



Mobilitätsleitbild der Landeshauptstadt Wiesbaden

Technisch / planerische Gutachten

Hier: Verkehrsmittelvergleiche und –bewertungen:

1. lighTram “25” (Trolley), Hess AG, Schweiz
2. Autonomous Rail Rapid Transit (ART), CRRC, China

Zusatzpräsentation für die
Stadtverordnetenversammlung der
Landeshauptstadt Wiesbaden

06.03.2020



1

lighTram "25" (Trolley, Oberleitungsbus),
Hersteller: Carrosserie HESS AG, Schweiz

2

Autonomous Rail Rapid Transit-System (ART),
Hersteller: CRRC, China

Verkehrsmittelvergleich und -bewertung:



lighTram "25" (Trolley, Oberleitungsbus) Hersteller: Carrosserie HESS AG, Schweiz



Technisch-/planerische Dienstleistungen
Mobilitätsleitbild Wiesbaden
dmo / Benz + Walter

Bildquelle: Bosch/SPS

Quelle: „WENIGER VERKEHRSTOTE,
WENIGER STAUS - Vernetzte Autos“,
SPS, Die Welt vom 07.04.2017

Einordnung der lighTram in die Segmentierung der Verkehrsträger im ÖPNV

ÖPNV-Verkehrsträger							
Art der Infrastruktur	Straße		Schiene		Luft	Wasser	
	Ungebunden	Gebunden (eig. Infrastruktur)	Bodenverlauf	Hochverlauf			
	Omnibus	Spurgeführt (eigene Trasse)	S-Bahn	Einschienebahn (Monorail)	Hubschrauber-Shuttle*	Fähre	
	Minibus	Optisches Leitsystem	U-Bahn	Schwebebahn	Lufttaxi*	Linienschiff	
	Buszug (AutoTram)	Oberleitungsbus	Straßenbahn	Seilbahn		Barkasse	
	Taxi/Limousine*	Bus Rapid Transit (BRT)	Stadtbahn	People Mover			
	Mietwagen ^{1*}		Zahnradbahn	Liftkabinen mit Linearmotor			
	Shuttle/ODM-Verkehre*		Standseilbahn				
	Sharing-Systeme*						
			<i>Verkehrsträgergruppen</i>				

¹ = Mietwagen mit Fahrer, z.B. Uber

* Im Rahmen des ÖPNV nur wenn Funktion als Zubringer bzw. „Letzte Meile“ eingenommen wird bzw. gemäß PBefG ÖPNV-Verkehre ersetzt, ergänzt oder verdichtet werden

- Im Prüfschema der ÖPNV-Verkehrsträger der technisch / planerischen Dienstleistungen für den Mobilitätsleitbildprozess zählt die **lighTram** (Hersteller: Hess AG, Schweiz) zu den **straßengeführten Fahrzeugen, die über eine (zumindest auch genutzte) Oberleitungsinfrastruktur (Obus) mit Elektrizität versorgt werden.**
- Bei der Betrachtung der ungebundenen Optionen für die Straße ist in die Prüfung der Verkehrsträger des ÖPNV auch der **Buszug (AutoTram) mit eingeflossen, der in den Ausmaßen der lighTram „25“ entspricht.**

Einordnung der Produktpalette der Hess AG zu den Oberleitungsbussystemen in der Schweiz

- Elektrische Oberleitungsbussysteme sind seit den 30´er bis 50´er Jahren des 19. Jahrhunderts im Einsatz und sind größtenteils wieder eingestellt worden - auch in Europa.
- Zu den damaligen Einführungszeitpunkten waren solche elektromotorischen Systeme **nur mit Energiezufuhr über eine Oberleitung verfügbar**.
- Noch vorhandene Systeme sind **in Europa bzw. Deutschland, Österreich & Schweiz aus historischen Gründen** bzw. wegen den spezifischen Vorteilen bei Bergfahrten (Drehmoment Anfahrt) **noch vorhandenen**.
- Die **existierenden Oberleitungsbussysteme werden lediglich sukzessive erneuert bzw. modernisiert**. Dies ist insbesondere auch in Deutschland, Österreich und der Schweiz der Fall. **Für den Weiterbetrieb sind auch betriebsbedingte Gründe ausschlaggebend bzw. wird der Rückbau der Infrastruktur** und die damit nicht mögliche anderweitige Nutzbarkeit der Fahrzeuge **gescheut**.
- Die **Fahrzeuge sind jeweils speziell auf die lokalen/technischen Gegebenheiten der beauftragende Stadt ausgerichtet und werden in Kleinserien speziell dafür gebaut**.
- Daher werden z.B. in der Schweiz bei Spezialanbietern wie der Hess AG neue Ersatz-Oberleitungsbusse nach Bedarf bestellt, zur Erhöhung der Flexibilität auch als Hybridbusse.
- Auch die **Fahrzeuge der Carrosserie Hess AG sind speziell für die Schweiz konzipiert**. Eine Expansion auf andere Märkte wird zwar als Option angegeben, wie z.B. beim vom Schweizer Bundesamtes für Energie (BFE) geförderten Projekt „Swiss Trolley plus“, es ist aber nicht der Hauptfokus. Der Swiss Trolley und die lighTram Trolley zählen zu einer Produktfamilie.



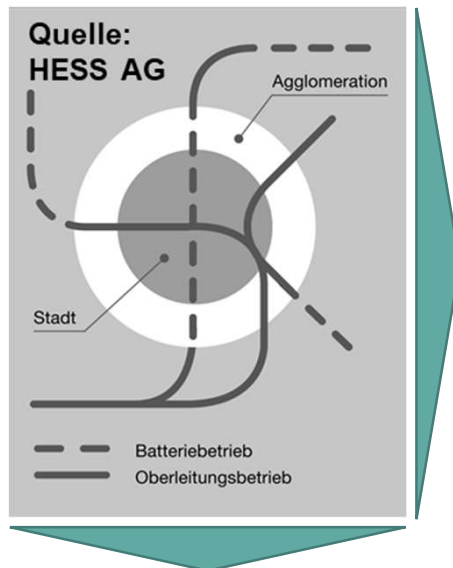
Beschreibung lighTram Trolley „25“ (1)

- Die Carrosserie Hess AG, Schweiz ist ein mittelständischer Hersteller von Autobussen, Trolleybussen, Personenanhängern, Bus-Bausätzen und Nutzfahrzeugen.
- Die **lighTram Trolley mit Batterieladung** ist gemäß Hersteller in drei Varianten verfügbar:
 - „TOSA“ und „OPP“ sind „Gelegenheitslader“ (ohne Oberleitungsnutzung),
 - **die „DC“-Variante ermöglicht die Fahrt und Batterieaufladung an Oberleitungen** (Hybridbus, kein klassischer Obus nach § 4 Abs. 3 PBefG).



- **Hier wird nur die Oberleitungs-lighTram (Trolley) in der „25“-Variante (Doppelgelenkbus, L: 24,7 m) betrachtet.** Grund: Systementscheidung ESWE Verkehr (E-Busse mit Depotladung).
- Die Gelenkbusvariante „19“ weist mit einer Gesamtlänge von 18,7 m eine ebenfalls über **die auf max. 18 m optimierte Infrastruktur der ESWE Verkehr (Abstellmanagement, Ladung, Wartung, Reparatur, Waschstraße) hinausgehende Fahrzeuglänge** auf.
- Für beide Fahrzeuglängen (25 und 19) müssten in der Folge neue Betriebshofflächen bzw. Betriebshofeinrichtungen geschaffen bzw. installiert werden.

