



Entscheidungsstudie Monorail

Strecke Luxembourg – Esch/Alzette

1. Suche nach einem geeigneten ÖPNV-Mittel für die Relation Esch/Alzette – Luxembourg Stadt

2. Ausgangsparameter
 - erforderliche Kapazität (Prognose 2020) von 6.250 bis 9.375 Personen (Spitzenstunde und Richtung) Streckenlänge 18 km mit 5 bis 8 Stationen

3. Keine wissenschaftliche Arbeit, sondern ein qualitativer Vergleich



Stadtbus



Regionalbus



Stadtbahn



S-Bahn



Straßenbahn / Tram

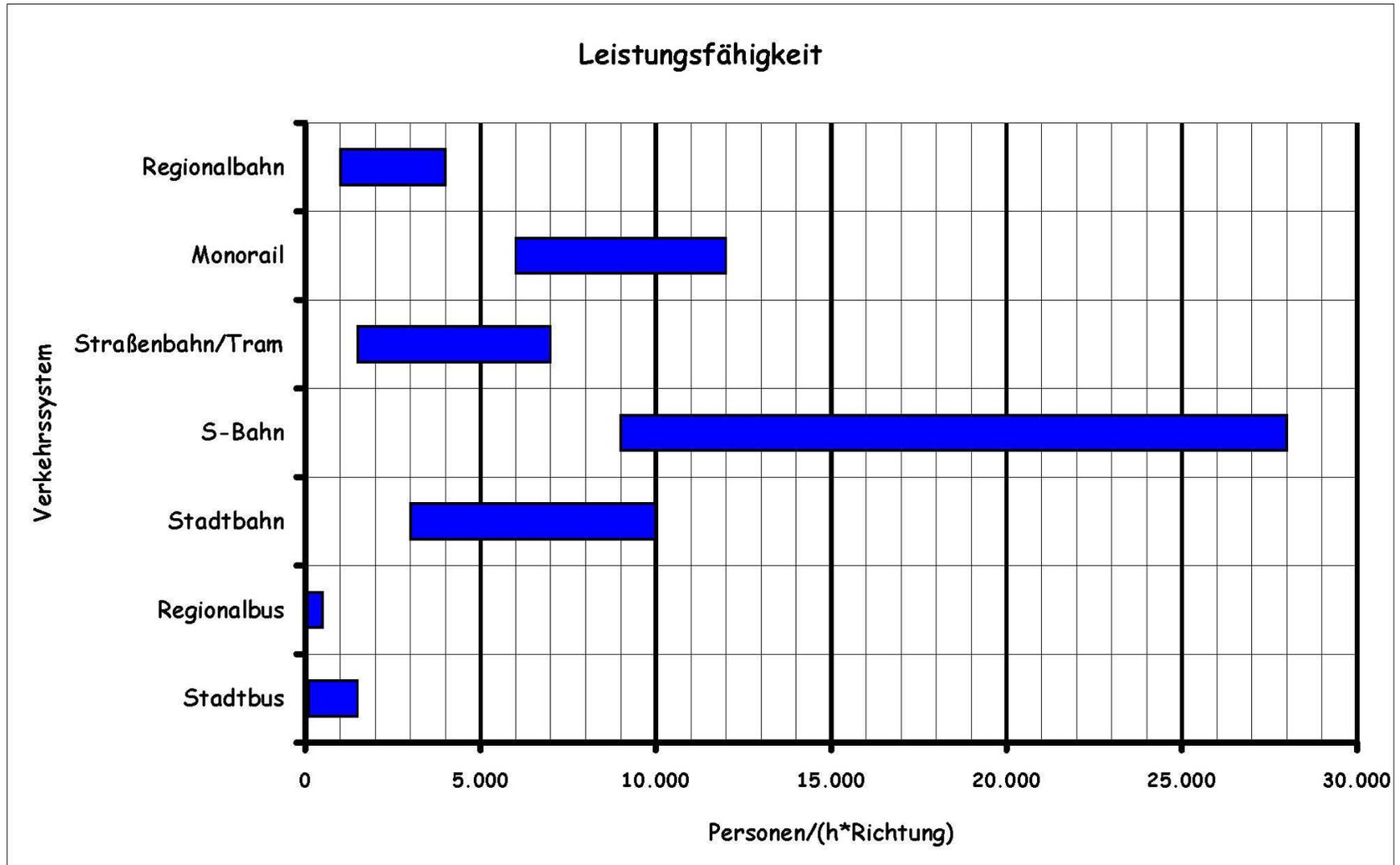


Monorail



Regionalbahn

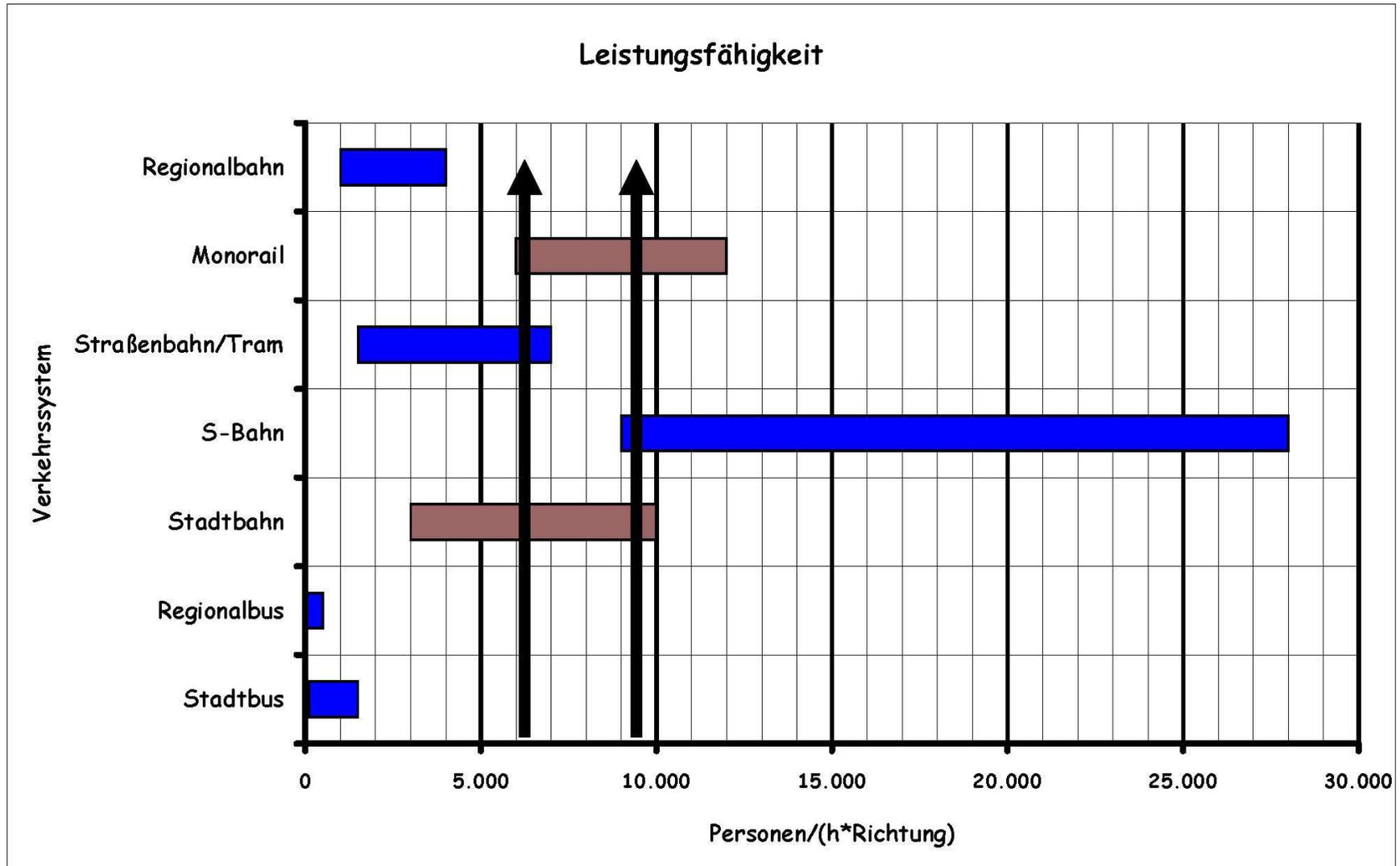
Mögliche Verkehrsmittel



Mögliche Beförderungsleistungen
der Verkehrsmittel

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH





→ Stadtbahn oder Monorail sind hier mögliche Verkehrsmittel

**Erforderliche
Beförderungsleistungen**

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

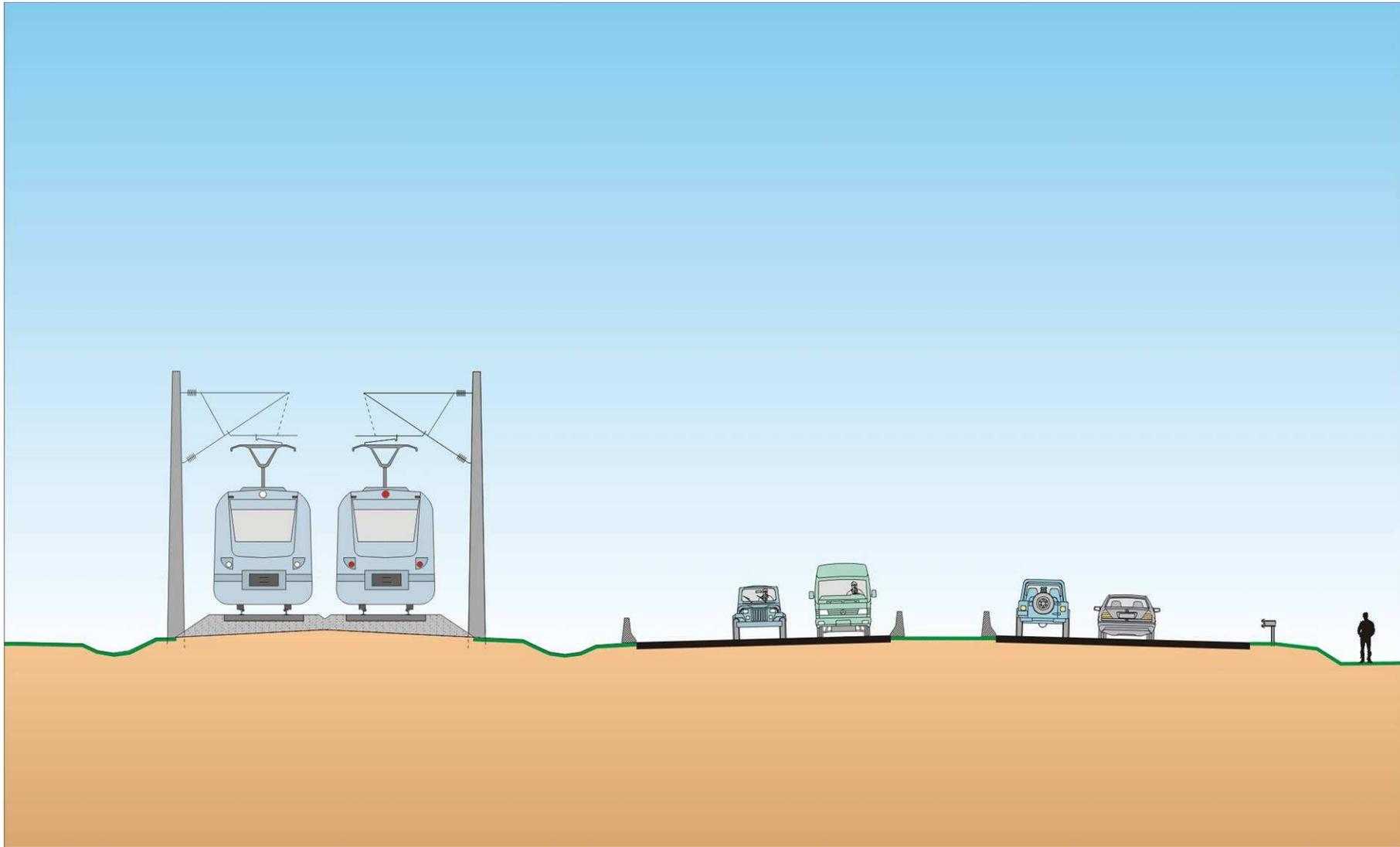


- Kosten
- Bauzeiten und Beeinträchtigung Dritter
- Fahrzeit
- Schall
- Erschütterung
- Umwelt
- Attraktivität

Bewertungskriterien

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

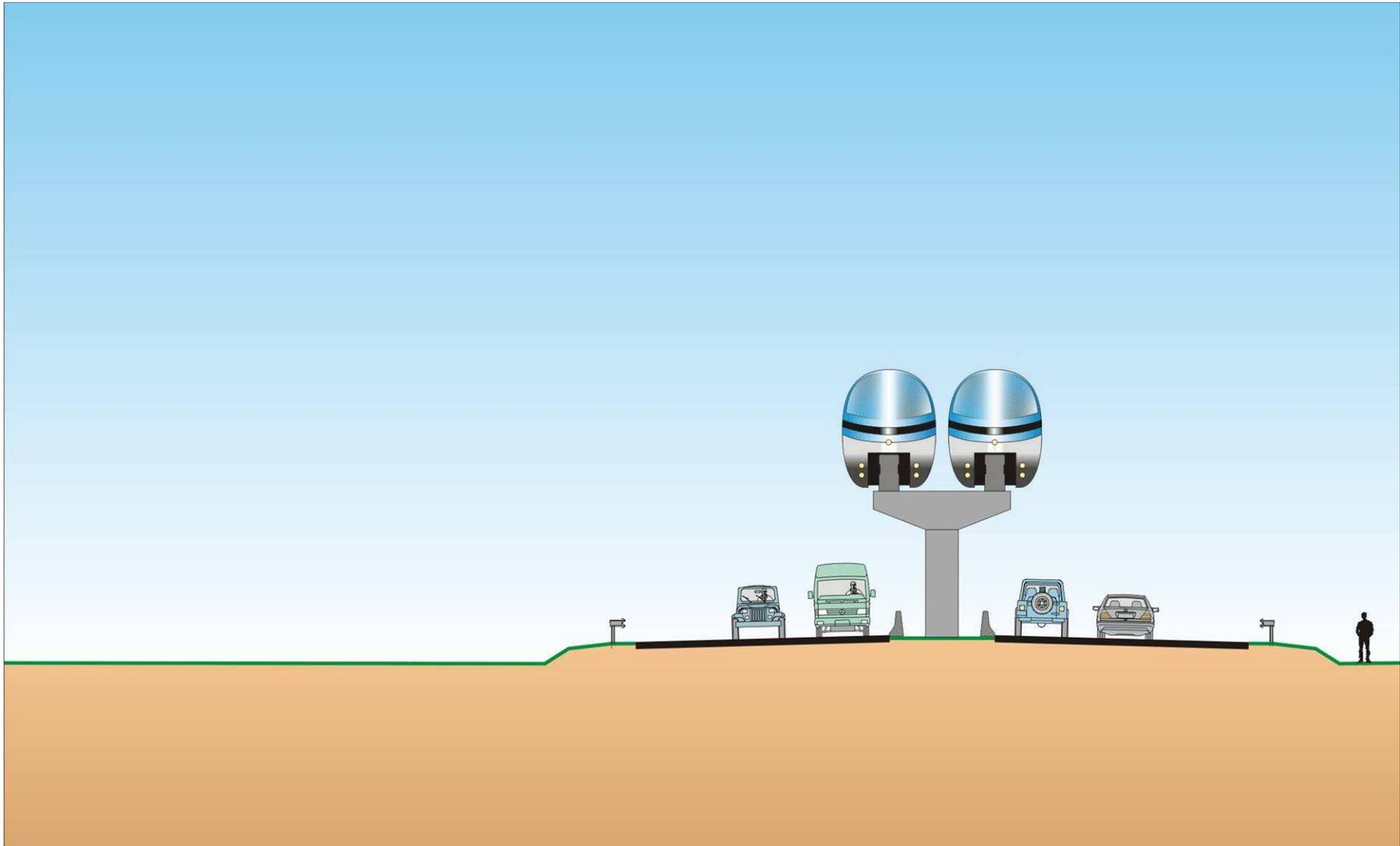




Regelquerschnitt Autobahn-Stadtbahn

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH





Regelquerschnitt Autobahn-Monorail

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH



Stadtbahn

Gemäß Raumverträglichkeitsprüfung Neubaustrecke
Luxemburg – Esch/Alzette
betragen die reinen Baukosten
ohne Wartungseinrichtungen
und Fahrzeuge

449 Mio. €



Monorail

Vergleichbare Kosten einer 2-
spurigen Monorailstrecke
inklusive Fahrweg, technische
Ausrüstung, Depots und
Haltepunkte werden sich auf 60
– 70 % der Neubaustrecken-
kosten belaufen

Kosten

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH



○
Stadtbahn

●
Monorail

- Anpassung bestehender Fahrwege und Bauwerke

aufwendig bei bestehender Querungen

geringerer Aufwand ●

- Grunderwerbsproblematik

sehr hoch

gering ●

- Betroffenheit während der Bauzeit (Beeinträchtigung des Individualverkehrs)

hoch

gering ●

- Bauzeit

Kreuzen, Erneuern und Aufrechterhaltung der Anschlussstellen und Straßenquerungen

Fertigteilmontagebauweise ohne aufwendige Bestandsveränderungen ●



Stadtbahn

Die Strecke Luxembourg - Esch/Alzette wird sinnvollerweise mit Geschwindigkeiten bis zu 100 km/h befahren.

Höhere Geschwindigkeiten werden nur auf sehr kurzer Zeit zwischen den Haltepunkten erreicht, sodass der Nutzen kaum messbar ist.

Das Beschleunigungsverhalten beider Fahrzeuge liegt bei etwa $1,0 \text{ m/s}^2$ und ist gleich. Die Verzögerung kann bei der Monorail (aufgrund der Reifen) bis zu 3 m/s^2 betragen, wird aber aus Komfortgründen sinnvollerweise auf $1,0 \text{ m/s}^2$ begrenzt. In dieser Größenordnung liegt auch die Verzögerung der Stadtbahn.

Die Haltezeit kann bei der Monorail kürzer angesetzt werden, da der Ein- und Ausstieg geordneter erfolgt sowie mehr Türen zur Verfügung stehen.

