



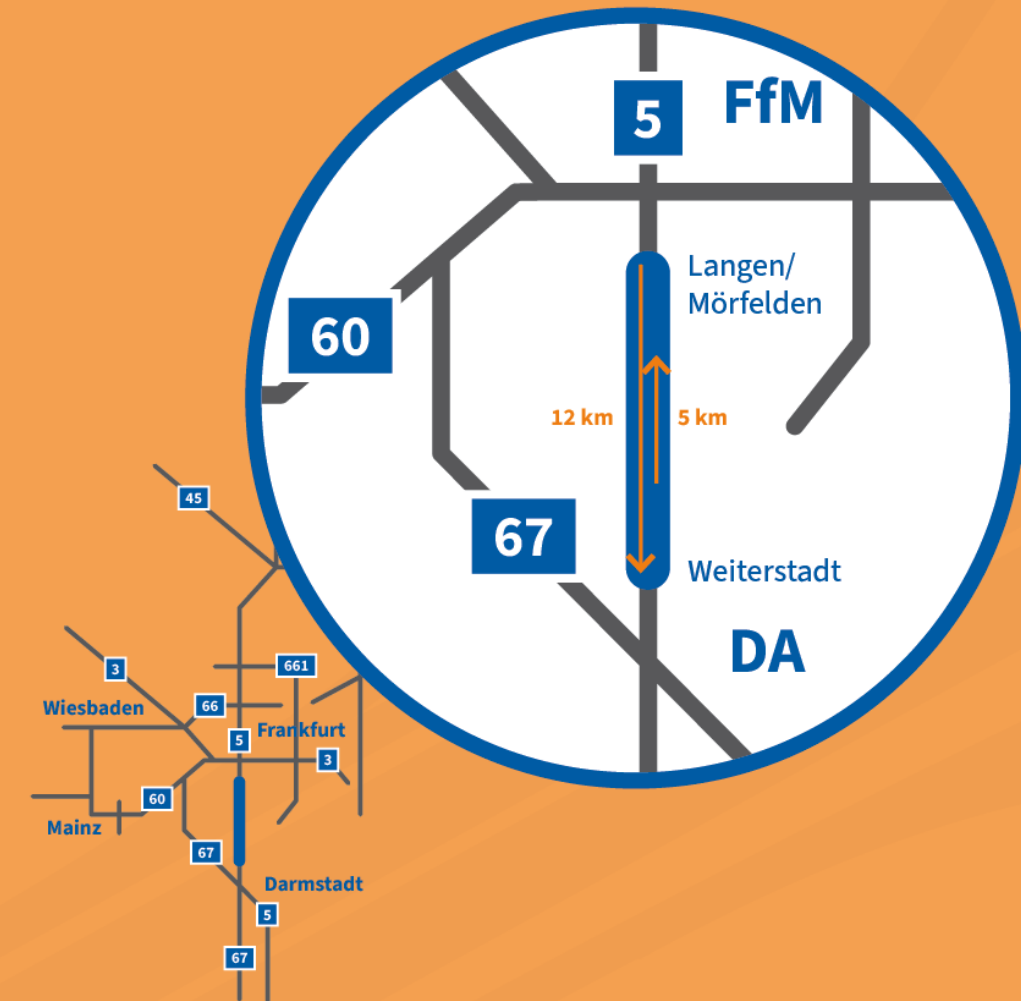
# The eHigway System

Key Results and Lessons Learned from the ELISA Project

# Project description

## ELISA – elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen

- The pilot project dealt with the **planning, approval, construction, operation, and evaluation** of the first eHighway system in Germany.
- The aim of the project was to test the **feasibility and operation of an overhead line system on a high traffic highway** and to trial a technology for reducing greenhouse gas emissions in heavy goods transport.
- As part of the project, a **total of 17 kilometers of overhead line infrastructure** was installed on the **A5 between Langen/Mörfelden and Weiterstadt** in Hesse.
- The field trial ran from May 7, 2019, to December 31, 2024.
- Overhead line trucks were supplied with **electricity for electric driving and simultaneous battery charging** via the overhead line while driving.
- **Various operating scenarios** were tested under real conditions on the test track.