Beschreibung lighTram Trolley „25“ (2)



- Durch die ergänzende Nutzung einer **leistungsfähige Batterie** erfolgt eine **emissionsfreie Fahrt ohne Oberleitung** selbst bei speziellen topografischen und klimatischen Gegebenheiten (keine Nutzung eines Verbrennungsmotors, auch nicht für Heizung oder Klimaanlage).
- Die **Batterie wird während der Fahrt** durch die Oberleitung (Dynamic Charging, DC) und durch Rekuperieren **geladen**.
- Die **Traktionsbatterie ist so auch ohne Fahrleitung einsatzfähig** und es wird nur eine partielle Oberleitungsinfrastruktur für die Wiederaufladung bzw. den eigentlichen Fahrbetrieb benötigt.
- Die **Batterie ermöglicht ca. 30 % der vorgesehenen Streckenführung ohne Oberleitung zurückzulegen**.

- Dadurch wird die **Verlängerung bestehender Linien ohne einen (sofortigen) Oberleitungsausbau ermöglicht**.
- **Automatisches Ein- und Abdraten** ermöglicht abschnittweises Fahren ohne Oberleitung.
- Historische Innenstadtkerne oder besondere Plätze können so **von Oberleitungen frei gehalten** werden, ebenso können **Streckenabschnitte ohne Oberleitung passiert oder Umleitungen** gefahren werden.



Beurteilung lighTram Trolley „25“: Nicht zur Umsetzung in Wiesbaden geeignet

- Die Prüfung der K.O.-Kriterien hat ergeben, dass die lighTram Trolley „25“ nicht zur Anschaffung bzw. Umsetzung in Wiesbaden geeignet ist.

Zusammenfassung Begründung:

- Der **Betriebshof der ESWE Verkehr** ist ausschließlich für Fahrzeuge mit einer Maximallänge von 18 Metern und ohne Stromabnehmeraufbauten ausgelegt. Dies betrifft neben den Abstellflächen auch die Wartungs- und Reparaturoeinrichtungen wie die Waschstraße. Hinzu kommt, dass die lighTram nicht für die vorgesehenen Ladeinfrastruktur (Depotladung über Steckersysteme) geeignet ist. Die von der Hess AG angebotenen Modelle sind Oberleitungs- oder Gelegenheits-/Streckenlader.
- Die **lighTram Trolley** ist infolge der 3-teiligen, vierachsigen Bauart mit hochanfälligster Gelenk- und Übergangstechnik erfahrungsgemäß **sehr wartungsintensiv und reparaturanfällig** sowie wegen großer Kurvenradien für die Wiesbadener Innenstadt nicht geeignet.
- Eine **Anbindung außerhalb des Wiesbadener Stadtgebietes** nach Mainz oder den RTK **wäre** wegen fehlender Systemkompatibilität zum Straßenbahn- bzw. Busnetz **nicht gegeben**. Darüber hinaus sind die z.B. ins Umland **zu fahrenden Strecken nicht mehr mit der von der lighTram zur Verfügung gestellten Batteriekapazität zu bewältigen**.
- Eine Anbindung an **Mainz** kann daher voraussichtlich nicht realisiert werden, da dort ein **Straßenbahnsystem** implementiert ist und keine Kompatibilität der Oberleitungen und Trassen vorliegt. Der **RTK setzt auf Busverkehre und eine Straßenbahn**.
- Eine Umsetzung in Wiesbaden **als Ersatz der Systementscheidungen für Batteriebusse und BZ-Busse mit Depotladung bzw. -betankung wäre nicht sinnvoll. Es besteht kein Bedarf für weitere Bussysteme.**
- Wegen der größeren Anzahl an wegen der Oberleitungstrasse zumeist an denselben Stellen rollenden Reifen als KOM/GOM würden schnell Spurrillen entstehen (**Infrastrukturkosten Straßenerhalt**).

- Die lighTram Trolley „25“ der Hess AG ist für die speziellen Bedarfe der Schweiz konzipiert.

Beurteilung lighTram Trolley „25“: Details Ausschluss (partieller) Oberleitungsbussysteme (1/3)

- **Oberleitungsbusse bzw. Hybridbusse** (Betrieb über partiell notwendige Oberleitung und Batterie, wo keine Oberleitung verfügbar ist) **weisen keine grundsätzlich größeren Beförderungskapazität als z.B. rein über Batterie betriebene E-Busse** bzw. wasserstoffbetankte Brennstoffzellenbusse (BZ-Busse) auf. Daher ist **kein tatsächlicher komparativer Vorteil von Systemen mit Streckenladung über Oberleitungen gegenüber** der Systementscheidung der ESWE Verkehr für **Depotladungen/-betankungen von E-/BZ-Bussen** zu identifizieren.
- Die Systementscheidung für emissionsfreien Busbetrieb wurde zugunsten der Depotladung bzw. der Betankung mit molekularem Wasserstoff auf dem Betriebshofgelände getroffen. **Ein separates, weiteres System ist für einen emissionsfreien Busbetrieb in Wiesbaden nicht erforderlich. Die ersten E-Busse sind bereits in Betrieb**, bis Ende des Jahres 2021 ist der Betrieb von 120 dieser E-Busse vorgesehen. **Die gesamte Busflotte der ESWE Verkehr soll auf emissionsfreie E-Busse oder, wo in wenigen Fällen aus Traktionsgründen notwendig, BZ-Busse umgestellt werden. Der Betriebshof der ESWE Verkehr wird bereits** von jeweils autark zu- und abfahrenden Dieselnissen sukzessive **auf E- und BZ-Busse umgestellt**.
- Für den Betrieb von E- Bussen ist **auf dem Gelände des Betriebshofes der ESWE Verkehr bereits eine Ladeinfrastruktur vorhanden** bzw. wird diese im Rahmen der sukzessiven Beschaffung aufgebaut. **Dazu** ist auf dem Gelände des Betriebshofs für BZ-Busse **eine eigene Wasserstofftankstelle** nach neuestem Stand der Technik errichtet worden. Die Systementscheidung der ESWE Verkehr für den elektromotorischen Betrieb von E-Bussen/ BZ-Bussen mit Depot-Ladung/ Betankung ist somit bereits abgesichert.
- Die **Umläufe der Linienführungen** des Dieselbusverkehrsnetzes der ESWE Verkehr **sind** an die bisherigen Ladekapazitäten von E-Bussen mit Depotladung bzw. wo notwendig BZ-Bussen **anpassbar**. Damit besteht **keine Notwendigkeit für eine ergänzende Energiezufuhr über Oberleitungen und die Investition in ein zusätzliches Oberleitungs-/Hybrid Bussystem** mit extra anzuschaffenden und zu wartenden Fahrzeugen.