Im Ergebnis kann gesagt werden, dass beide System bezüglich der reinen Fahrzeiten etwa gleich sind.



Monorail

Fahrzeit



- Fahrzeit Beval – Gare périphérique des Cessange: 17 min 18 s
- Dauer Umlauf inkl. Wendezeiten: 39 min 16 s
(planm. Haltezeit in Beval und Gare périphérique de Cessange 40 s, sind bereits in die Wendezeit von 140 s eingerechnet)

Hinfahrt	Plan-Ankunft	Plan-Abfahrt	planm. Haltzeit [s]	planm. Fahrzeit [s]
Beval	05:59:59	06:00:00	1	259
Foetz	06:04:19	06:04:59	40	118
Wickrange / Pontpierre	06:06:57	06:07:37	40	247
Leudelange	06:11:44	06:12:24	40	159
Cessange	06:15:03	06:15:43	40	95
Gare périphérique de Cessange	06:17:18	06:17:19	1	

Rückfahrt	Plan-Ankunft	Plan-Abfahrt	planm. Haltzeit [s]	planm. Fahrzeit [s]
Gare périphérique de Cessange	06:19:37	06:19:38	1	95
Cessange	06:21:13	06:21:53	40	159
Leudelange	06:24:32	06:25:12	40	247
Wickrange / Pontpierre	06:29:19	06:29:59	40	118
Foetz	06:31:57	06:32:37	40	259
Beval	06:36:56	06:36:57	1	

**Fahrzeiten für einen Musterzug
(Stadtbahn, Vmax = 100 km/h)**

**German
RailGroup**
Monorail Luxembourg GmbH



- Fahrzeit Beval – Gare périphérique des Cessange: 15 min 03 s
- Dauer Umlauf inkl. Wendezeiten: 33 min 26 s
(planm. Haltezeit in Beval und Gare périphérique de Cessange 20 s, sind bereits in die Wendezeit von 100 s eingerechnet)

Hinfahrt	Plan-Ankunft	Plan-Abfahrt	planm. Haltzeit [s]	planm. Fahrzeit [s]
Beval	05:59:59	06:00:00	1	248
Foetz	06:04:08	06:04:28	20	107
Wickrange / Pontpierre	06:06:15	06:06:35	20	236
Leudelange	06:10:31	06:10:51	20	148
Cessange	06:13:19	06:13:39	20	84
Gare périphérique de Cessange	06:15:03	06:15:04	1	

Rückfahrt	Plan-Ankunft	Plan-Abfahrt	planm. Haltzeit [s]	planm. Fahrzeit [s]
Gare périphérique de Cessange	06:16:42	06:16:43	1	84
Cessange	06:18:07	06:18:27	20	148
Leudelange	06:20:55	06:21:15	20	236
Wickrange / Pontpierre	06:25:11	06:25:31	20	107
Foetz	06:27:18	06:27:38	20	248
Beval	06:31:46	06:31:47	1	

**Fahrzeiten für einen Musterzug
(Monorail, Vmax = 100 km/h)**

**German
RailGroup**
Monorail Luxembourg GmbH



Gutachterliche Beurteilung

- Vergleicht man die Schallausbreitung der Verkehrsträger einzeln miteinander, dann stellt man fest, dass die Autobahn gegenüber der Stadtbahn und der Monorail der dominierende Verursacher ist.
- Vergleicht man die Überlagerungen, so stellt man zwischen Autobahn mit Stadtbahn und Autobahn mit Monorail unwesentliche Unterschiede fest.
- Vergleicht man die Überlagerungen mit der Autobahn allein, so ergeben sich in Abschnitten ohne vorhandene Lärmschutzwand eine geringe Erhöhung auf Geländeniveau von 0,1 – 0,2 dB und Bereichen mit vorhandener Lärmschutzwand eine Erhöhung von ca. 1 dB bei Stadtbahn und Monorail gleichermaßen.
- Die Überschreitung kann man durch Maßnahmen am Fahrweg bzw. durch Dämmmaßnahmen am Monorail Fahrgestell einfach kompensieren.
- Wahrnehmbar sind Veränderungen erst ab 3 dB.