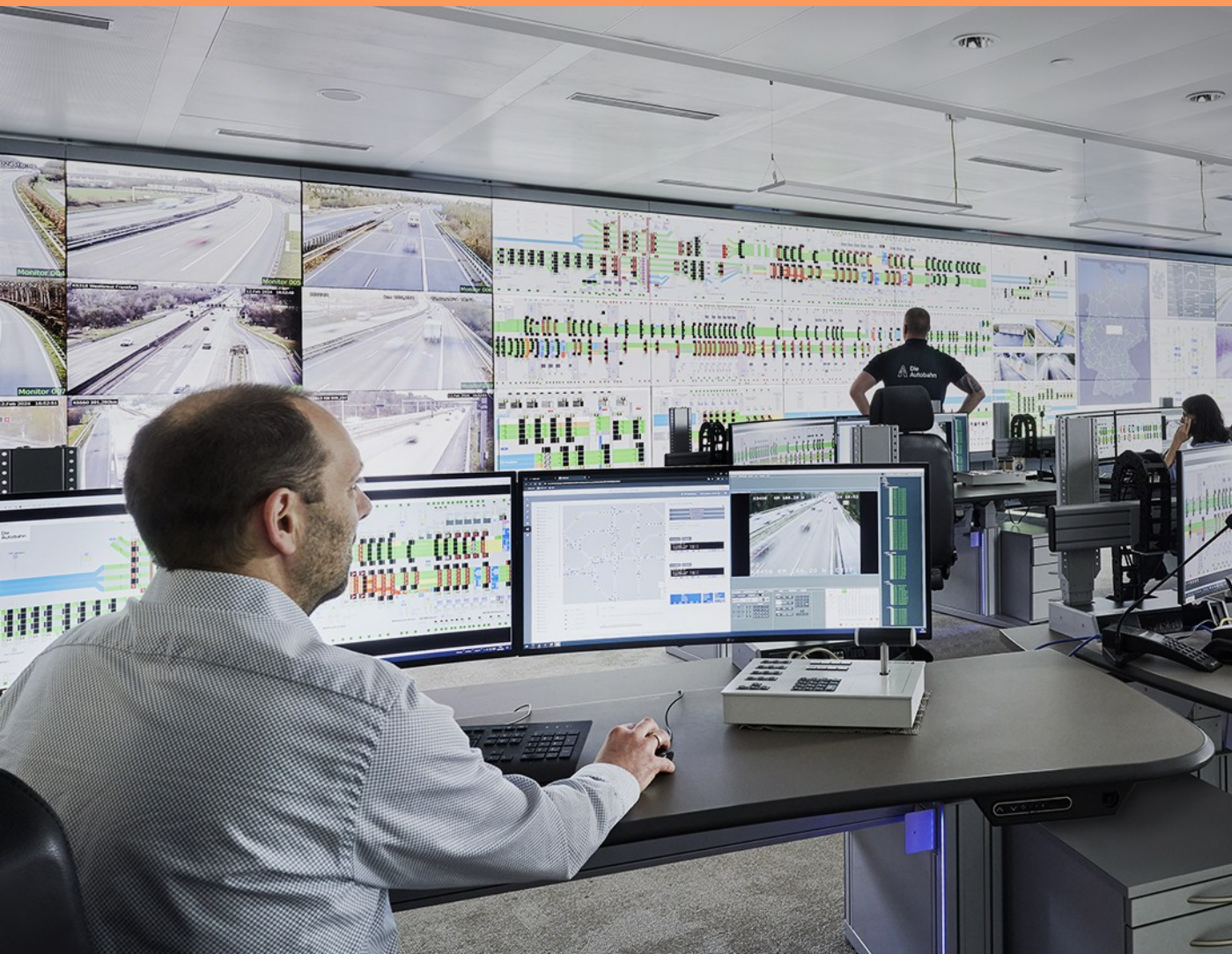


# Construction of the overhead line infrastructure

- **Challenges** in the construction and operation of an overhead line infrastructure were **identified and resolved. Solutions** were implemented **for various construction challenges**:
  - Langen/Mörfelden junction
  - Noise barrier
  - Masts in the central reservation
- **Findings from construction, maintenance, and operation:** Use of **insulator type** that is resistant to salt. The **automatic protection trigger**—independent grounding and short-circuiting in an emergency—worked flawlessly. Underground routing of ground cables can reduce the impact on operating services
- The actual **construction costs per kilometer of overhead line** were within the range of the values assumed in various studies. Based on the experience gained from the construction and expansion of the ELISA system, future costs can be calculated more accurately.



# Operation of the overhead line infrastructure



- **Stable operation with high availability:** Autobahn GmbH was able to operate the overhead line system safely, with high availability and predictable maintenance costs. Overall, the overhead line was a reliable source of power for the O-trucks. There were no shutdowns in the last three months of the project.
- **No impact on traffic flow:** The operation of the overhead line system had no negative impact on traffic flow: The traffic volume in the right lane and the average speed remained unchanged. #
- There was **no increase in accidents caused by the overhead line infrastructure.** The majority of road users did not feel that their sense of safety was impaired.
- **Operational processes between the traffic control center and emergency services** were successfully established and functioned smoothly throughout the entire duration of the project.
- Independently switchable **overhead line sections, or segments, can further increase availability on future routes.**

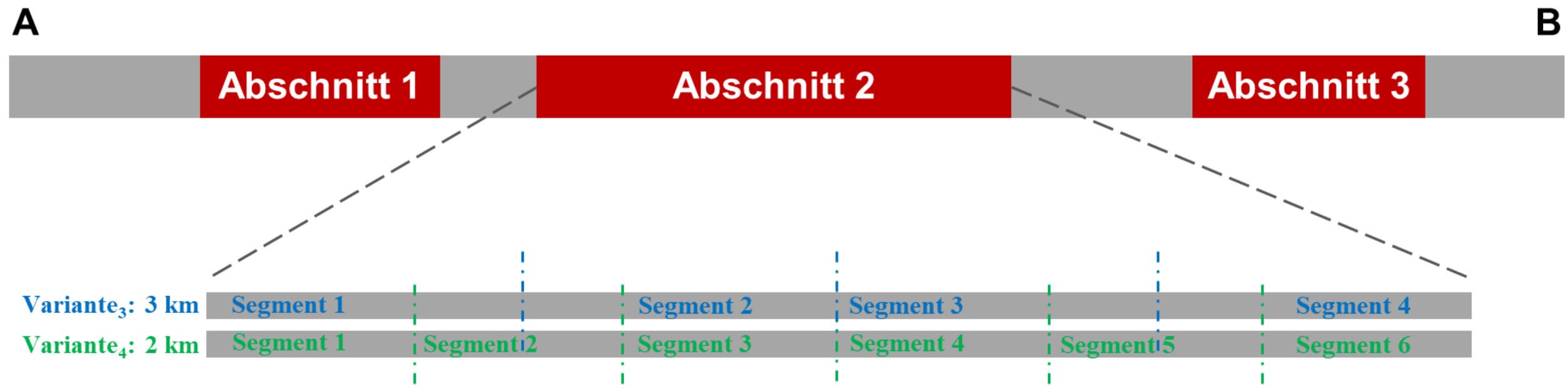
# Segmentation of the overhead line infrastructure

## Section/ Abschnitt – Organizational unit

A section is divided into one or more uninterrupted segments. The responsibilities of the operating personnel are clearly defined for each section.

## Segment – Electrotechnical unit

A segment is subordinate to the section and can be switched on and off separately. These are electrically separate but mechanically connected elements of a section.



# Segmentation of the overhead line infrastructure

## Section/ Abschnitt – Organizational unit

A section is divided into one or more uninterrupted segments. The responsibilities of the operating personnel are clearly defined for each section.