Beurteilung lighTram Trolley „25“:

Details Ausschluss (partieller) Oberleitungsbussysteme (2/3)

- Für ein (partielles) Oberleitungsbussystem **wären auch bauliche Erweiterungen bzw. Anpassungen** zumindest der Zu- und Abfahrt (Oberleitung oder Batterie), der Abstellflächen/Abstellsystematik, der Wartungs- und Reparaturreinrichtungen sowie der Waschstraße **auf dem Betriebshof der ESWE Verkehr erforderlich**. Die Betriebshofeinrichtungen sind auf Omnibusse ohne Stromabnehmer und eine Gesamtlänge von 18 m ausgelegt. Zwei Bestandsdieselbusse (L: 18,75 m) werfen bereits Probleme auf.
- Der gegenwärtige **Batterie-Entwicklungsstand samt der noch in 2020 auch in Wiesbaden bei E-Bussen in den Einsatz gehenden Feststoff-Batterien** (bzw. Lithium-Polymer-Batterien oder Festkörperbatterien) mit größerer Kapazität und daher gesteigerter Reichweite **macht einen Betrieb von Obussen bzw. Hybridbussen in Wiesbaden nicht erforderlich**.
- Die **Reichweite der Einsatz kommenden eCitaro-E-Busse** von Evobus/Mercedes-Benz **soll durch eine Brennstoffzelle weiter gesteigert werden**. Bereits in 2022 wird der eCitaro mit Feststoff-Batterie und Brennstoffzellen-Range-Extender annähernd 100 Prozent aller Anforderungen an Stadtbusse abdecken.
- Für einen (partiellen) Oberleitungsbusbetrieb besteht die **Notwendigkeit der Beschaffung von kostenintensiven Spezialanfertigungen bei den Fahrzeugen, die jeweils in Kleinserien für die jeweiligen Bedingungen vor Ort produziert werden. Dies gilt auch für die Oberleitungsinfrastruktur**. Insbesondere Schäden können nicht immer schnell behoben werden, da in Deutschland kaum noch Unternehmen existieren, die sich auf diese Technik spezialisiert haben. Eine Fremdreparatur scheidet daher i.d.R. aus.
- **Für stark frequentierte Hauptverkehrslinien oder auch verteilende Massenverkehre (Hauptlauf) liegt keine größere Vorteilhaftigkeit** von (partiellen) Oberleitungsbussystemen gegenüber anderen emissionsfreien Bussystemen oder auch schienengebundenen Lösungen **vor**.

Beurteilung lighTram Trolley „25“: Details Ausschluss (partieller) Oberleitungsbussysteme (3/3)

- **Bestehenden Bushaltestellen in Wiesbaden sind auf den Betrieb mit Gelenkonnibussen ausgerichtet**, 18 m lang und barrierefrei hergerichtet. Ein Einsatz von 25 m - Hybrid-Oberleitungs-Doppelgelenkbussen würde ein Um- bzw. Neubau aller Haltestellen der betroffenen Linienführung notwendig machen. Auch betreffend über Batteriebetrieb angefahrene Linienabschnitte.
- **Nicht vorhandene Kapazitäts- und Komfortvorteile gegenüber schienengebundenen Systemen** (Stadt-/Straßenbahn). Straßenbahnen können in Doppeltraktion fahren, Oberleitungsbusse nicht.
- (Hybrid-)Oberleitungsbussysteme sind straßengebunden und den Regelungen der BOStrab unterworfen, weisen aber **wesentlich geringere Beförderungskapazitäten/ -qualitäten als Schienensysteme** auf.
- **Bei (Hybrid-)Oberleitungsbussen handelt es sich um kostenintensive Einzel-/Kleinserienfertigungen, die sich nur bei vorhandenen größeren Oberleitungstrecken lohnen** bzw. wenn spezielle Einsätze gefordert sind (z.B. Obus Esslingen).
- **E-Busse mit Pantografen-Ladung sind keine Oberleitungsbusse, sondern E-Busse mit Streckenladung.**
- Der GF Technik des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), Martin Schmitz* betonte, dass **Neu-Errichtungen von Obus-Oberleitungen mit Infrastrukturkosten von ca. € 1 Mio./km verbunden sind, staatliche Fördermittel fehlen und Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung zu erwarten seien.**
- Es ist **keine Kompatibilität zu den ÖPNV-Systemen der Landeshauptstadt Mainz** (Schmalspurstraßenbahn sowie Umstellung von Dieselbussen auf E-Busse und BZ-Busse) vorhanden. Es gibt auch keine Anzeichen, dass die Landeshauptstadt Mainz dies von sich aus ändern würde und (partielle) Oberleitungsbussysteme errichten könnte. **Dasselbe gilt für die die Landeshauptstadt Wiesbaden umgebenden Landkreise** (Dieselbusse, zukünftig Stand jetzt E-Busse bzw. BZ-Busse).

* Vgl. „Oberleitungsbusse - Draht statt Diesel“, von Eberhard Krummheuer, in: F.A.S vom 07.11.2018)



Charakteristik lighTram Trolley 25 – ausgewählte Kenngrößen

Hess LighTram Trolley			
Modell:	LighTram 25 DC	Berechnete Kapazität pro Fzg.	224 (6 P/m ²)
Modellbeschreibung	DC (Dynamic Charging): Batterieladung während der Fahrt (Oberleitung)	Linienfahrt ohne OL	bis zu 30%
Fahrzeugtyp	Doppelgelenkbus	Betriebsfahrt ohne OL	bis zu 30km
Antrieb	Elektrisch auf Achsen 2+3 Permanent-Magnet Motoren, flüssigkeits gekühlt inkl. Energierückgewinnung und -speicherung und Stromspitzenglättung	Klimaregulierung	100% elektrisch
Ladesystem/ Ladekonzept	Plug-In, Oberleitung / Hybrid-Oberleitungsbus	Länge x Breite x Höhe in m	24,7 x 2,55 x 3,5
Steckerladung	HESS Trolley Charging Station 400 V AC, 20 kVA	Homologation	Trolleybusnorm EN 50502 Busnorm ECE R 107
Pantograph Ladung / Stromabnehmer	Konduktive Energieübertragung Typ DC (Dynamic Charging) während der Fahrt, 600 V / 750 V	Einsatz in (z.B.)	Bern (14 Stück im Einsatz)

- **Für den Transport vom Werk in der Schweiz zum Ziel muss bei der Auslieferung mangels landesweiter bzw. grenzüberschreitender Oberleitung ein großer Tieflader genutzt werden.**