Stadtbahn



Monorail

Schall

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH



Gutachterliche Beurteilung

Bei gleichem Abstand zu der Bebauung wird eine Monorail in den maßgebenden Frequenzbereichen **deutlich weniger Erschütterungen** in die Gebäude eintragen als eine S-Bahn. Aufgrund des größeren Abstandes ist die Situation für eine Monorail noch vorteilhafter.

Durch einen aufwendigeren Fahrweg lässt sich der Nachteil der S-Bahn hinsichtlich der Erschütterungen allerdings **vollständig kompensieren** (Zusatzaufwand etwa 1.500 €/lfdm. für ein Gleis).



Stadtbahn



Monorail

Erschütterung

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH





Konfliktpotenzial Schutzgüter	Wirkparameter (beispielhaft)	Variante „Monorail“	Variante „Stadtbahn“
Menschen	<ul style="list-style-type: none"> • Flächeninanspruchnahme (Wohnbebauung, Gewerbeflächen) • Immissionskonflikte 	●	
Tiere und Pflanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Bau- und anlagenbedingter Verlust geschützter Biotope • Waldbetroffenheit • (Artenschutz) 	●	
Natura 2000	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Betroffenheit • (Beachtung VSG im Bereich Foetz) 	(●)	
Boden Altlasten, Kultur- und sonstige Sachgüter	• Verlust von Boden durch Versiegelung	●	
	• Beeinträchtigung archäologischer Denkmäler		
Wasser	• Grundwasser: (Verringerung der Infiltrationsfläche durch Versiegelung; Veränderung der Grundwasserstände (Trogbauwerke)	●	
	• Oberflächengewässer : Veränderung der Gewässerstruktur durch Überbauung und Verlegung	●	



Konfliktpotenzial Schutzgüter	Wirkparameter (beispielhaft)	Variante „Monorail“	Variante „Stadtbahn“
Luft/Klima	<ul style="list-style-type: none">lokalklimatische Trennwirkung durch Anlage von Barrieren (Dammlagen und Lärmschutzwände)	(●)	
	<ul style="list-style-type: none">dauerhafte Funktionsbeeinträchtigung klimarelevanter Flächen (Wald mit Klima- und Immissionsschutzfunktion, Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete)	●	
Landschaft	<ul style="list-style-type: none">Beeinträchtigung des LandschaftsbildesFernwirkung		●
	<ul style="list-style-type: none">Beeinträchtigung von naturgebundenen Erholungsgebieten	●	

Stadtbahn

Monorail

- Verfügbarkeit / Zuverlässigkeit



sehr hoch durch eigenen unabhängigen Fahrweg



- Personal



automatisierbarer Betrieb



- Trassierung in der Stadt



nur mit aufwendigem Tunnelbauwerk

möglich



- Einsatz neuer Technologie



konventionell

Hybrid, futuristisch



- Touristische Attraktivität



gering

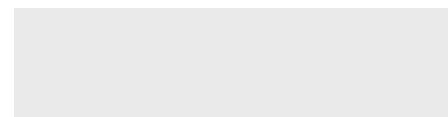
hoch



- Verknüpfung von Verkehrsmitteln



Wechsel auf Bestandsnetz möglich



Attraktivität

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH



	Stadtbahn	Monorail
• Kosten	○	●
• Bauzeiten und Beeinträchtigung Dritter	○	●
• Fahrzeit	●	●
• Schall	●	●
• Erschütterung	●	●
• Umwelt	○	●
• Attraktivität	○	●

⇒ Monorail ist ein geeignetes Verkehrssystem leistungsfähig, wirtschaftlich und attraktiv

Bewertungskriterien

- Stadt- und Landschaftsräumliche Betrachtungen
- Trassenführung MONORAIL
- Entwicklungsbereiche
- Kreuzungspunkte
- Kreuzungspunkte
- Kreuzungspunkte MONORAIL/STADTBahn
- Kreuzungspunkte MONORAIL/STADTBahn/STRASSE
- Station Standard
- MONORAIL über der Autobahn/Ebene 0
- MONORAIL Station Ebene 1
- MONORAIL Station Ebene 2
- MONORAIL Station Schnitt
- MONORAIL Station
- MONORAIL Bahnsteig
- MONORAIL Bündelung mit Eisenbahn
- MONORAIL Bündelung mit Tram
- Attraktivität

Grundsätzliche Überlegungen

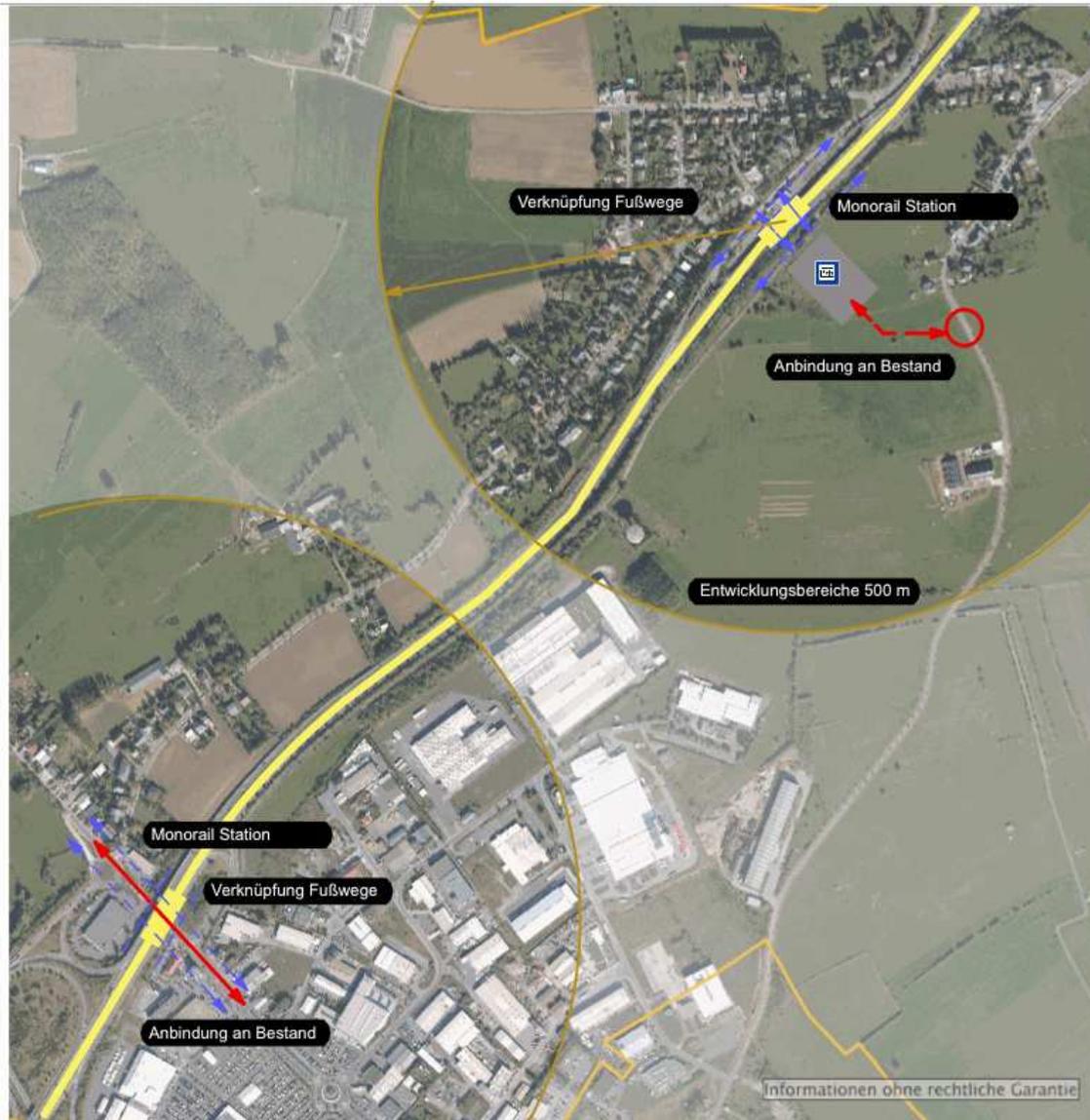




Stadt- und Landschaftsräumliche Betrachtungen

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH





Beispiele für neue Entwicklungsbereiche um die neuen Haltepunkte

Durch die Lage der Stationen der Monorail ergeben sich neue Möglichkeiten der Siedlungsentwicklung bzw. der Angleichung an bestehende Siedlungsstrukturen.

2 Beispiele zeigen

1. die Verknüpfung mit einem bestehenden Autobahnanschluß und einem Gewerbegebiet und
2. die Entwicklungsmöglichkeit eines neuen Siedlungsschwerpunktes um den Monorail-Haltepunkt mit der Möglichkeit weiterer Siedlungsentwicklung im neuen Einzugsbereich (ca. 300 - 500 m) bzw. die Anbindung Luxemburgs (z.B. Hauptbahnhof) aus der Region über einen P+R Parkplatz.