## Segment – Electrotechnical unit

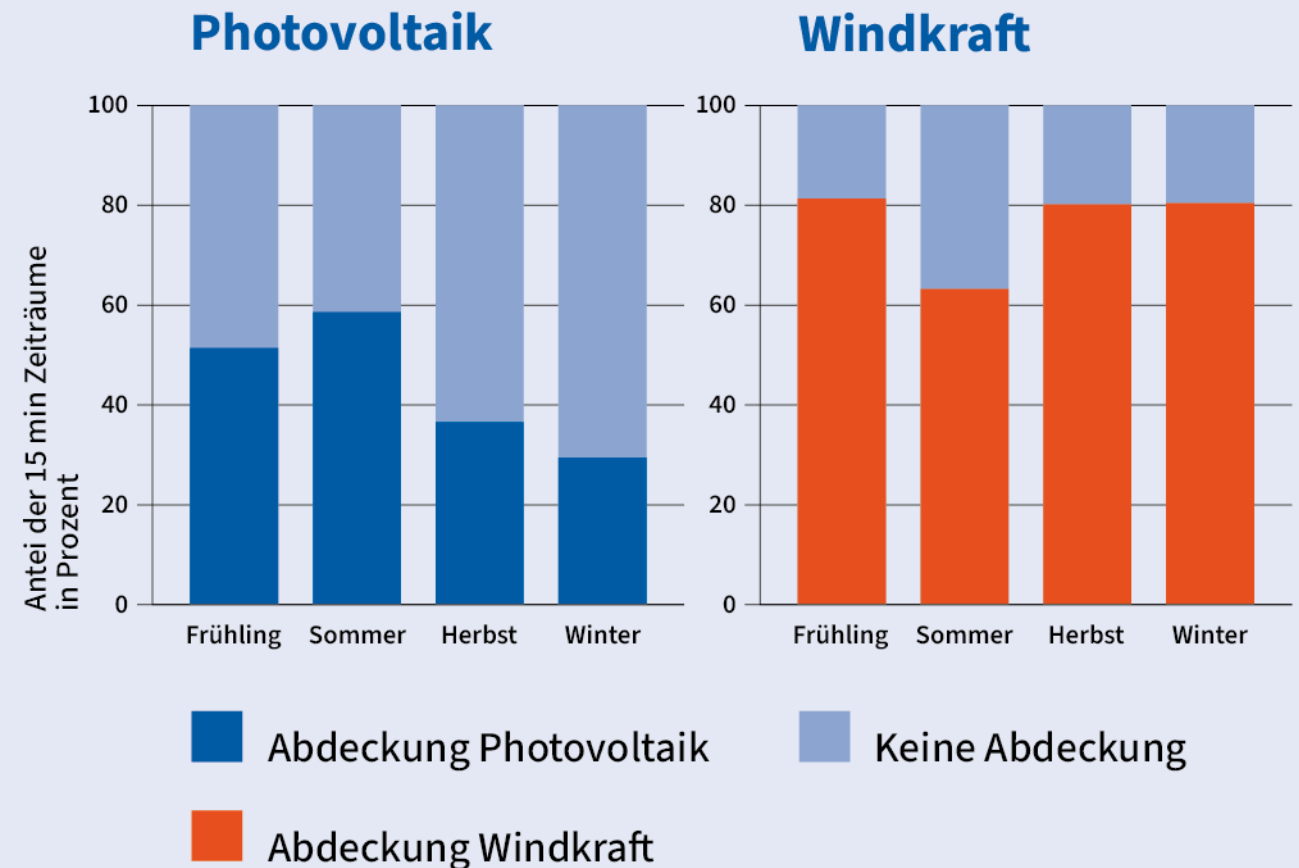
A segment is subordinate to the section and can be switched on and off separately. These are electrically separate but mechanically connected elements of a section.

General conditions	Operational	Technical	Planning
Ideal segment length	3-5 km	1-3 km	-
Ideal section length	20-30 km	Depending on structural conditions	Depending on organizational circumstances

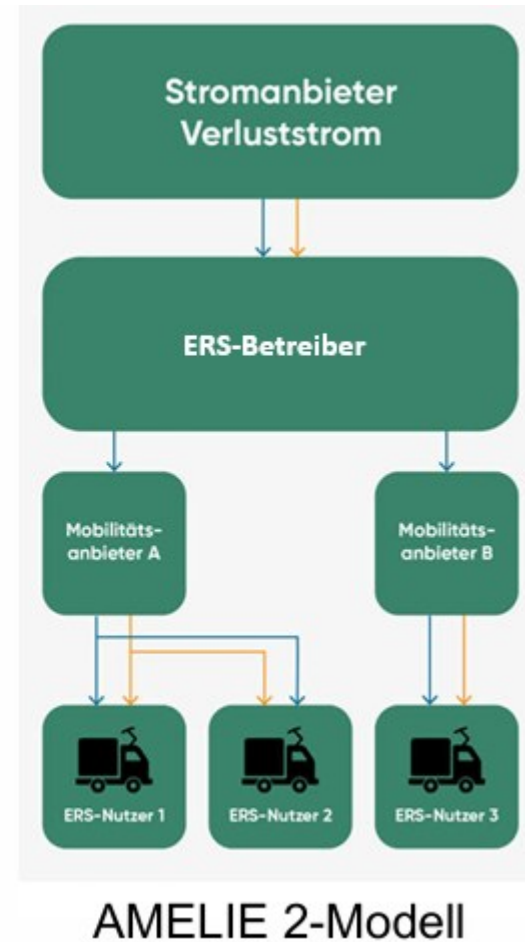
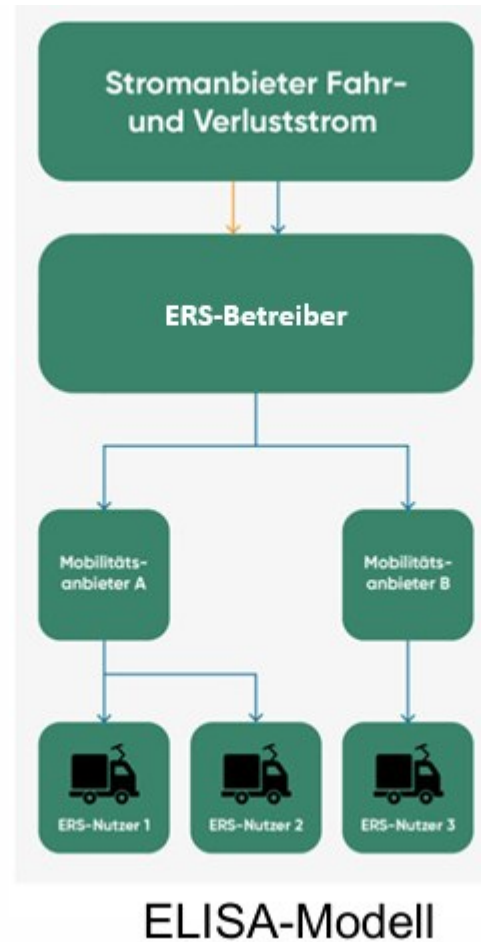
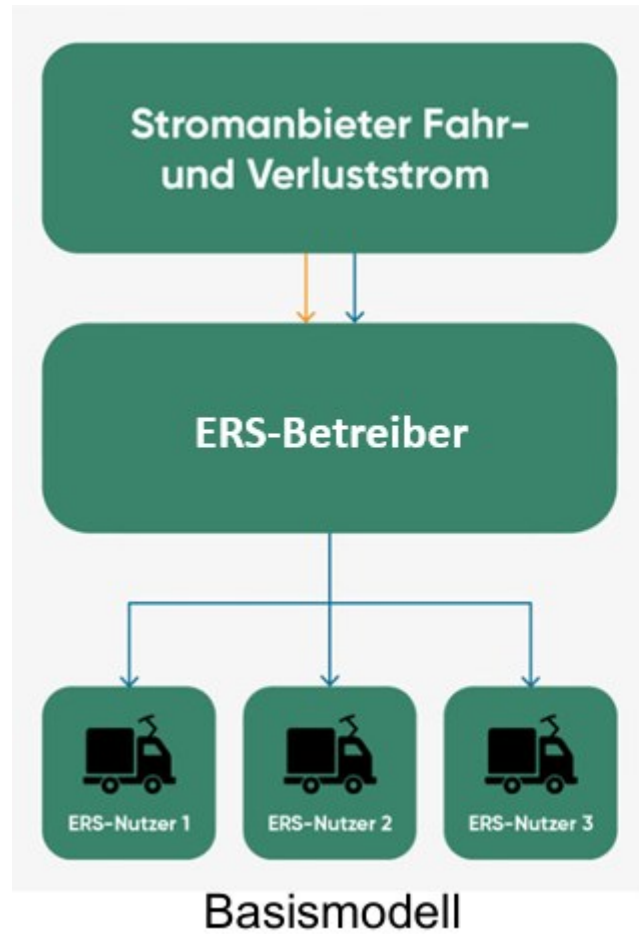
# Power supply for the overhead line infrastructure



- **High degree of coverage through renewable energies:** A coverage rate of 89 percent can currently be achieved for the power supply of the overhead line infrastructure on the A5 motorway through a combination of photovoltaic and wind power plants. In the future, a complete supply of renewable energies can be ensured in combination with an energy storage system.
- **Reduced need for storage capacity:** By using regional renewable energy sources and consuming the energy generated at the same time – especially during midday hours when both traffic load and photovoltaic generation are particularly high – the need for storage capacity in the power grid can be reduced.
- **Advantages in grid connection and grid planning:** Flexible and cost-effective connection to the medium-voltage grid is possible through strategically optimized selection of grid connection points.