Quelle:
Salzburg AG



Stärken/Schwächen-Analyse lighTram Trolley DC 25

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none">• Personenbeförderungskapazität: 220 Passagiere.• Reichweite: Unbegrenzte Reichweite entlang Oberleitung, bis zu 30 km ohne Oberleitung (Standard, bei größerer Batterie auch 50 km).• Ganztägiger Einsatz möglich: Während Fahrt an Oberleitung kein Stromverbrauch aus Batterie, deren Reichweite kann daher ganz für die oberleitungsfreien Abschnitte verwendet werden.• Wartungsarme Elektromotoren.• Ausweichen Hindernisse: Spurwechsel, Ausweichmanöver möglich.• Topographie: Aufgrund der besseren Traktion auch in topographisch schwierigen Gebieten bzw. im Winter besser einzusetzen.• Fahrbahn ist weiterhin für andere Verkehre nutzbar.• Nachvollziehbarkeit Streckenverlauf: Linienverlauf wegen Oberleitung besser sichtbar als bei Bus.	<ul style="list-style-type: none">• Kapazität: Geringer als ein Straßenbahnfahrzeug analog City Bahn-Planungen in Doppeltraktion (einfach: 220, doppelt: 440).• Infrastrukturabhängigkeit: Bau Oberleitungen (zumindest partiell), Haltestellenumbau, Um-/Neubau Busdepot.• Planungszeit: Aufgrund partieller Oberleitung erhöht.• Kosten Instandhaltung: Oberleitungen und Unterwerke, deren samt Erneuerung und regelmäßige Inspektion (Vorhaltung von Turmwagen samt Mannschaft im Bereitschaftsdienst), Fahrleitungsenteisung im Winter.• Kosten Stromabnehmertechnik für „An- und Abdrahten“ von Oberleitung auf Batteriebetrieb und vice versa während der Fahrt.• Kosten Betrieb: Wartung Elektronik/Mechanik Stromabnehmer sowie sehr hohe Reparaturanfälligkeit der Gelenk- bzw. Übergangstechnik.• Straßenbelag: Fahrzeuggewicht und stärkere Drehmomente verursachen Spurrillen und erfordern Reparatur/Ersatz.• Kompatibilität: Fehlend zu Straßenbahn in Mainz, RTK -Bussystem.• Einsatzflexibilität: Nicht skalierbar (nicht kopplungsfähig).• Modal Split Wirkung: Ohne eigene Trasse steht auch lighTram im Stau, keine Attraktivitätssteigerung da Bus.• Betriebsschütterungen: Analog Busverkehr, kein Vorteil dazu.• Wetterabhängig: Einschränkung bei Glätte insbesondere im Anstieg; Enteisung Oberleitung notwendig.• Luftschadstoffemissionen Feinstaubemissionen durch Reifenabrieb und Bremsen.• Versiegelung Bodenfläche: Geschlossene Fahrbahn notwendig.• Grundsätzliche Nutzerakzeptanz geringer als bei Straßenbahnen.

Chancen/Risiken-Analyse Analyse lighTram Trolley DC 25

Chancen

- Oberleitungsantrieb **mit Ökostrom**, Energiespeicherung und –rückgewinnung
- Streckenabschnitte **ohne Oberleitung bis zu 30 km** (Anbindung Außenbezirke, Vermeidung Oberleitungen an Straßen-kreuzungen - falls technisch möglich).
- **Flexibel** bei Bauarbeiten oder Unfällen (Abdrahtung und Batteriebetrieb ermöglicht Umfahrungen).
- **Ganztägiger** Einsatz möglich, keine Standzeiten für Nachladen (Depot oder Strecke).
- **Keine NO_x / SO₂ – Luftschadstoff-belastung.**
- **Keine Lärmemission aus Antrieb über Verbrennungsmotor (Fahrgeräusche unberücksichtigt).**
- **Fahrspur** auch für andere Verkehre **nutzbar.**

Risiken

- Aufgrund der **hohen Anfangsinvestition mit der Errichtung der Oberleitungsinfrastruktur sowie teureren Spezialbussen** nur für stark frequentierte Buslinien mit dichtem Takt geeignet.
- **Ersatz oder Ergänzung der Systementscheidung für E-/BZ-Busse mit Depotladung** ohne Vorteil (aber: Kostensteigerungen Busangebot).
- **Kein Ersatz schienengebundener Lösung** (Kapazität, Akzeptanz etc.).
- Langfristige Planung notwendig (**Errichtung von Oberleitungen**).
- **Bauvorhaben für Errichtung Oberleitungen und ggf. Masten.**
- **Errichtung/Umbau spezielle lighTram Trolley** (Doppelgelenkbus) – **Haltestellen** (zumindest Verlängerung Bestand barrierefrei von 18 m auf 25 m), **wenn sich System nicht bewährt und ersetzt wird.**
- **Dichte Bustaktung** notwendig zur Bewältigung der Fahrgastanzahl.
- **Wartung & Instandhaltung** der Oberleitungstechnik und der automatischen An- und Abdrahtungstechnik an den Bussen **aufwändig.**
- Bei nicht getrennter Fahrspur **keine spürbare Verbesserung des ÖPNV, d.h. Keine große Veränderung im Modal Split** erwartbar.
- **Keine Kompatibilität zum Mainzer Straßenbahnnetz** sowie für eine Nutzung der Schienen auf der Trasse der Aartalbahn gegeben.
- **Akzeptanz in der Bevölkerung und Politik** wegen der Oberleitungen.
- **Lieferbarkeit Hybrid-Oberleitungsbusse** für Topografie Wiesbadens durch Mittelständler Hess AG (letztes verbliebenes Busunternehmen der Schweiz) auch für Ersatzlieferungen nach jeweiligem Bedarf.
- **Feinstaubbelastung durch Reifen und Bremsen bleibt konstant hoch. (Schienenräder verursachen deutlich geringere Belastungen).** Angabe max. Fahrgastkapazität ca. 6 Personen/m², entspricht nicht Stehplatz-Empfehlung von VdV-Richtlinie & NVP 2015 (max. 4/m²).

K.O.-Kriterien-Analyse lighTram Trolley (Prüfung Umsetzbarkeit LHW) (1), Basis: Ermittelte relevanten Ziele



K.O. Kriterium	Erfüllung	Begründung der nicht positiv bewerteten Kriterien
I Stärkung und Ausbau des ÖPNV	-1	<p>Zu I) Für den emissionsfreien Busverkehr ist die Systementscheidung für E-/BZ-Busse gefallen. Der ÖPNV würde auf stark frequentierten Hauptverkehrslinien im Vergleich zum bisherigen Busverkehr nicht ausgebaut. Nicht ohne eigene (auf 25 m-Busse ausge-richtete) Trassenführung, die dann aber auch von Bestands-E-/BZ-KOM/GOM genutzt werden könnte. Ein Schienensystem in Doppeltraktion würde die Fahrgastkapazität von mind. zwei Doppelgelenkbussen aufweisen. - Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p>
II Leistungsfähiges ÖPNV-Gesamtsystem für LHW mit Mainz & Umland	-1	
III Intelligente Verknüpfung (Komplementarität)	1	<p>Zu II) Die <u>größtmögliche</u> Leistungsfähigkeit des ÖPNV Gesamtsystems kann betreffend die Anbindung des Umlands nicht realisiert werden, da längere Strecken ohne Oberleitung nicht möglich sind. Nach Mainz wäre lediglich eine Anfahrt zu Umsteigepunkten zum Mainzer Bussystem/ Straßenbahnnetz mit Batterie realisierbar. Dazu kämen größere Ausfallzeiten (Reparatur/Wartung wegen Verschleiß/Anfälligkeit Gelenktechnik etc.) und somit Kapazitätseinschränkungen. - Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p>
IV Niederschwelligkeit/ leichte Zugänglichkeit mit durchgehenden Buchungs- & Auskunftssyst.	1	
V Umweltverträglichkeit Kompatibilität mit "Vision Zero Emission" der ESWE-Verkehr)	1	<p>Zu VI) Bei Einsatz auf mehreren/allen Buslinien würde ein Oberleitungsnetz in der ganzen Stadt entstehen, dass nur dort unterbrochen werden könnte, wo es ein Batteriebetrieb temporär zuließe. Da bereits einzelne Streckenführungen mit Oberleitungen seitens Teilen der Bevölkerung und der Politik als kritisch betrachtet werden, wäre kaum eine Akzeptanz zu erwarten. Ein Netz z.B. aus 2-3 Straßenbahnlinien würde nur die am höchsten frequentierten Linienführungen Wiesbadens betreffen.</p>
VI Stadtverträglichkeit	0	
VII Sozialverträglichkeit / Teilhabe	1	<p>Zu VIII) Ein im Straßenverkehr mitfahrender 25 m Doppelgelenkbus,, erzeugt unübersichtliche Verkehrsschneisen für alle Verkehrsteilnehmer.</p>
VIII Erhöhung Sicherheit (Verkehrssicherheit sowie Sicherheit während der Benutzung)	0	

