 3381 (Innengeräusch) bzw. VDV154/2011.

Die Außen- und Innengeräuschentwicklung sowie die im Betrieb auftretenden Bodenschwingungen (minimale ungefederte Massen) wurden im Hinblick auf den Fahrgastkomfort und die Anwohner in der Nähe von Gleisanlagen minimiert.

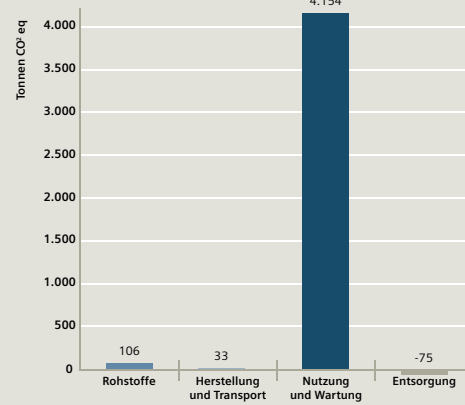
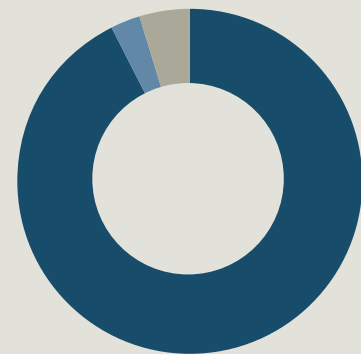


Abb. 3: Treibhauspotenzial der Avenio-Familie in den jeweiligen Lebenszyklusphasen.

Abb. 4: Entsorgungsverhalten der Avenio-Nahverkehrszüge.



■ Stoffliche Verwertung 92,5 %
 ■ Energetische Verwertung 3,0 %
 ■ Abfall 4,5 %

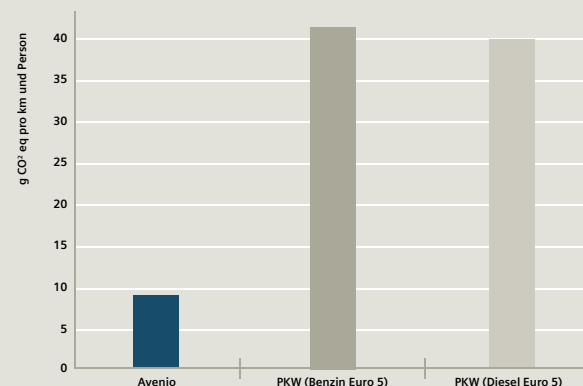


Abb. 5: Vergleich der Treibhausgas-Emissionen der Avenio-Familie mit modernen PKWs.

Die Lebenszyklusphasen

Von der Entwicklung bis zur Entsorgung: In die Avenio-Plattform ist die Erfahrung aus mehr als 135 Jahren Straßenbahnbau und knapp 25 Jahren Niederflurtechnologie von Siemens eingeflossen. Die Auswirkungen auf die Umwelt lassen förmlich aufatmen: leise, verschleiß- und emissionsarm sind die Bahnen nach einer Lebensdauer von 30 oder mehr Jahren zu über 95% recycelfähig.



Rohmaterialien

Diese Phase berücksichtigt die Materialien, die in der Avenio-Plattform verbaut werden. Alle Prozesse und Umweltauswirkungen wurden bilanziert – von der Rohstoffgewinnung bis zur Herstellung von Halbzeugen.



Herstellung und Transport

In dieser Phase wurden alle Materialien, Energien und Brennstoffe des Herstellungsprozesses bilanziert. Die Sachbilanzdaten stammen aus dem Bericht des betrieblichen Umweltschutzes (Geschäftsjahr 2013/14) des Siemens Produktionsstandorts in Wien. Gemäß Allokationsverfahren wurden diese der Avenio-Plattform zugerechnet. Die Entsorgung der Abfallmaterialien aus der Produktion wurde zusätzlich berücksichtigt.

Die Auslieferung zum Endkunden wurde mit einer Distanz von 500 km veranschlagt, der Transport der Fahrzeuge erfolgt auf der Straße.



Betrieb und Wartung

Der bilanzierte Energieverbrauch basiert auf Berechnungen eines realitätsnahen Betriebs. Bei voller Beladung und einem Rückspeisegrad von bis zu 45 % beträgt der Energieverbrauch pro Kilometer und Person ab 12,6 Wattstunden. Für den Betrieb über eine Nutzungsdauer von 30 Jahren wurde eine jährliche Laufleistung von maximal 70.000 km zugrunde gelegt. Energieverbrauchswerte lassen sich anhand der Zugkonfiguration

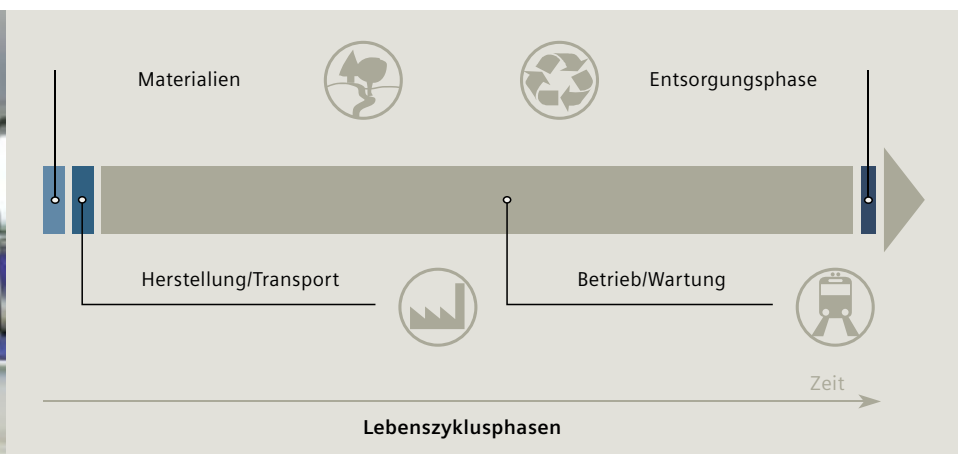
und der Fahrstrecke inkl. der Fahrzeugoptionen (z. B. Energiespeicher) individuell bestimmen.

Die Züge werden mit dem durchschnittlichen europäischen Strommix betrieben. Basierend auf dem präventiven Wartungsplan wurde der Materialbedarf für die Wartung und die Entsorgung der Abfallmaterialien berücksichtigt.



Entsorgung

Grundlage für die Betrachtung der letzten Lebenszyklusphase bildet ein theoretischer Entsorgungsprozess mit Vorbehandlung, Zerlegung und Zerkleinerung entsprechend der „UNIFE Recyclability and Recoverability Calculation Method for Rolling Stock“. Die stoffliche und energetische Verwertungsquote der Avenio-Plattform konnte so unter Berücksichtigung der tatsächlichen Demontier- und Wiederverwertbarkeit bilanziert werden.



Herausgeber

Siemens AG 2016

Mobility Division
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München
Deutschland

E-mail: contact.mobility@siemens.com

Artikel-Nr. MOUT-B10004-00

Gedruckt in Deutschland

Dispo 21720

gB 160219 SIMC-0000-46378 BR 05160.2

© Siemens AG 2016

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Avenio® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Siemens AG.

Jede nicht autorisierte Verwendung ist unzulässig. Alle anderen Bezeichnungen in diesem Dokument können Marken sein, deren Verwendung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte des Eigentümers verletzen kann.