Entwicklungsbereiche

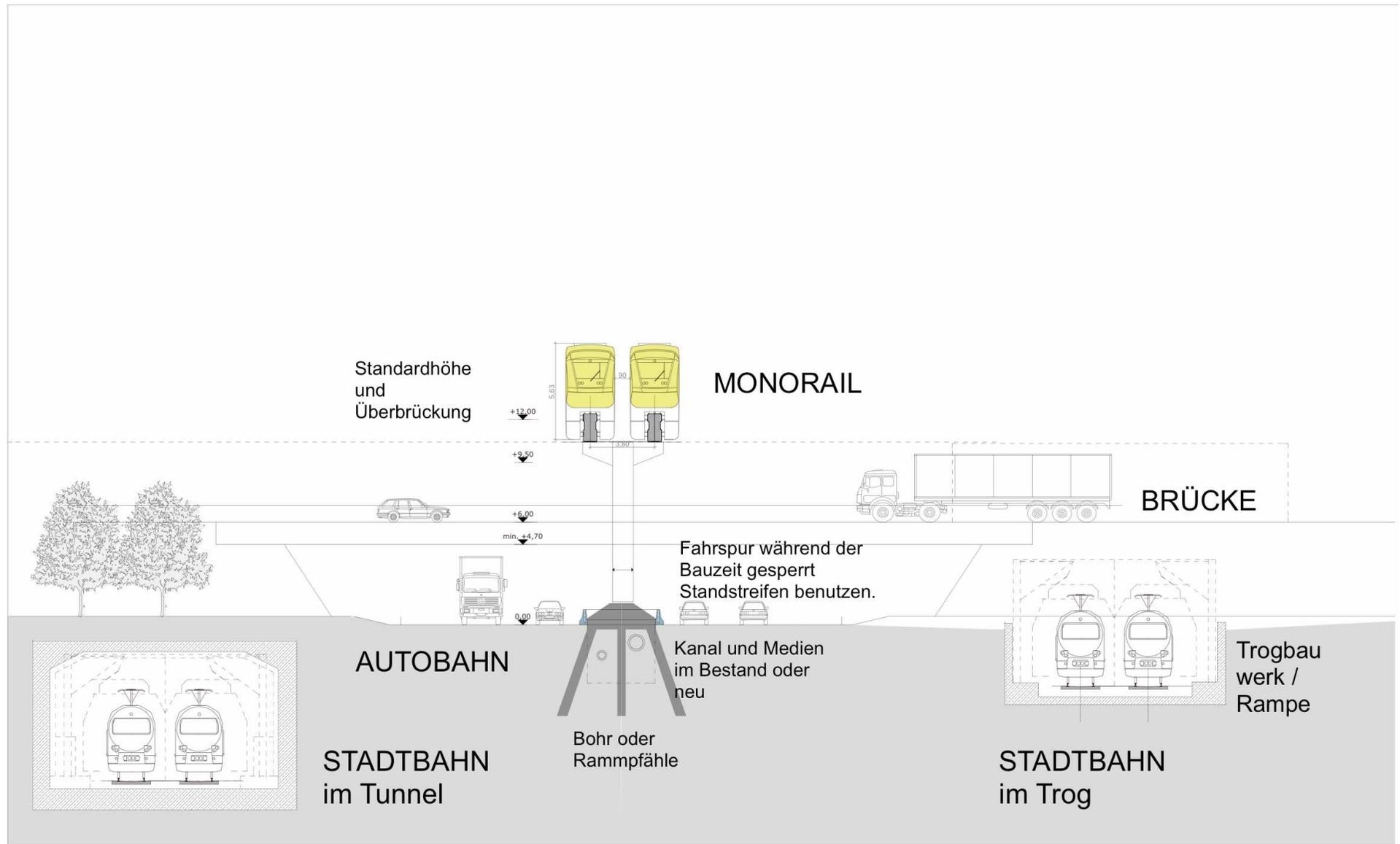


○ MONORAIL
Kreuzungspunkte

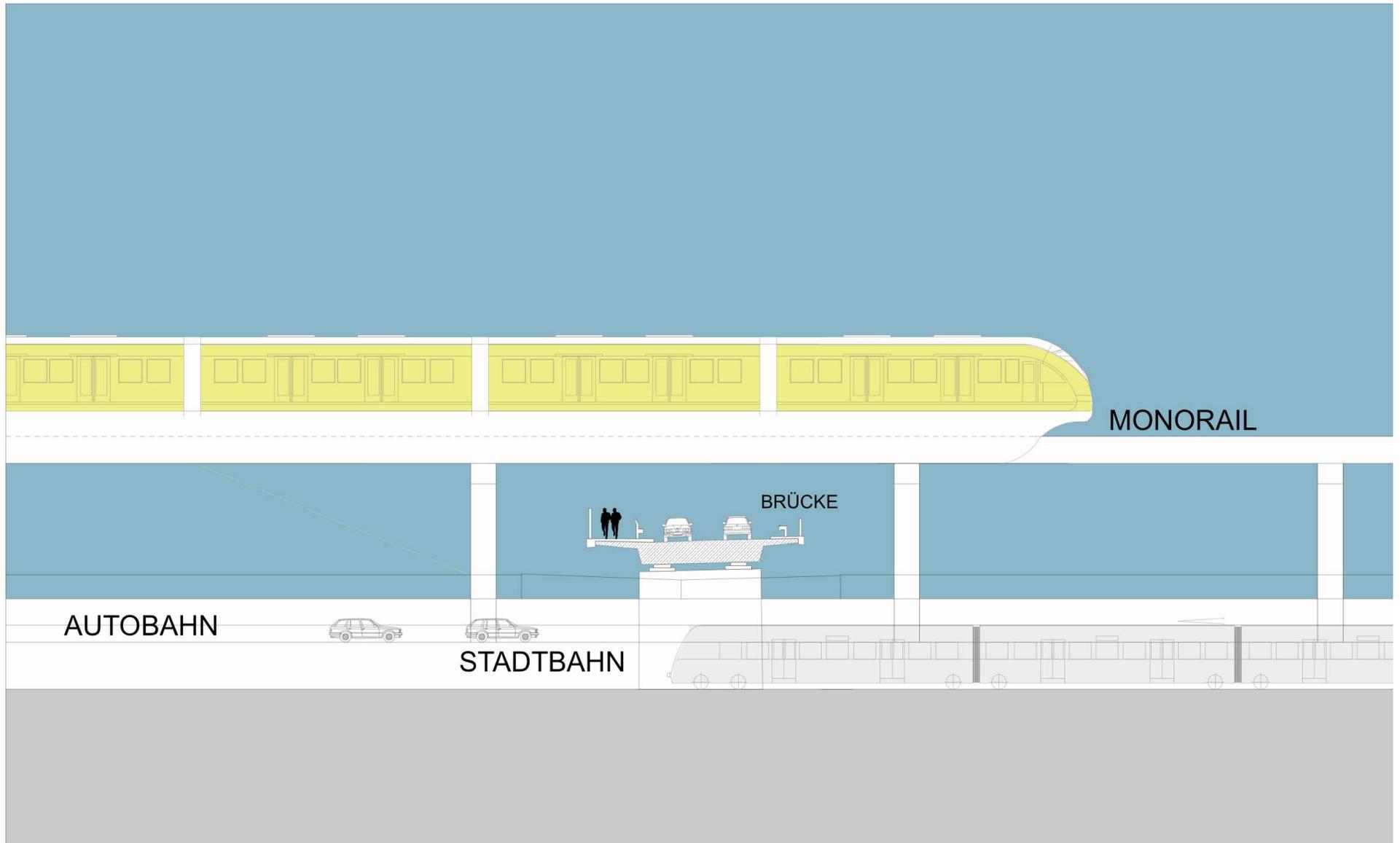
○ STADTBAHN
Kreuzungspunkte

Beispiel Planausschnitt
Die aufgeständerte Monorail kann die bestehenden Überführungsbauwerke sowohl über als auch neben der Auto - bahn kreuzen.
Es brauchen keine zusätzlichen Unter- bzw. Überführungen im Streckenverlauf geplant werden !