K.O.-Kriterien-Analyse lighTram Trolley (Prüfung Umsetzbarkeit LHW) (2), Basis: Rahmenbedingungen in Wiesbaden

K.O. Kriterium	Erfüllung	Begründung der nicht positiv bewerteten Kriterien
IX Bodenbeschaffenheiten	1	<p>Zu XVI) Die Doppelgelenkbusstruktur (4 Achsen) des 25 m langen lighTram Trolley ist für die engen Straßen der Wiesbadener Innenstadt nicht geeignet. Da ein derart langer Bus nur mit äußerster Vorsicht sicher durch enge Straßen und Kurven gelenkt werden kann, sind vorhandene KOM und GOM besser für die Innenstadt geeignet und stellen für die anderen Verkehrsteilnehmer eine weniger große Beeinträchtigung bzw. Gefährdung dar. Das Fahrverhalten eines Doppelgelenkbusses weist nur bei Straßen mit großzügigen Kurvenradien eine hohe Fahrspurtréue auf. Bei 90-Grad-Kurven schwenkt das Fahrzeugheck allerdings \geq ein Meter aus. Bei Schnee bzw. Glatteisbedingungen verschärft sich dies noch.</p> <p>Hinzu kommt, dass Doppelgelenkbusse wie die lighTram Trolley ein deutlich höheres Gewicht als KOM/GOM auf die Straße bringen und sich dieses über vier Achsen und zusätzliche Reifen auf den Teerbelag auswirkt. Die Folge sind zumindest schnellere Spurrillenbildungen, die durch die Nutzung eines durch eine Oberleitung fixierten Fahrstreifens unter noch verstärkt zu erwarten sind. Neben einem erhöhten Wartungs-/Reparaturbedarfs des Straßenbelags sind somit auch verstärkte Glatteisbildungen im Winter in den Spurrillen zu erwarten, wodurch der sonstige Verkehr beeinträchtigt bzw. sogar gefährdet werden kann.</p> <p>- Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p>
X Erdbeben bis ca. zur Stärke 5	1	
XI Aufschluss von Thermal- und Mineralwasser	1	
XII Grundwasserstand	1	
XIII Topografie	1	
XIV Geografie	1	
XV Geologie	1	
XVI Wiesbadener Innenstadtstruktur (inkl. Wetterbedingungen)	-1	

Die Erfüllung aller relevanten Ziele ist Voraussetzung für die Anwendung/Umsetzung in Wiesbaden. Bei nicht vorliegender Erfüllung wird der Verkehrsträger ausgeschlossen.



1

lighTram "25" (Trolley, Oberleitungsbus),
Hersteller: Carrosserie HESS AG, Schweiz

2

Autonomous Rail Rapid Transit-System (ART),
Hersteller: CRRC, China

3

Verkehrsmittelvergleich und -bewertung:



Autonomous Rail Rapid Transit-System (ART) Hersteller: CRRC, China



Technisch-/planerische Dienstleistungen
Mobilitätsleitbild Wiesbaden
dmo / Benz + Walter

Bildquelle: Bosch/SPS

Quelle: „WENIGER VERKEHRSTOTE,
WENIGER STAUS - Vernetzte Autos“,
SPS, Die Welt vom 07.04.2017

Einordnung der ART in die Segmentierung der Verkehrsträger im ÖPNV

ÖPNV-Verkehrsträger						
Art der Infrastruktur	Straße		Schiene		Luft	Wasser
	Ungebunden	Gebunden (eig. Infrastruktur)	Bodenverlauf	Hochverlauf		
	Omnibus	Spurgeführt (eigene Trasse)	S-Bahn	Einschienebahn (Monorail)	Hubschrauber-Shuttle*	Fähre
	Minibus	Optisches Leitsystem	U-Bahn	Schwebebahn	Lufttaxi*	Linien-schiff
	Buszug (AutoTram)	Oberleitungsbus	Straßenbahn	Seilbahn		Barkasse
	Taxi/Limousine*	Bus Rapid Transit (BRT)	Stadtbahn	People Mover		
	Mietwagen ^{1*}		Zahnradbahn	Liftkabinen mit Linearmotor		
	Shuttle/ODM-Verkehre*		Standseilbahn			
	Sharing-Systeme*					

Verkehrsträgergruppen

¹ = Mietwagen mit Fahrer, z.B. Uber

* Im Rahmen des ÖPNV nur wenn Funktion als Zubringer bzw. „Letzte Meile“ eingenommen wird bzw. gemäß PBefG ÖPNV-Verkehre ersetzt, ergänzt oder verdichtet werden

- Im Prüfschema der ÖPNV-Verkehrsträger der technisch / planerischen Dienstleistungen für den Mobilitätsleitbildprozess zählt das **Autonomous Rail Rapid Transit-System** (ART /Hersteller: CRRC, China) zu den **straßengeführten Fahrzeugen, die an eine eigene Infrastruktur bzw. ein optisches Leitsystem gebunden** sind.
- **Von den Ausmaßen bzw. Transportkapazitäten** und der zusätzlichen Technik durch die drei bzw. fünf durch Gelenk- bzw. Übergangstechnik verbundenen Wagenteile/Waggons **entspricht sie einem Buszug (Autotram).**

Beurteilung ART: Nicht zur Umsetzung in Wiesbaden geeignet (1/2)

- Die Prüfung der K.O.-Kriterien hat ergeben, dass die ART nicht zur Umsetzung in Wiesbaden geeignet ist.
- Die ART fährt nicht tatsächlich „autonom“ sondern ist ein mit Unterstützung von Sensoren von einem Fahrer gesteuertes Fahrzeug (Ziel: Fehlervermeidung Fahrer).
- Die ART wurde erstmalig Ende 12/2019 in den Regelbetrieb gestellt.