# Overview of billing models



## Development of billing models

- **On-board units as electricity meters** to record the electrical energy consumed by a vehicle
- **Contract for balanced electricity supply** between energy suppliers and ERS operators, as well as between mobility providers and ERS users
- **Invoicing** by energy suppliers to ERS operators, by ERS operators to mobility providers, and by mobility providers to end users
- **Energy suppliers** can switch from ERS section to ERS section

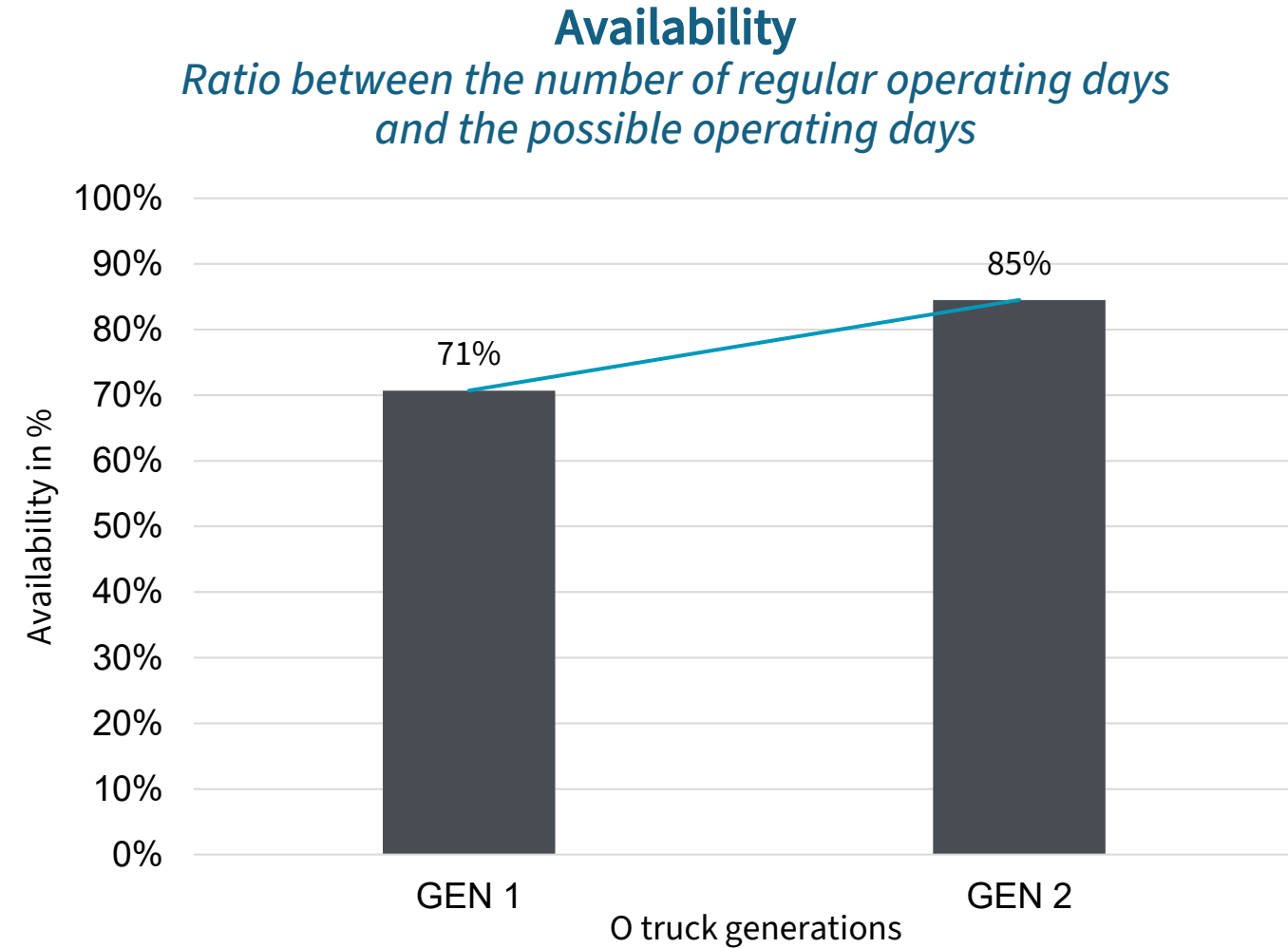
Source: IKEM and e-netz Südhessen



# Availability of overhead line trucks (O-trucks)

## Documentation of real-world operation in the vehicle operating diary

- The operational capability of **various types of O-trucks in real-world conditions** has been proven.
- **Continuous increase in overall availability** (vehicle + pantograph) since the start of the project through further development of O-trucks.
- Dynamic charging while driving **enables a reduction in battery size** in O-trucks – both in terms of volume and weight.
- **Synergy between dynamic and stationary charging:** Experts from vehicle manufacturers see the potential of dynamic charging as a useful addition to stationary charging.