Kreuzungspunkte

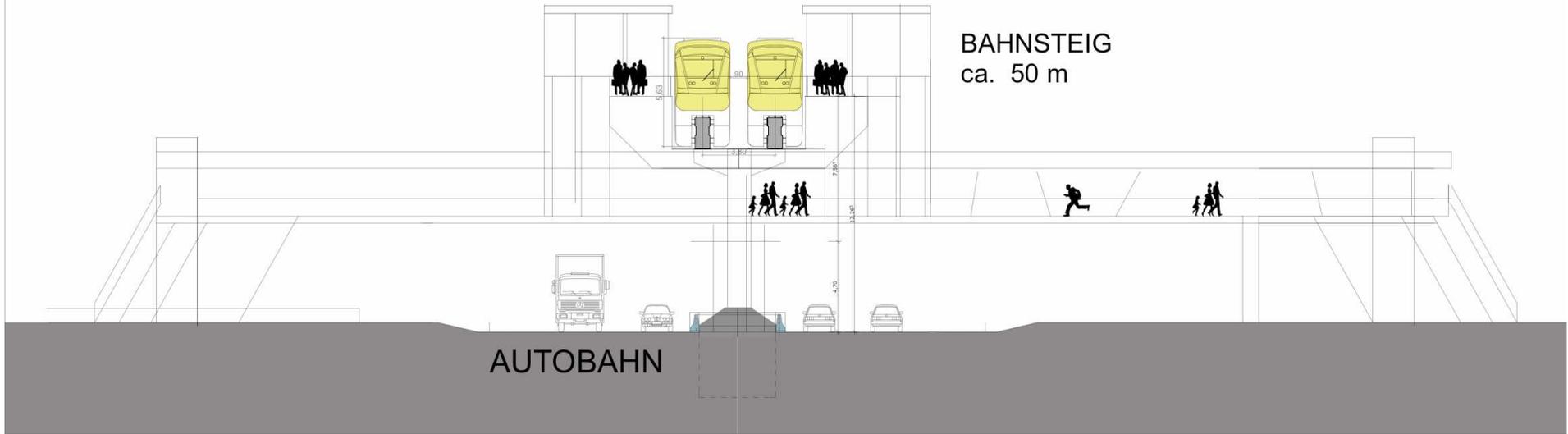


Kreuzungspunkte MONORAIL / STADTBAHN



**Kreuzungspunkt
MONORAIL/STADTBAHN/
STRASSE**

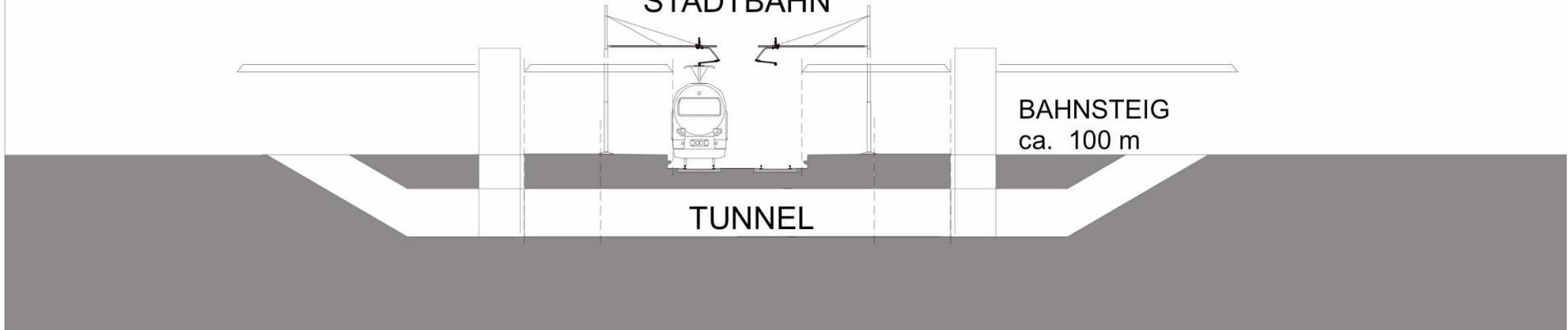
MONORAIL



BAHNSTEIG
ca. 50 m

AUTOBAHN

STADTBAHN



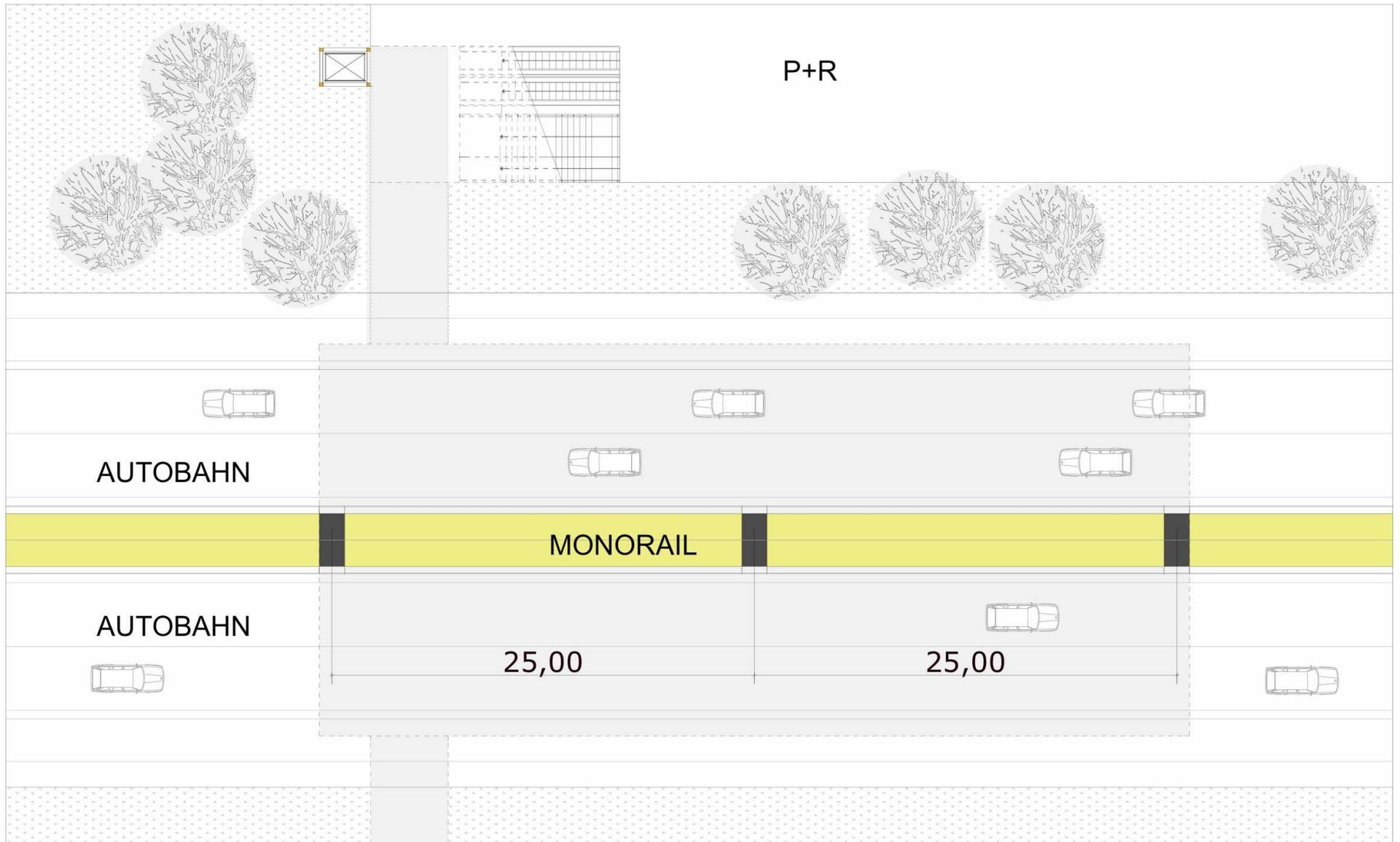
BAHNSTEIG
ca. 100 m

TUNNEL

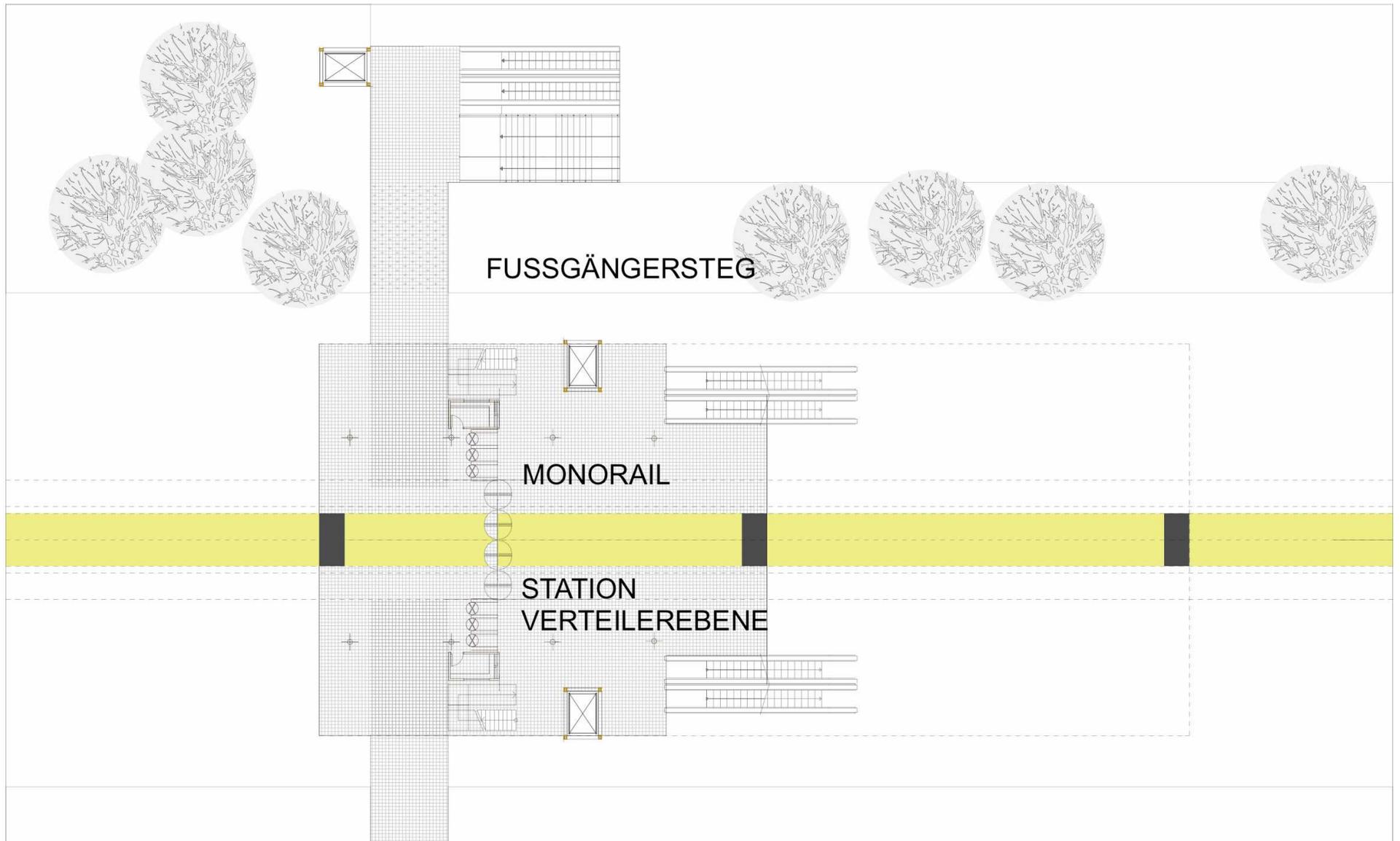
Station Standard

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

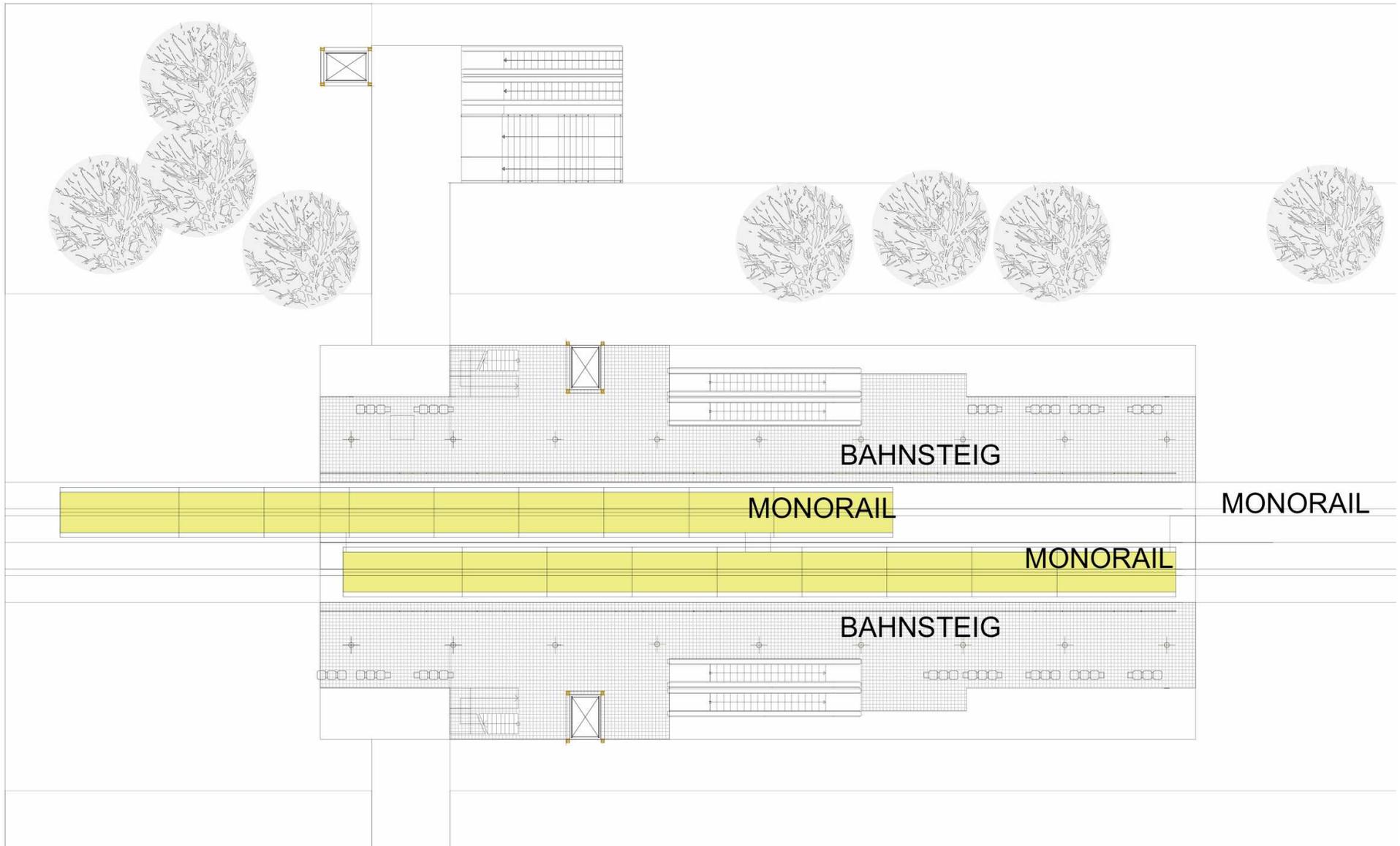




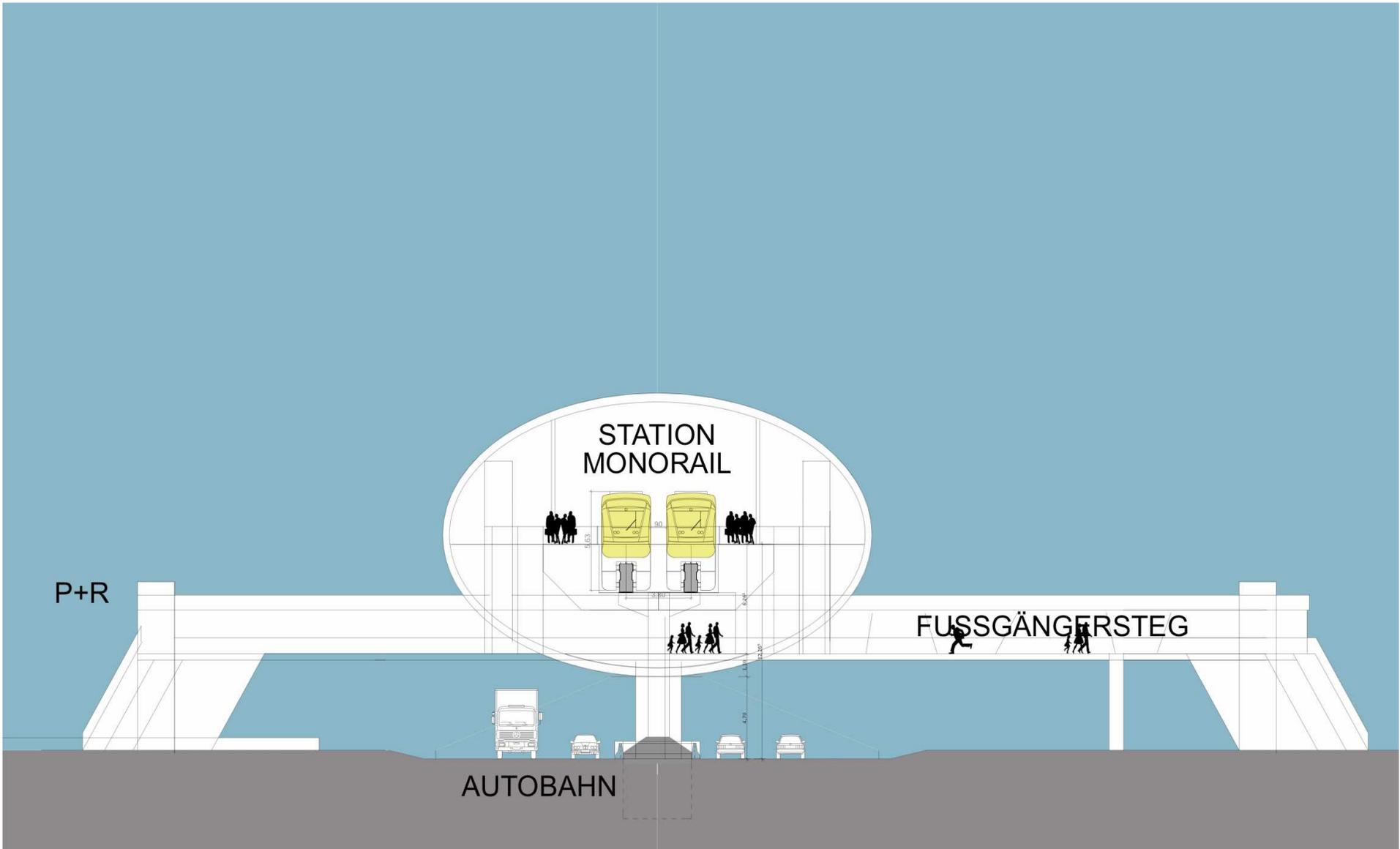
MONORAIL über der Autobahn Ebene 0