Begründung:

- Es liegen noch keine langfristigen Einsatzerfahrungen vor. Die vorhandenen Quellen gehen offenbar alle auf chinesische Staatsmedien zurück. Es fehlt an einer objektiven Berichterstattung zu Praxistests (Einsatz in Yibin erst seit Ende Dezember 2019).
- Die ART ist ein straßengebundener Bus und kein Schienenfahrzeug. Das Fahrzeug hat zwar einen Aufbau einer Straßenbahn, fährt aber auf Gummireifen wie ein Bus.
- Die Fahrzeugbreite überschreitet mit 2,65 Meter die gemäß §32 StVZO vorgegebene zulässige Gesamtfahrzeugbreite für Kfz. Eine Ausnahmegenehmigung ist für die Fahrzeugbreite nicht möglich. Dazu überschreitet die ART mit mind. 31,64m (3-teilig) die zulässige Gesamtlänge eines Omnibusses von 18,75 m. Auch hier bedürfte es einer Ausnahmegenehmigung.
- Die Gummibereifung deutet darauf hin, dass das Fahrgestell der ART aus dem Einsatzbereich von LKW/Busen umfunktioniert wurde und somit nur die Nutzungszeit dieser Fahrzeuge ermöglicht (Straßenbahnen ca. 30 Jahre, Busse ca. 10 - 12 Jahre).
- **Fehlende Wintereignung:** Die optische Spurführung schließt eine Funktionsfähigkeit bei den für Wiesbaden typischen Witterungsverhältnissen im Winter faktisch aus. Bei Schnee und Glätte sowie stark verschmutzter Fahrbahn bzw. Laub auf den Straßen liegen keine Eignungsnachweise vor.
- Darüber hinaus weist ART die gleichen **baulich-technologischen Nachteile wie der Buszug** auf: Die Verwendung mehrerer Knickgelenke führt zu hohen Belastungen (insbesondere bei engen Kurven und Steigungen wie in Wiesbaden), die das System **sehr verschleiß- und damit wartungsanfällig** machen.

Beurteilung ART: Nicht zur Umsetzung in Wiesbaden geeignet (2/2)

- **Kosten Herstellung Fahrweg:** Pro Streckenkilometer werden Herstellungskosten von € 2 Mio. angegeben. Dies betrifft zumindest die notwendigen Herstellungskosten für die Spurführung. Der Anteil an zusätzlich benötigter Leit- und Steuerungstechnologie ist nicht bekannt.
- **Kosten Wartung Fahrweg:** Dies beinhaltet die Infrastrukturkosten zum Straßenerhalt (Betonierung der Fahrbahnen zur Spurrillenvermeidung) und für ein zuverlässiges, sicheres System (eigene Betonrassen und ART-Spuren): Die aufgrund der optischen Spurführung immer an denselben Stellen rollenden Reifen würden bei Nutzung der vorhandenen Straßenbeläge infolge des hohen Gewichts der ART (wie Straßenbahnen) schnell zu Spurrillen führen. Hinzu kommen aufwändige Wartungskosten für die dezentrale Sensorik sowie Instandhaltung der Spurmarkierung.
- **Fahrzeugkosten:** Die Anschaffungskosten entsprechen ungefähr einem Straßenbahnfahrzeug. Die Wartungskosten werden erwartungsgemäß über diesem liegen, dies vor allem auch wegen des Gummireifenfahrwerks. **Nur für den Fahrzeughahmen wird eine Haltbarkeit von 25 Jahren angegeben.**
- **Leistungsfähigkeit des ÖPNV Gesamtsystems:** Eine Anbindung an Mainz kann voraussichtlich nicht realisiert werden, da dort ein Straßenbahnsystem implementiert ist und keine Kompatibilität der Spurführungen der beiden Systeme vorliegt. **Der RTK setzt auf Busverkehre und eine Straßenbahn.**
- **Operative Infrastruktur:** Der **Betriebshof der ESWE Verkehr** ist ausschließlich für Fahrzeuge mit einer Maximallänge von 18 Metern ausgelegt. Dies betrifft neben den Abstellflächen auch die Wartungs- und Reparatureinrichtungen wie die Waschstraße. Hinzu kommt, dass die ART nicht für die vorgesehenen Ladeinfrastruktur (Depotladung über Steckersysteme) geeignet ist. Es ist dazu ungeklärt, mit welchem Führerschein die ART zulässig zu steuern wäre.

- Die ART scheint eher auf die Schaffung temporärer Beförderungskapazitäten (z.B. solange noch keine geeigneten Massenverkehrsmittel z.B. für Neubaugebiete bzw. neue Stadtviertel zur Verfügung stehen) ausgerichtet zu sein.
- Auch für temporäre Bedarfe bei Großveranstaltungen (z.B. Olympia, FIFA-WM, Expo etc.) ist das System geeignet.



Der Aufbau der ART unterhalb der Karosserie offenbart einen massiven Fahrzeugrahmen wie bei einem Straßenbahnfahrzeug



Quelle: „ART-2019“, ken huang, www.youtube.com, 05.04.2017



Die ART wirkt rein auf den Einsatz auf geradlinigen breiten Straßenzügen ausgelegt zu sein.





Charakteristik ART – ausgewählte Kenngrößen (1)

Autonomous Rail Transit (ART) - gemäß Hersteller -		
Modelle	3-teilig (Standard)	5-teilig (noch nicht verfügbar)
Antrieb	batterieelektrisch, Lithiumtitanat-Akkumulatoren (Lithium-Ionen-Technologie)	
Ladesystem	Panthograph, an Endstationen und unterwegs	
Kapazität Batterieladung	bei voller Batterieladung: 40 km, 10 min: 25 km, 30 Sek. 3 - 5 km	
Fahrweise	Fahrer, mit Unterstützung durch Sensoren für optische Führungssysteme (GPS und LIDAR), Nutzung optische Straßenmarkierungen. Gemäß Hersteller mit Auslegung auf autonomen Betrieb.	
Kapazität (Anzahl Plätze)	ca. 300	ca. 500
Maximale Geschwindigkeit	70 km/h (bei Einsatzvideos deutlich geringer, max. 20-30 km/h)	
Fahrzeugmaße: Länge x Breite x Höhe in m	31,64 x 2,65 x 3,4	(unbekannt) x 2,65 x 3,4
Wendekreis	15 m	
Min. Fahrspurbreite	3,83 m (Testbetrieb)	(eine Fahrspur)
Homologation	Sonderzulassung für Überlänge	
Kosten	€ 1,9 Mio. für 3 Waggon-Fahrzeug, ca. € 2 Mio. pro Strecken-km (Herstellerangabe)	
Lebenszyklus Fahrzeugrahmen	25 Jahre (Herstellerangabe)	
Einsatz	Seit 5. Dezember 2019 Yibin/Sichuan 17,7 Kilometer lange ART-Linie T1	
	Seit 2018: 6,5 Kilometer lange Teststrecke in der Innenstadt von Zhuzhou	
	Keine detaillierten Teststreckenergebnisse online verfügbar	
Besonderheiten	Zweirichtungsfahrzeug, kann Spurführung bei Bedarf durch vorhandenen Fahrer und Lenkrad verlassen. Sensorik und Fahrspur dienen Reduktion von Fahrerfehlern	

- Autonomous Rapid Rail Transit (ART), CRRC, China, **Entwicklungsbeginn 2013.**
- Optisch geführte, batterieelektrisch betriebene Autotram bzw. Buszug mit **Gummirädern und einer Straßenbahnkarosserie.**
- **Beschleunigte Spurrillenbildung**, da Räder immer über dieselben Fahrbahnbereiche fahren.
- Gemäß Hersteller auf autonomes Fahren ausgelegt, faktisch aber **Fahrgelenkt mit Sensorunterstützung.**
- Auf Fahrbahnbreite von 3,83 Meter ausgelegt (D max.: 3,75 m).
- Verfügbare Produktangaben eher mit Fokus auf Vertriebsinteressen bzw. theoretisch.