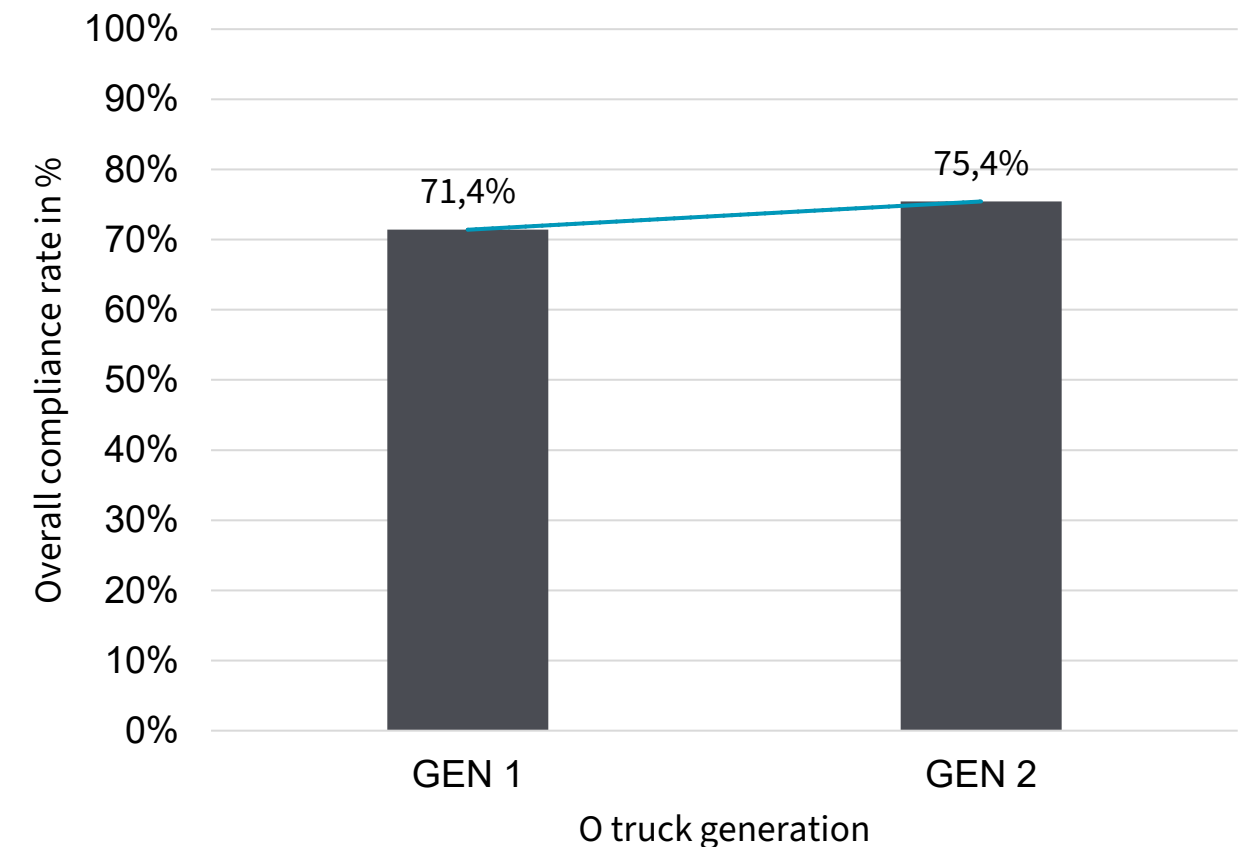


# Potential from the perspective of transport companies

## 9 participating transport companies

- The transport companies particularly appreciate the **flexible use** of the O-trucks **and the possibility of charging them while driving**, which means that no additional downtime is necessary.
- The O-trucks used **meet the requirements of the transport companies** and have been successfully **integrated** into **logistics processes**.
- Considering the current situation and length of the overhead line infrastructure, **regional shuttle and distribution transport** is proving **to be a particularly advantageous** application scenario.
- **Willingness to invest under suitable conditions:** Transport companies have expressed their willingness to invest in O-trucks in the long term – provided that suitable incentives are created, such as the further expansion of the overhead line infrastructure, continued toll exemption, and the promotion of additional stationary charging infrastructure.

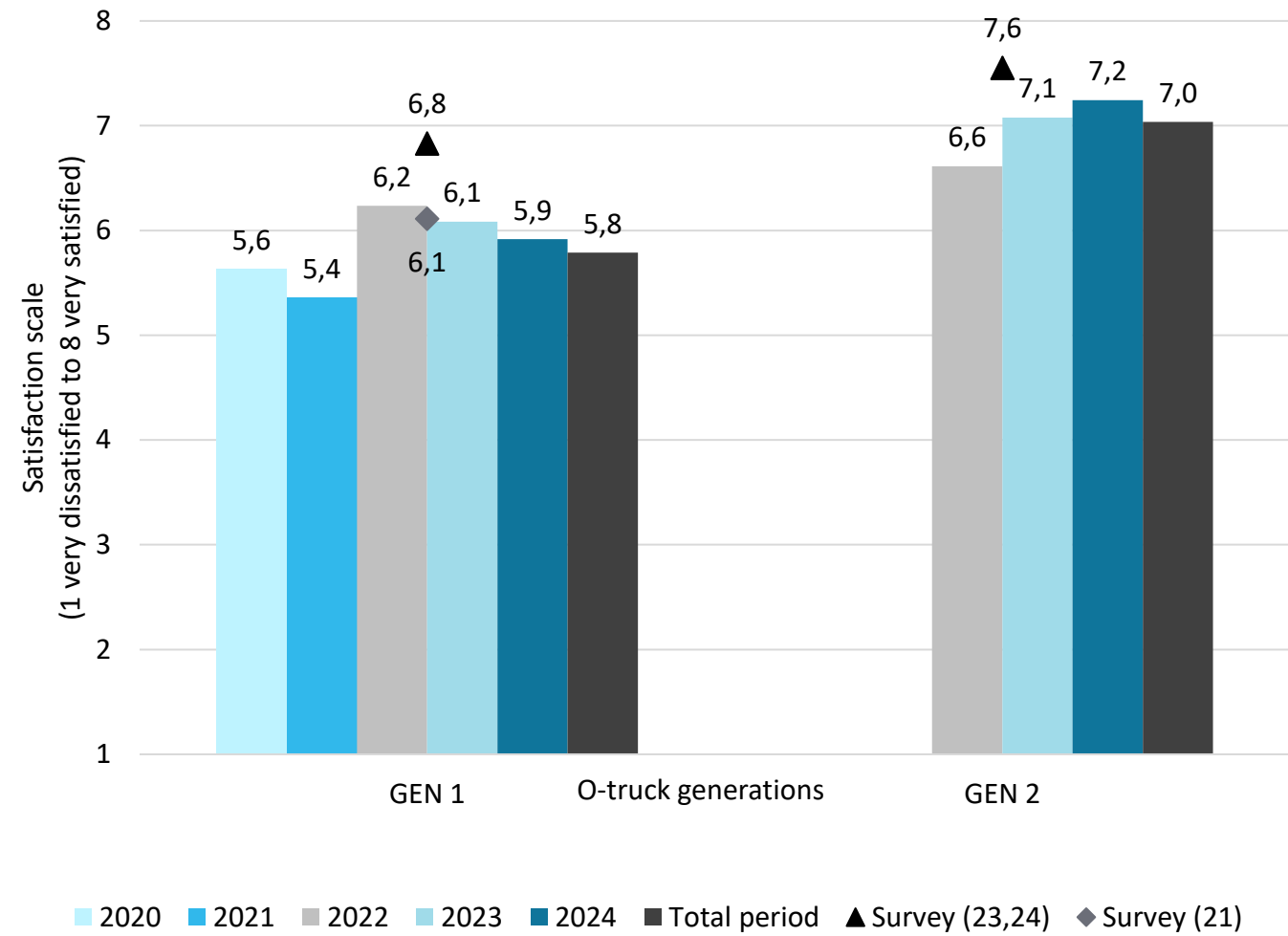
## Overall degree of fulfillment of management acceptance