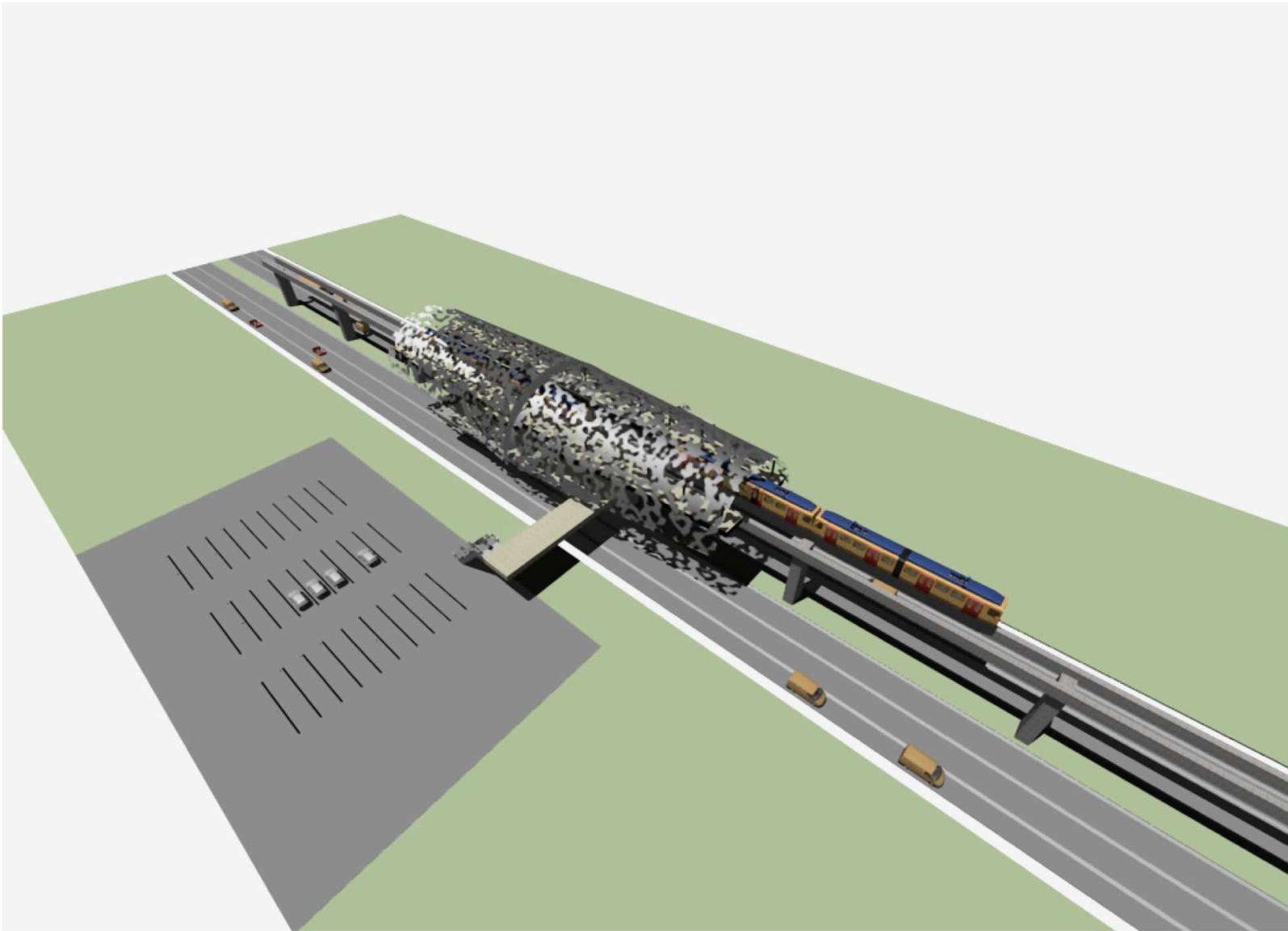
MONORAIL Station Ebene 1



MONORAIL Station Ebene 2



MONORAIL Station - Schnitt



MONORAIL Station

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

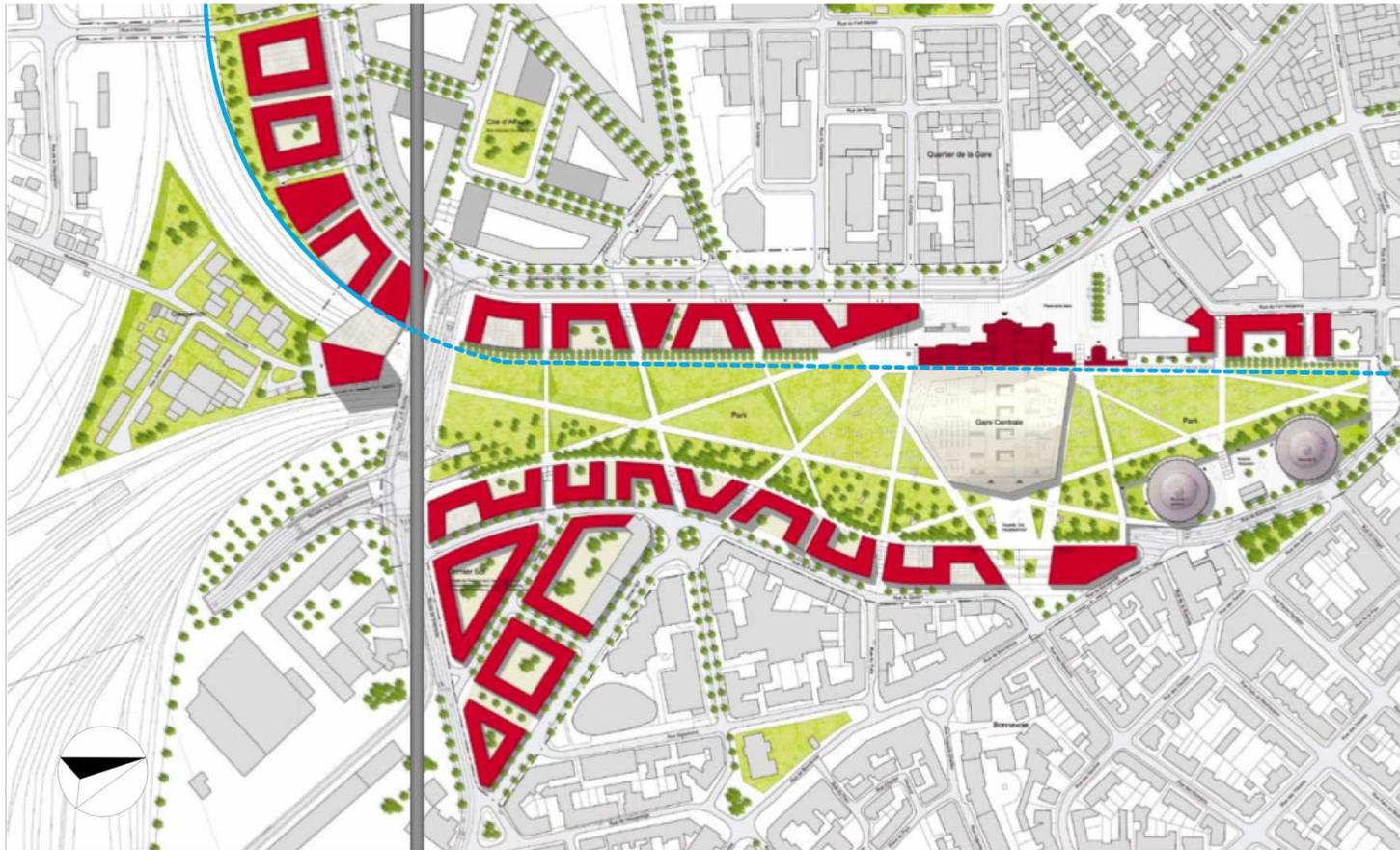




MONORAIL Bahnsteig

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

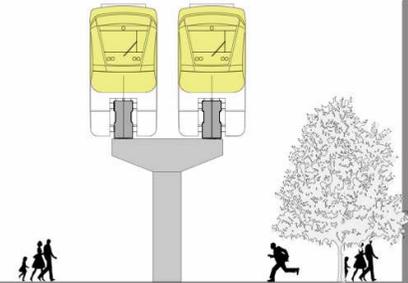




Die aufgeständerte Monorail kann sich auch mit geringen Kurvenradien innerhalb bebauter Bereiche bewegen. Es sind neue Verknüpfungen mit bestehenden und zukünftigen Entwicklungsgebieten möglich. Beispiel: Monorail entlang der bestehenden Bahntrasse.