Charakteristik ART – ausgewählte Kenngrößen (2)

Zusammenfassung Infrastruktur	Autonomous Rail Transit (ART)
Fahrbahn	(Weiße) Straßenmarkierungen zur optischen Spurführung mit Sensorik
	Fahrbahnbreite pro Richtung mindestens 3,83 Meter (Testphase); äußerer Wendekreis zum Abbiegen 15m
	Exklusive und baulich getrennte Trassen. Keine Nutzung für andere Verkehre
	Gewicht des ART-Fahrzeuges verursacht Spurrillen wegen gleicher Radpositionen
Haltestellen	Haltestellenlänge: Minimum 31,52m für 3 Waggons / 50m für 5 Waggons; Höhe: 3,50m
	Ausstattung für Stromabnehmer-Ladestationen an mind. Jeder 4. Haltestelle sowie an Endhaltestellen
	Autonome Systeme erfordern trennende Wände und automatische Türen zwischen Bahnsteig und Fahrbahn
Ladung	Busdepot-Ladevorrichtungen, Pantographenladung an Haltestellen
Spurführungssensorik	Spurhalteassistent: Funk-Sensorik an Straßenmarkierung und Straßenrändern, GPS-Systeme, LIDAR, Mobilitäts- und Geodatenen
	Diverse Leitstellen, Kommunikationssignalanlagen, Kreuzungssignalprioritätssysteme und Verkehrssicherheitseinrichtungen sind zusätzlich an der Teststrecke installiert. Diese
	Zentrale Recheneinheit zur Datenverarbeitung, Intelligente Verkehrssysteme

- **Infrastrukturelle Kosten** lägen bei **Straßenbelag-nutzung unter denen schienengeführter Verkehrsmittel.**
- **Gewicht eher wie Straßenbahnfahrzeuge** (ca. 35 t bereits für ein 3-teiliges-Fahrzeug), daher oft Ersatz des Straßenbelags bzw. Errichtung Betonspur notwendig.
- **Optische Spurführung (weiße Markierungen) bei z.B. Schnee, Eis, Laub auf der Fahrbahn nicht geeignet.** Verwendungsnachweis nicht erbracht.
- **Keine unabhängigen Erfahrungsberichte** bzw. Erkenntnisse langfristiger Einsatz verfügbar.
- Eher **geeignet für Übergangslösungen.**



Quelle: xinhuanet. Angaben sind nicht verifizierbar.



Stärken/Schwächen-Analyse ART

Stärken

- **Personenbeförderungskapazität:** 300 (3-teiliges-Fahrzeug, Länge 31,64 m) bis 500 (5-teiliges-Fahrzeug, bisher offenbar nicht zum Einsatz gekommen, Länge unbekannt) Passagiere (*Angabe. zweifelhaft**).
- **Hohe Taktdichte** (theoretisch) **möglich**, da ARTs gemäß Herstellerangabe über Sensorik in dichtem Abstand hintereinander fahren können (*Angabe unter Vorbehalt bzw. zweifelhaft***).
Fahrgastkomfort einer Bahn.
- **Stadtbild:** Keine Oberleitung, da batterie-betrieben (Zwischenladung an Haltestellen).
- **Emissionen:** Keine NO_x/CO₂-Emissionen. Fahrgeräuschinformationen nicht verfügbar.
- **Infrastrukturaufbau:** € 2 Mio./km (o. Wartung). Zeitraum Errichtung kürzer als bei Schienenverlegung.

* Bedeutet 5,5 Personen/m² auch stehend, in D nicht zulässig (max. 4). Ein Straßenbahnfahrzeug nach Planung CityBahn soll bei einer Länge von 35 m insgesamt 220 Passagiere bzw. in Doppeltraktion 440 befördern können.

** Achtung: Verkehrssicherheit und -fluss dann eingeschränkt, in der Praxis offenbar so zumindest bisher nicht erprobt oder zum Einsatz kommend, nur in Animationen).

Schwächen

- **Aufgrund Fahrzeugbreite** von 2,65m nicht auf deutschen Straßen einsetzbar (Breite >2,55m (§32 StVZO) in Deutschland nicht zulässig).
- **Überlänge:** Sondergenehmigung für Fahrzeuge >18,75m Länge (§32 StVZO) wäre erforderlich, wird nur in dringenden Fällen mit **Beschränkung auf 3 Jahre** bewilligt.
- **Wetterabhängigkeit** Einsatz bei schwierigen Wetterverhältnissen nicht getestet/ fragwürdig.
- Keine **Kompatibilität** für Anbindung an Mainzer Straßenbahnnetz.
- **Hohe Infrastrukturabhängigkeit und –restrukturierung notwendig:** Massive Haltestellenanpassungen, Neubau Busdepot (mit allen Anlagen für Abstellen, Wartung/Reparatur und Waschstraße), Anpassung der Linienführung für überlange und überbreite Fahrzeuge.
- **Kosten:** Aufbau eigenes Rechenzentrum und dezentraler Sensorik zur Steuerung notwendig. Ohne speziell zu errichtende Betonfahrbahnen laufende Straßenschäden durch Spurrillen. Keine Erfahrungswerte für Wartung/Reparatur für ART vorliegend (Mehrfachgelenkbusse weisen aber konstruktionsbedingt sehr hohe Wartungs-/ Reparaturkosten auf). Förderfähigkeit unbekannt bzw. voraussichtlich nicht zu erwarten. Fahrzeugkosten vergleichbar Straßenbahn, höher als Bus.
- **Trassen:** Hohe Taktdichte und Beförderungskapazität bei Absicherung Zuverlässigkeit nur auf eigenen, separaten Trassen möglich.
- **Keine Erfahrungswerte** bzgl. Praxiseinsatz. Erst 2020 in Regelbetrieb.
- **Umwelt:** Feinstaubemissionen durch Reifenabrieb und Bremsen, dazu versiegelte Bodenfläche für Trasse bzw. Spurbenutzung notwendig.