# Driver satisfaction with O-trucks

## Results of weekly driver interviews and written surveys

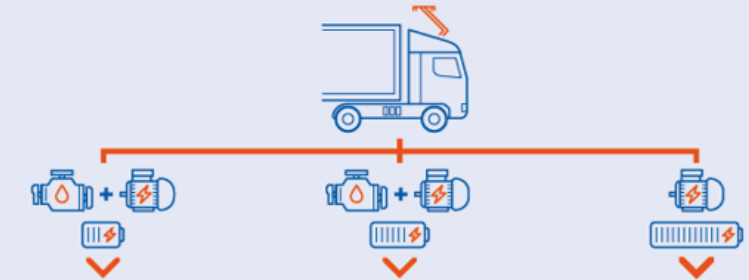
- **High driver satisfaction** with O-trucks.
- Satisfaction among the **second generation is increasing** compared to the first generation.
- **Overhead line-specific assistance systems** support drivers while driving.
- Drivers want **the pantograph connection and disconnection process** to be **automated**.
- The majority of **drivers feel safe** when using O-trucks.
- The majority of drivers state that they would like to drive O-trucks **in the long term** and also on **longer overhead line routes**.



# Greenhouse gas emission savings in real-world operation

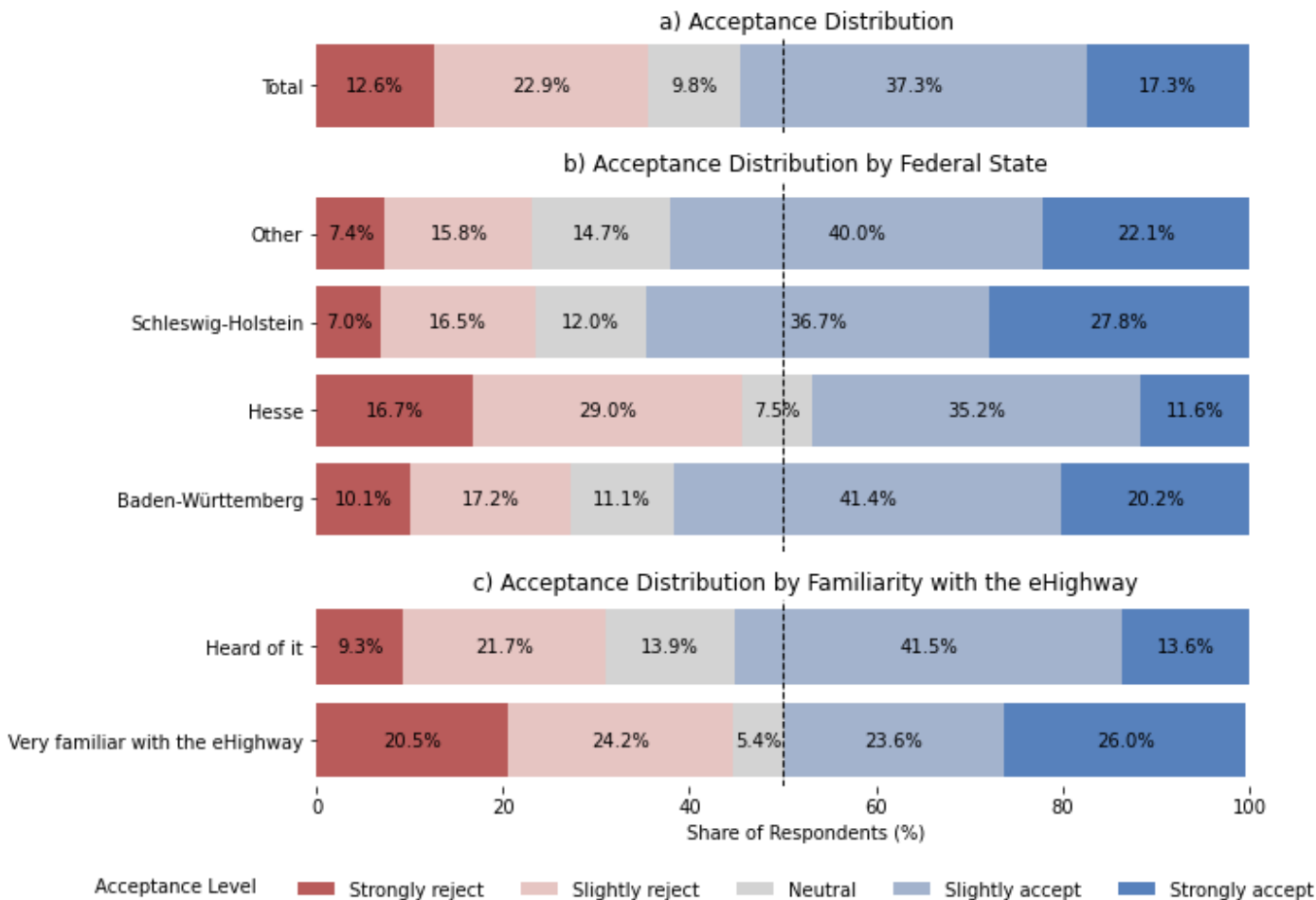
## Savings potential depending on vehicle generation and electricity mix

- Double savings effect:** The total electric distance traveled by the O-truck consists of the electric journey under the overhead line plus the electric journey outside the overhead line using the energy collected under the overhead line. **Thus, every additional kilometer of overhead line infrastructure leads to a further reduction in greenhouse gases.**
- Greenhouse gas emission-free road freight transport:** When powered entirely by electricity from renewable energies, the eHighway system can enable greenhouse gas emission-free road freight transport.
- Depending on the application profile, the GHG emission savings for **second-generation** O-trucks based on the 2023 electricity mix were up to **45% compared to conventional diesel trucks.**



O-LKW Generation (Spezifikation)	Generation 1 (HEV+PAN)	Generation 2 (pHEV+PAN)	Generation 3 (BEV+PAN)
Fahrzeugtyp	Sattelzug	Sattelzug	Kofferaufbau
E-Maschine	130 kW	260 kW	230 kW
Batteriekapazität	18 kWh	99 kWh	297 kWh
Verbrennungsmotor	450 PS	360 PS	/
Plug-in-Laden	nicht möglich	möglich	möglich
Ø Kraftstoffverbrauch	24–32 l/ 100 km	15–24 l/ 100 km	/
Ø Stromverbrauch ausserhalb d. Oberleitung	33–98 kWh/ 100 km	112–198 kWh/ 100 km	80–89 kWh/ 100 km
Ø Stromverbrauch bei Nutzung d. Oberleitung	62–72 kWh/ 100 km	57–70 kWh/ 100 km	63–64 kWh/ 100 km
Ø THG Emmisionseinsparungen (Strommix 2021)*	9–32 %	27–44 %	36–43 %
Ø THG Emmisionseinsparungen (Strommix 2023)*	9–32 %	28–45 %	42–48 %
Ø THG Emmisionseinsparungen (Ökostrom)*	9–32 %	32–56 %	100 %