MONORAIL

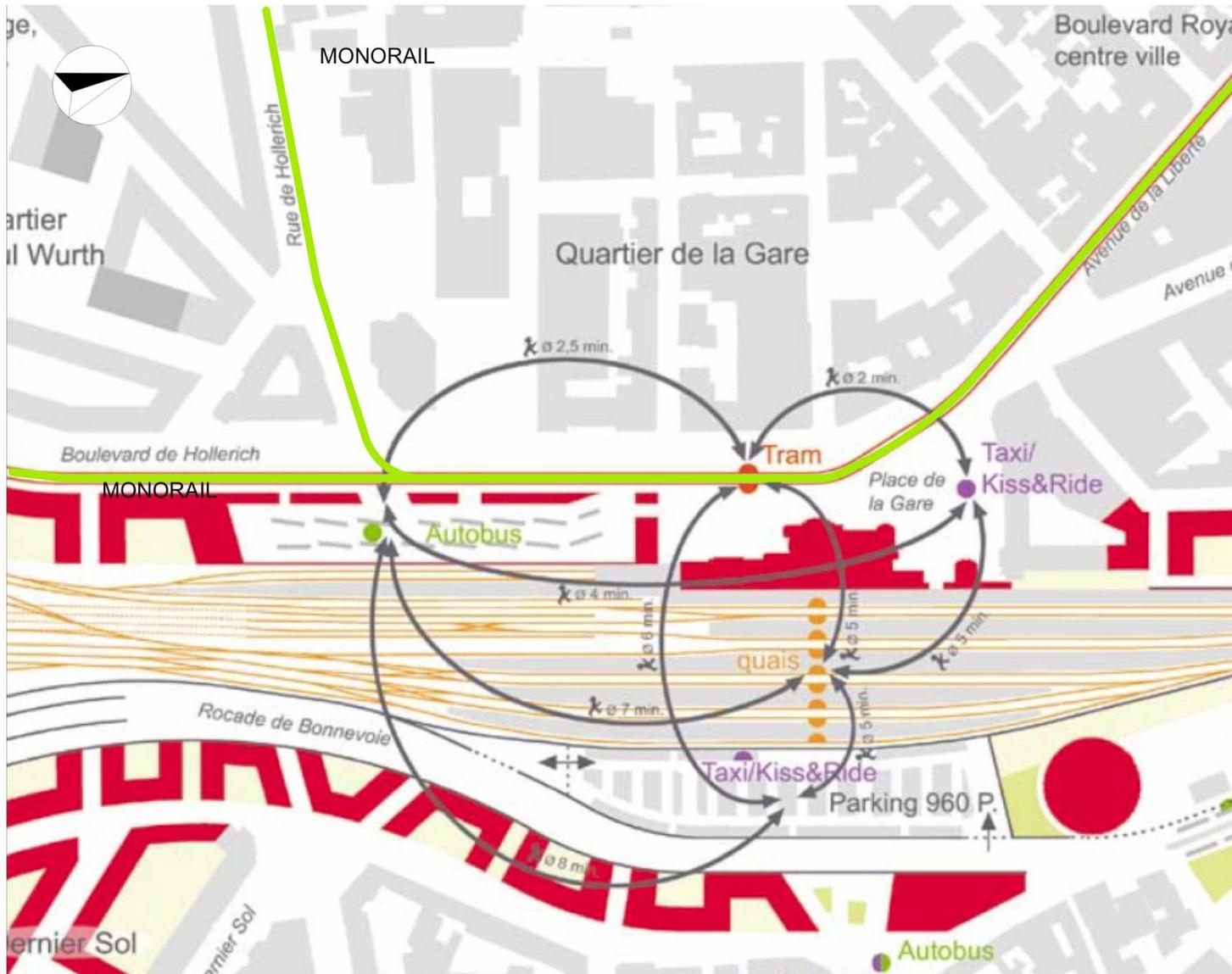
MONORAIL



MONORAIL Bündelung mit Eisenbahn

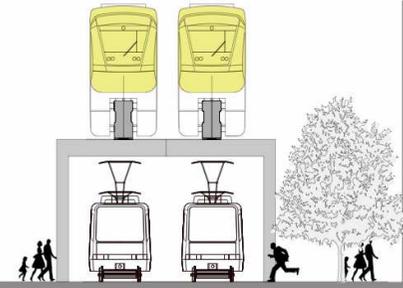
German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH





MONORAIL

MONORAIL



TRAM

Die aufgeständerte Monorail kann sich auch mit geringen Kurvenradien innerhalb bebauter Bereiche bewegen. Es sind neue Verknüpfungen mit bestehenden und zukünftigen Entwicklungsgebieten möglich. Beispiel: Monorail entlang der Tram.