Chancen/Risiken-Analyse ART

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none">▪ Batterieladung mit Ökostrom, Energiespeicherung und –rückgewinnung.▪ Keine NO_x / SO₂ – Luftschadstoffbelastung.▪ Keine Lärmemission aus Antrieb über Verbrennungsmotor (Informationen zu Fahrgeräuschen nicht verfügbar).▪ Ausweichen bei Bauarbeiten oder Unfällen möglich (Lenkradsteuerung mit vorhandenem Fahrer ermöglicht Spurwechsel, Umfahren etc.).▪ Unterstützende Sensorik für Vermeidung Fahrerfehler/Kollisionen: Optische Spurführungssysteme sowie Assistenzsysteme mit Bremsassistent vorhanden (Spurführung und Assistenzsysteme GPS/LIDAR*).▪ Sichere Umstiege durch automatische Türsysteme an Haltestellen auf Höhe Türen ART. <p><i>* Tatsächlich autonomes Fahren allerdings erst in fernerer Zukunft bei deutlich weiterentwickelten Nachfolgeserien denkbar..</i></p>	<ul style="list-style-type: none">▪ ART ist optimiert für Einsatz auf langen geraden Strecken.▪ Geringere Energieeffizienz durch Gummireifen führt bei Topographie wie der Wiesbadens zu erhöhtem Energieverbrauch.▪ Feinstaubbelastung durch Reifen und Bremsen bleibt konstant hoch. <i>(Schienenräder verursachen deutlich geringere Belastungen).</i> Aufgrund des Bedarfs an stabilen Betonfahrbahnen wären absehbar Bauvorhaben zur Trassenerstellung notwendig. Dies verbunden mit entsprechend hohen Kosten. Dadurch voraussichtlich auch Platzreduktion bei danebenliegender Fahrspur für sonstigen Verkehr.▪ Langfristige Infrastrukturinstandhaltung kostenintensiv bei Nutzung Straßenbelag & Herstellung Betonfahrbahnen.▪ Errichtung/Umbau spezielle ART-Haltestellen, wenn sich System nicht bewährt und ersetzt wird.▪ Verkehrsleitzentrale kann Komplexitätssteigerung durch spezifische ART-Anforderungen mit sonstigem Verkehr nicht bewältigen.▪ Wartung und Instandhaltung der dezentralen Sensorik aufwändig.▪ Keine Kompatibilität zum Mainzer Straßenbahnnetz sowie für eine Nutzung der Schienen auf der Trasse der Aartalbahn gegeben.▪ Verkehrssicherheit: Kreuzende Verkehre/Abbieger müssen nur aufgemalte ART-Trasse passieren, dadurch potentielle Unfallgefahr.▪ Haltestellen durch ART-Trasse schwer zugänglich.▪ ART bisher nur mit 20 - 30 km/h trotz gerader/ flacher Streckenverläufe getestet. 70 km/h (max.) bei Gefälle, Kurven kaum vorstellbar.▪ Fahrerlos nur bei baulich komplett vom Verkehr separierter Trasse.▪ Angabe max. Fahrgastkapazität ca. 5,5 Personen/m², entspricht nicht Stehplatz-Empfehlung von VdV-Richtlinie & NVP 2015 (max. 4/m²).

K.O.-Kriterien-Analyse ART (Prüfung Umsetzbarkeit LHW) (1), Basis: Ermittelte relevanten Ziele

K.O. Kriterium	Erfüllung	Begründung der nicht positiv bewerteten Kriterien
I Stärkung und Ausbau des ÖPNV	- 1	<p>Zu I) Die ART ist aufgrund ihrer Breite von 2,65 m nicht für den Betrieb als Bus im Straßenverkehr zugelassen. Somit würde dessen Umsetzung in Wiesbaden ein nicht nutzbares und somit den ÖPNV insgesamt schwächendes System schaffen. - Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p> <p>Zu II) Die größtmögliche Leistungsfähigkeit des ÖPNV Gesamtsystems kann, speziell in Bezug auf die Anbindung der Nachbarstadt Mainz nicht realisiert werden, da Umsteigezwänge vom ART-System zum Mainzer Straßenbahnnetz verbunden wären. Die ART-Trasse müsste nach Mainz geführt werden, da Mainz sich für ein Strassenbahnsystem entschieden hat, ist dies nicht wahrscheinlich. - Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p> <p>Zu III) Die räumlich abgetrennten und für andere Verkehre gesperrten ART-Haltestellen wären nicht für z.B. Busse, ODM-Verkehr oder Taxis anfahrbar. Sowohl die ART-Trasse wie die Haltestellenanfahrten würden der exklusiven Nutzung durch die ART unterliegen. Dies erschwert die Verknüpfung. - Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p> <p>Zu VI) Im (theoretischen!) Fall eines tatsächlich sensor- und assistenzsystembasierten Betriebs wäre wegen Unfallgefahren die Errichtung massiver Mauern zur Trennung des ART vom sonstigen Verkehr unabdingbar (Folge: Zerschneiden des Stadtraums auch für Fußgänger wie ggf. abbiegenden/kreuzenden Verkehre). Hintergrund: Ursprüngliche Herstelleraussagen zu „autonomen“ Betrieb. Tatsächlich fährt ein Fahrer.</p> <p>Zu VIII) siehe VI). Ohne Fahrer steigt die Unfallgefahr.</p>
II Leistungsfähiges ÖPNV-Gesamtsystem für LHW mit Mainz & Umland	- 1	
III Intelligente Verknüpfung (Komplementarität)	- 1	
IV Niederschwelligkeit/ leichte Zugänglichkeit mit durchgehenden Buchungs- & Auskunftssyst.	1	
V Umweltverträglichkeit Kompatibilität mit "Vision Zero Emission" der ESWE-Verkehr)	1	
VI Stadtverträglichkeit	0	
VII Sozialverträglichkeit / Teilhabe	1	
VIII Erhöhung Sicherheit (Verkehrssicherheit sowie Sicherheit während der Benutzung)	0	

K.O.-Kriterien-Analyse ART (Prüfung Umsetzbarkeit LHW) (2), Basis: Rahmenbedingungen in Wiesbaden

K.O. Kriterium	Erfüllung	Begründung der nicht positiv bewerteten Kriterien
IX Bodenbeschaffenheiten	1	<p>Zu XIII) Die Topografie im Wiesbadener Stadtgebiet ist aufgrund der vorhandenen Gefälle und Steigungen voraussichtlich nicht für die ART geeignet. Dies insbesondere wegen des Gewichts des Fahrzeugs bereits in der 3-teiligen Variante sowie dem dann erhöhten Energiebedarf bzw. der fehlenden Traktion. Die ART wurde bisher nur auf langen geraden Strecken eingesetzt.</p> <p>Zu XVI) Das Kriterium „Wiesbadener Innenstadtstruktur“ schließt die Besonderheiten des Straßenbelags durch Witterung mit ein. Deren Erfüllung wird zum jetzigen Sachstand ausgeschlossen, da die Spurführung des ART bei Schnee und Glätte noch nicht getestet wurde und wahrscheinlich nur durch erheblichen Mehraufwand (Freiräumen der optischen Streifen) funktionsfähig ist. Eine optische Linienführung muss uneingeschränkt sichtbar sein.</p> <p>Darüber hinaus sind Streckenabschnitte über Kopfsteinpflaster (z.B. Bahnhofstr.) möglich, auf dem die Funktionsfähigkeit der optischen Spurführung erst nachzuweisen wäre. Vorhandene Tests bzw. Einsatzfahrten haben dies nicht nachgewiesen.</p> <p>- Erfülltes K.O.-Kriterium ! -</p>
X Erdbeben bis ca. zur Stärke 5	1	
XI Aufschluss von Thermal- und Mineralwasser	1	
XII Grundwasserstand	1	
XIII Topografie	0	
XIV Geografie	1	
XV Geologie	1	
XVI Wiesbadener Innenstadtstruktur (inkl. Wetterbedingungen)	- 1	

Die Erfüllung aller relevanten Ziele ist Voraussetzung für die Anwendung/Umsetzung in Wiesbaden. Bei nicht vorliegender Erfüllung wird der Verkehrsträger ausgeschlossen.