# eHighway acceptance in society

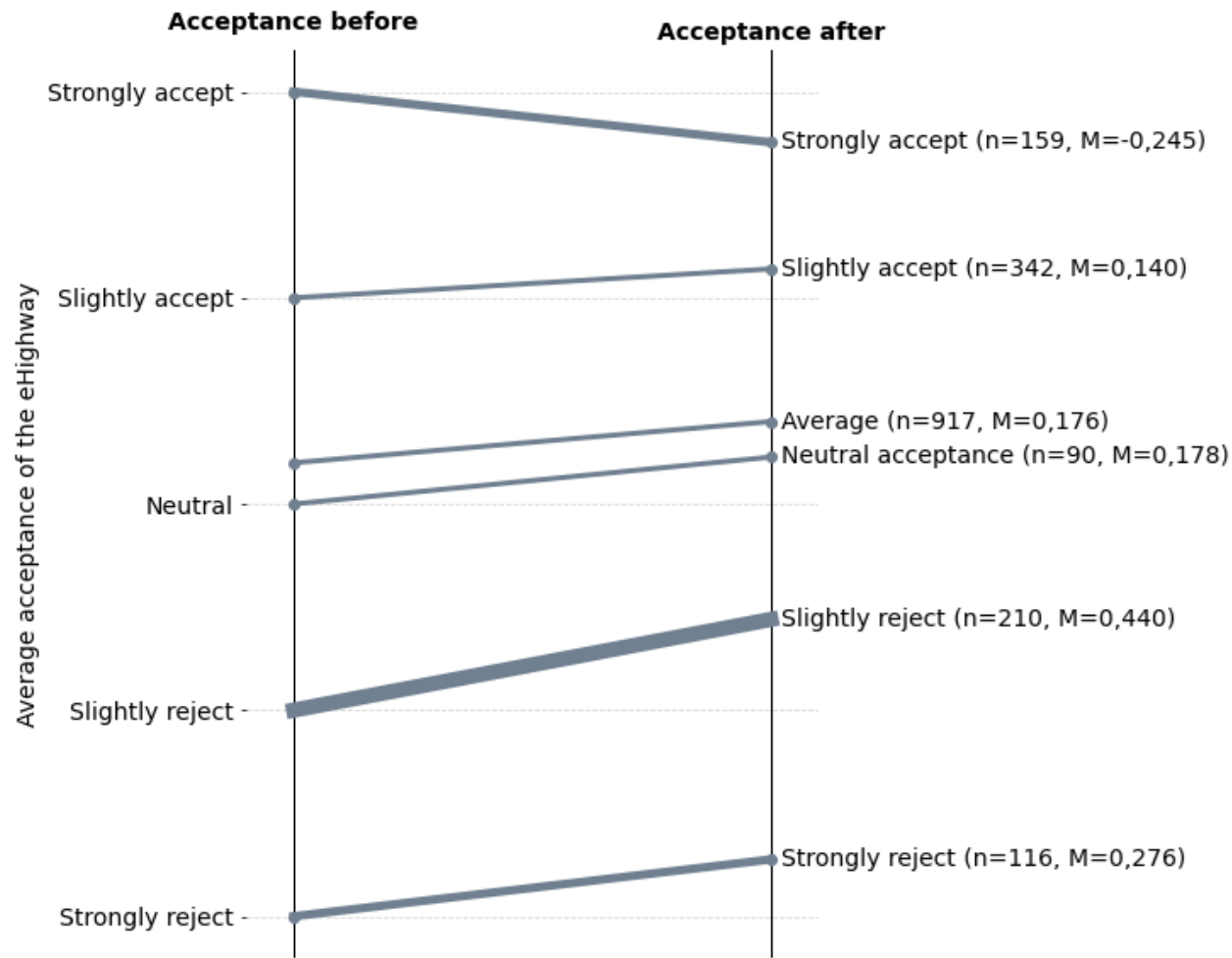


There are **regional differences** in the acceptance of the eHighway system.

**Cognitive biases** influence acceptance of the eHighway system:

- **Confirmation bias:** People who reject the eHighway system tend to distrust scientific information.
- **Bandwagon effect:** eHighway skeptics usually believe that the public also rejects the system.
- **Status quo bias:** The reluctance to support investment in overhead line infrastructure seems to stem more from resistance to change than from opposition to the technology itself.

# eHighway acceptance in society



There are **regional differences** in the acceptance of the eHighway system.

**Cognitive biases** influence acceptance of the eHighway system:

- **Confirmation bias:** People who reject the eHighway system tend to distrust scientific information.
- **Bandwagon effect:** eHighway skeptics usually believe that the public also rejects the system.
- **Status quo bias:** Reluctance to support investment in overhead line infrastructure seems to stem more from resistance to change than from opposition to the technology itself.

Providing **scientific facts increased acceptance**, especially among those with a slight tendency to reject the system.

# Publication of ELISA results



In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderten Forschungsprojekts ELISA – Elektrischer, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen – wurde zwischen Mai 2019 und Dezember 2024 im Realbetrieb eine Pilotstrecke für die oberleitungsgebundene Energieversorgung von elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen im öffentlichen Straßenraum erprobt. Der Realbetrieb des sogenannten eHighway-Systems wurde von einer wissenschaftlichen Evaluation begleitet. Die Forschung im Rahmen des Projekts ELISA zeichnet sich durch einen ganzheitlichen und interdisziplinären Evaluationsansatz aus, der das eHighway-System im Zusammenspiel mit seiner Systemumwelt analysiert. Wichtige Erkenntnisse aus der ersten Projektphase (Mai 2019 bis Juni 2022) wurden bereits in den Hinweispapieren zur ersten Phase im Jahr 2023 veröffentlicht. Das aktuelle Hinweispapier berücksichtigt nun insbesondere die Ergebnisse der zweiten Projektphase (Juli 2022 bis Dezember 2024).

Dieses Hinweispapier richtet sich an Transporteure. Relevante Kernergebnisse zur Erfüllung der fahrzeugtechnischen Anforderungen von Transporteuren an Oberleitungs-Lkw (O-Lkw) hinsichtlich u.a. Reichweite, Zuladungsgewicht und Transport diverser Güter werden thematisiert. Besonders wird auf die Integrierbarkeit der O-Lkw in unterschiedliche Transportketten und mögliche Änderungen in der Tourenplanung aufgrund des Einsatzes von O-Lkw eingegangen. Aus den fahrzeugseitigen Realbetriebsdaten werden Kennzahlen für den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen von O-Lkw bestimmt. Darüber hinaus wird auf die Akzeptanz des eHighway-Systems bei Fahrern, Disponenten und dem Management von Transportunternehmen eingegangen.