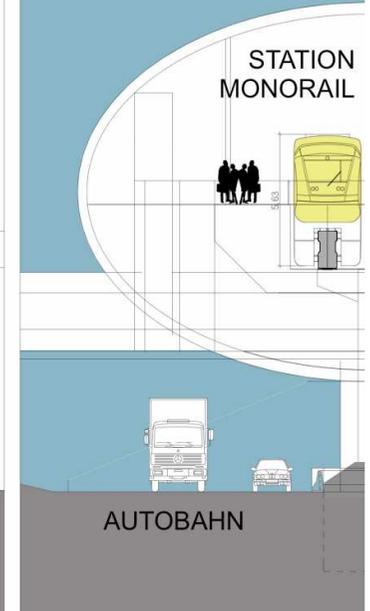
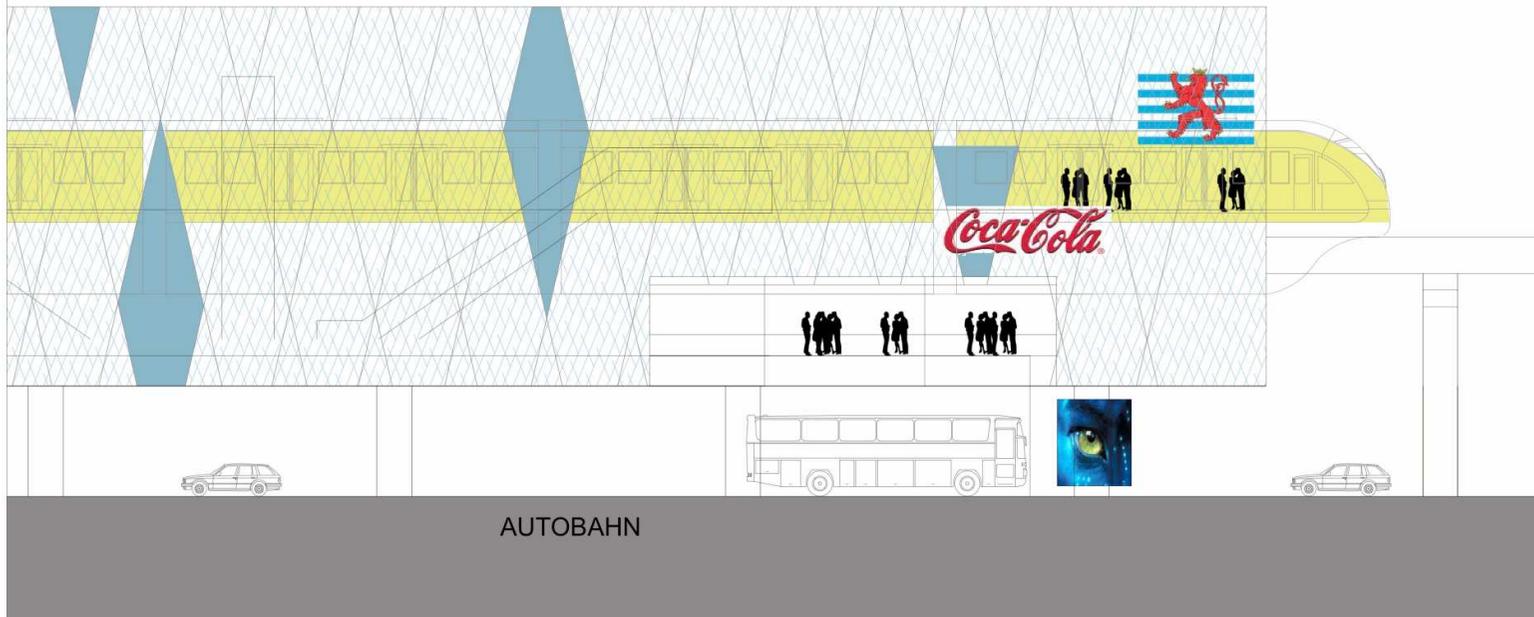
MONORAIL Bündelung mit Tram

German
RailGroup

Monorail Luxembourg GmbH



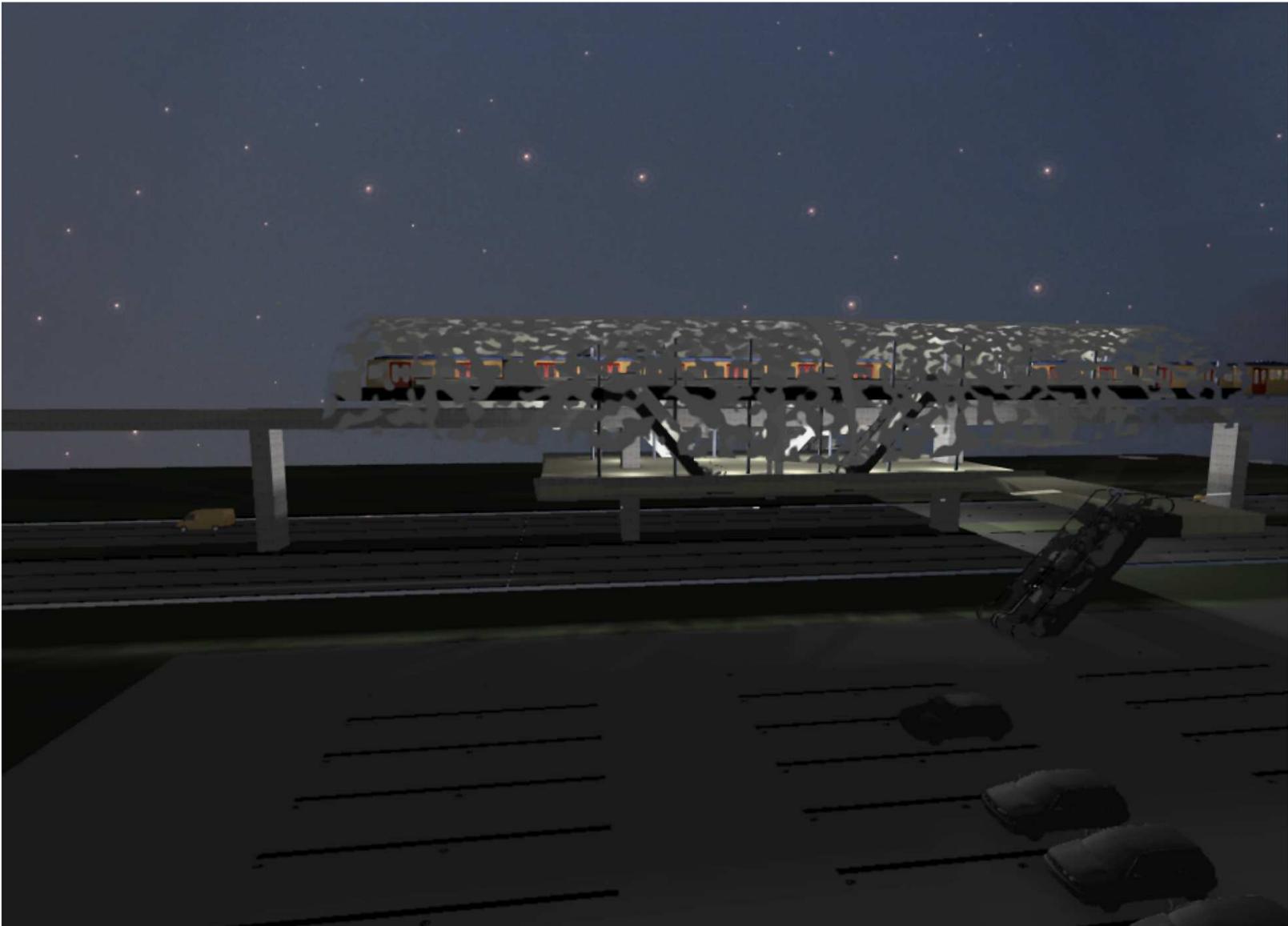
Die Monorail "versteckt" sich nicht unter der Erde sondern zeigt die Bedeutung des ÖPNV. Die Fahrgäste genießen die Aussicht (touristische Attraktion) und die Orientierung ist allein durch die Bauwerke bereits gegeben. Eine anspruchsvolle Gestaltung verstärkt dies zusätzlich. Stationen und Fahrweg sprechen für sich, sind aber möglicherweise auch Träger von Informationen (Werbung).



Attraktivität

German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

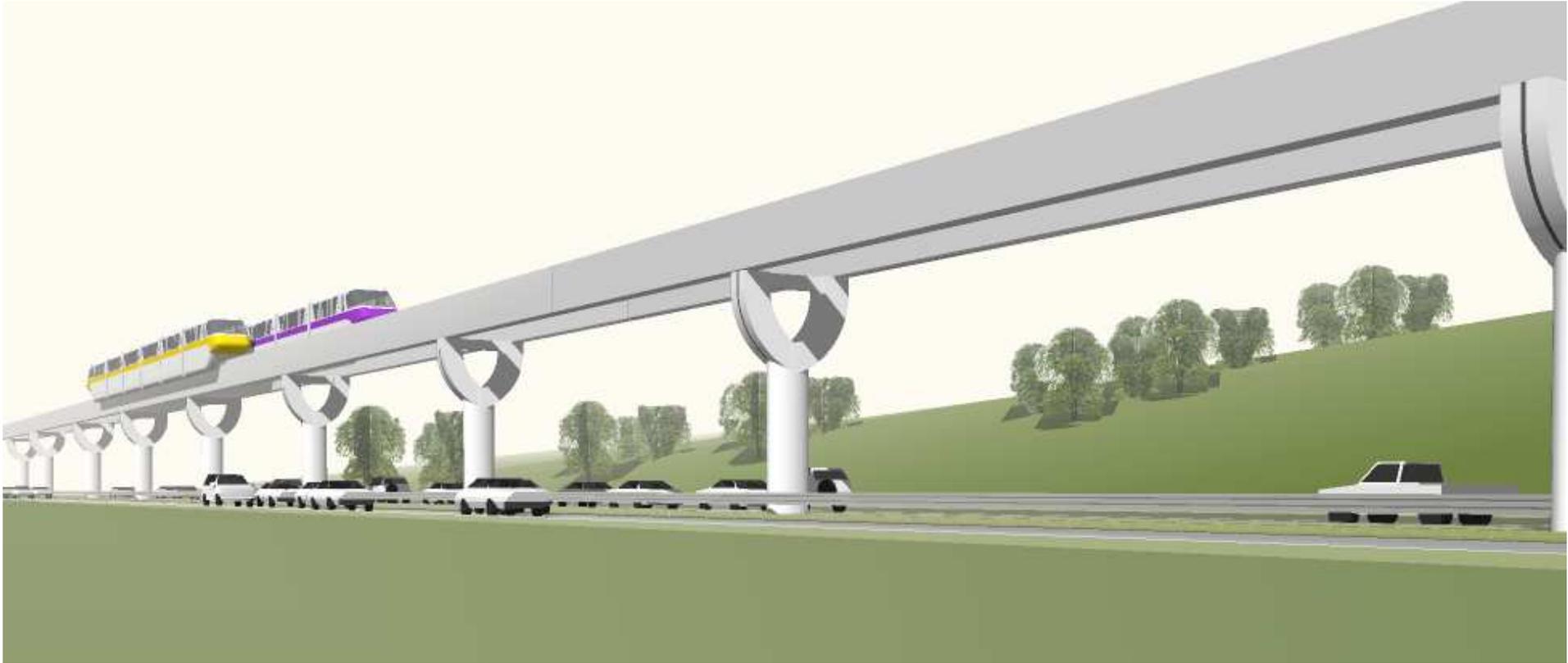






German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH





German
RailGroup
Monorail Luxembourg GmbH