## 1. Stand der Technik

Das eHighway-System ermöglicht das dynamische Laden von hybriden oder batterie-elektrischen Lkw über einen Pantographen während der Fahrt. Die sogenannten Oberleitungs-Lkw (O-Lkw) beziehen mittels eines auf dem Lkw installierten Pantographen Strom von einer über dem rechten Fahrstreifen errichteten Oberleitungsinfrastruktur. Der bezogene Strom wird gleichzeitig für den Antrieb und das Aufladen der Batterie genutzt. Wird der mit Oberleitungen ausgestattete Streckenabschnitt verlassen oder muss ein langsames Fahrzeug überholt werden, wird der Pantograph abgesenkt. In diesem Fall fährt der O-Lkw mit Energie aus der zuvor geladenen Batterie weiter.

In der ersten Projektphase zwischen Mai 2019 und Juni 2022 wurden fünf Oberleitungs-Hybrid-Lkw (OH-Lkw) der ersten Generation auf zwei fünf Kilometer langen Teststrecken in nördlicher und südlicher Fahrtrichtung auf der A5 zwischen Darmstadt und Frankfurt erprobt. Aufbauend auf den positiven Erkenntnissen wurde für die zweite Projektphase die Oberleitungsanlage in südlicher Richtung auf 12 km verlängert, sodass insgesamt 17 km Oberleitungsinfrastruktur für die Erprobung zur Verfügung standen. Die verlängerte Teststrecke wurde im August 2023 in Betrieb genommen.

Parallel zur Erweiterung der Oberleitungsstrecke wurden die fünf OH-Lkw der ersten Generation kontinuierlich bis Juni 2024 weiter eingesetzt. Weiterhin wurden fünf OH-Lkw der zweiten Generation mit einer deutlich leistungsstärkeren E-



In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderten Forschungsprojekts ELISA (Elektrischer, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen) wurde zwischen Mai 2019 und Dezember 2024 im Realbetrieb eine Pilotstrecke für die oberleitungsgebundene Energieversorgung von elektrisch angetriebenen Nutzfahrzeugen im öffentlichen Straßenraum erprobt. Der Realbetrieb des sogenannten eHighway-Systems wurde von einer wissenschaftlichen Evaluation begleitet. Die Forschung im Rahmen des Projekts ELISA zeichnet sich durch einen ganzheitlichen und interdisziplinären Evaluationsansatz aus, der das eHighway-System im Zusammenspiel mit seiner Systemumwelt analysiert. Wichtige Erkenntnisse aus der ersten Projektphase (Mai 2019 bis Juni 2022) wurden bereits in den Hinweispapieren zur ersten Phase veröffentlicht. Das aktuelle Hinweispapier berücksichtigt nun insbesondere die Ergebnisse der zweiten Projektphase (Juli 2022 bis Dezember 2024).

Dieses Hinweispapier richtet sich an Oberleitungsinfrastrukturbetreiber. Aufbauend auf den Kernergebnissen zum Anlagenbetrieb im Projekt ELISA werden wesentliche Erkenntnisse aus der Realbetriebsprüfung der ELISA-Oberleitungsanlage für zukünftige Betriebskonzepte erörtert. Insbesondere werden Hinweise zum Betrieb einer in Abschnitte und Segmente eingeteilten Oberleitungsinfrastruktur gegeben. Darüber hinaus werden die Verfügbarkeit der Oberleitungsanlage im Projektzeitraum aufgezeigt und Fragestellungen zur Leitstelleneinrichtung und zu Infrastrukturkosten erörtert.

## 1. Stand der Technik

Mit dem Abschluss der ersten Projektphase und dem Betrieb der ersten 10 Kilometer Oberleitung konnte die Funktionalität des eHighway-Systems im Autobahnumfeld nachgewiesen werden. Die Errichtung und der Betrieb im öffentlichen Straßenraum sind sicher, zuverlässig und ohne nachhaltige Auswirkungen auf den Verkehrsfluss umsetzbar. Die betrieblichen Prozesse, die in Einklang mit den zuständigen Gefahrenabwehrbehörden und dem ausführenden Operatorenpersonal des Kontrollraums der Verkehrszentrale Deutschland erarbeitet und eingeführt wurden, haben sich als stabil, wirksam und komplikationsfrei erwiesen.

Mit dem Ausbau der ELISA-Oberleitungsanlage auf 17 Kilometer (5 Kilometer in nördliche und 12 Kilometer in südliche Fahrtrichtung) und der Aufnahme der neuen O-Lkw Generationen in den

Realbetrieb konnten in der zweiten Projektphase diese Erkenntnisse weiter verifiziert werden.

Die erweiterte Oberleitungsanlage ist über vier Gleichrichterunterwerken, die an das Mittelspannungsnetz angeschlossen sind, verbunden. Die Hauptaufgabe der Gleichrichterunterwerke besteht in der Versorgung der Oberleitung mit dem Fahr- und Ladesstrom durch Umwandlung und Anpassung der Spannung aus dem Mittelspannungsnetz. Darüber hinaus dienen die Gleichrichterunterwerke auch zur Steuerung und Überwachung der Oberleitungsanlage. Weitere wesentliche Komponenten der Oberleitungsinfrastruktur sind die Masten, Ausleger, Tragsseil und Fahrdrabt. Hierzu wurden in einem Abstand von etwa 42 Metern insgesamt 404 Masten parallel zum äußeren Fahrbahnrand sowie sechs Masten im Bereich der Tank- und Rastanlage Gräfenhausen in Mittellage errichtet.

**Summary of results (Hinweispapiere)** on the first (May 2019 – June 2022) and second (July 2022 – December 2024) project phases for each stakeholder:

- Transport companies
- Vehicle manufacturers
- Energy supply companies
- Overhead line infrastructure operators
- Overhead line infrastructure installers
- Road infrastructure operators
- Road maintenance services companies



[Link to publication on the website](#)

# ELISA

## Elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen

 Die  
Autobahn

 Institut für  
Verkehrsplanung  
und Verkehrstechnik  
TU Darmstadt

### Thank you very much!

**Dominik Gurske**

Die Autobahn GmbH des Bundes

Phone: +49 1522 779 063

Email: [dominik.gurske@autobahn.de](mailto:dominik.gurske@autobahn.de)

**Dr.-Ing. Regina Linke**

Technical University of Darmstadt,  
Institute for Transportation Planning and  
Traffic Engineering

Phone: +49 6151 1622508

Email: [linke@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:linke@verkehr.tu-darmstadt.de)

**Laurenz Bremer**

Technical University of Darmstadt,  
Institute for Transportation Planning and  
Traffic Engineering

Phone: +49 6151 1622506

Email: [bremer@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:bremer@verkehr.tu-darmstadt.de)

