



Sachstand

Elektrische Straßensysteme (ERS) – Simultanes Laden und Fahren von Elektrofahrzeugen

Einsatzmöglichkeiten, Durchsetzung und Regulierung

Elektrische Straßensysteme (ERS) – Simultanes Laden und Fahren von Elektrofahrzeugen
Einsatzmöglichkeiten, Durchsetzung und Regulierung

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 045/23
Abschluss der Arbeit: 25.05.2023
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Die Rolle von elektrischen Straßensystemen bei der E-Mobilität	4
2.1.	Einsatzmöglichkeiten	4
2.2.	Hürden bei der Durchsetzung	6
2.3.	Ausblick	9
3.	Regulatorische Rahmenbedingungen	10
3.1.	Technische Normung und Standardisierung bei Fahrzeugen und Ladeeinrichtungen	10
3.2.	Regularien für den Straßenbau	13
3.3.	Regularien für den Betrieb und die Abrechnung	13
3.4.	Anhang: Weitere Quellen zu Fragen der Regulierung	14

1. Einleitung

Dieser Sachstand soll einen Überblick über die regulatorischen Vorgaben für sogenannte **elektrische bzw. elektrifizierte Straßensysteme (Electric Road Systems, ERS)** geben. Darunter versteht man Straßenabschnitte, die eine elektrische Energieübertragung auf Fahrzeuge während der Fahrt ermöglichen.

ERS gelten als spezielle Ladeinfrastruktur im Kontext der Elektromobilität mit dem Fokus auf (Schwer-)Lasttransport. Der Einsatz induktiver ERS-Technologien ist aber auch bei PKW technisch möglich. Aktuell befinden sich ERS-Technologien und die dazu notwendigen Konzepte in der fortgeschrittenen Forschung und Entwicklung. Die Skalierung und Einrichtung erster Streckenabschnitte stellen derzeit die größten Hürden einer Verbreitung dar.

Bei ERS dominieren derzeit drei Technologieansätze:

- **Oberleitungssysteme** sollen LKW mit dem notwendigen Strom während der Fahrt über einen Abnehmer auf dem Dach versorgen; ähnlich wie Stromabnehmer an Zügen.
- **Stromschienensysteme** hingegen werden in der Straßenoberfläche installiert. Die Energieübergabe erfolgt über eine Kontaktschiene und einen Kontakt, der an der Unterseite des aufnehmenden Fahrzeugs angebracht ist. Stromschienen kommen in erster Linie für den Lastkraftwagenverkehr in Betracht, wären aber technisch auch für PKW möglich.
- Ebenfalls Teil des Straßenkörpers sind Vorrichtungen zum **mobilen induktiven Laden**. Die bisher getesteten Magnetspulen werden unterhalb der Straßenoberfläche eingesetzt und sorgen dafür, dass das darüberfahrende Fahrzeug über das erzeugte Magnetfeld induktiv geladen wird. Induktives Laden während der Fahrt kann prinzipiell sowohl im Bereich des Lastkraftwagenverkehrs als auch für Personenkraftwagen genutzt werden.¹

2. Die Rolle von elektrischen Straßensystemen bei der E-Mobilität

2.1. Einsatzmöglichkeiten

Electric Road Systems (ERS) könnten eine bedeutende Rolle bei der Dekarbonisierung des Verkehrssektors und vor allem im (Schwer)lastverkehr spielen:² ERS kann die **Reichweiten-, Gewichts- und Ladezeitennachteile** elektrifizierter Antriebe gegenüber Verbrennungsmotoren aufheben, für die bisher optional Wasserstoff mitbedacht wurde.

ERS ermöglichen eine **dynamische Energieübertragung** im Ladevorgang, das bedeutet, dass Fahrzeuge nicht anhalten oder stehen müssen, um Strom aufzunehmen. Fahrer verzichten also auf

1 Zum Stand der Marktreife der einzelnen Technologien vgl. IKEM (Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.) (2020), Leitbilder für den Aufbau von elektrischen Straßensystemen in Europa, <https://www.ikem.de/leitbild-electric-road-systems/>.

2 In Abschnitt 2 sind Informationen aus einem Hintergrundgespräch mit einem Experten aus dem Forschungsprojekt E|ROAD eingeflossen (<https://www.faps.fau.de/curforsch/neues-forschungsprojekt-zur-entwicklung-der-fertigungsprozesse-primaerseitiger-spulenmodule-fuer-elektrifizierte-strassen-eroad/>).

Wartezeiten oder Standzeiten zum Beladen ihres Fahrzeugspeichers. Die Stromübertragung erfolgt dabei entweder **konduktiv** (mittels eines Stromabnehmers an Oberleitungen bzw. an einer in der Straße eingelassenen Stromschiene) oder **induktiv** (durch in der Straße eingebrachte Spulenmodule) (siehe Abbildung 1):

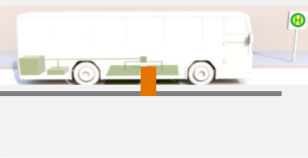
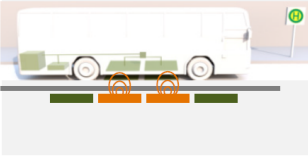
	Stationär	Semidynamisch	Dynamisch
Konduktiv			
Induktiv			
	Häusliches Laden, Arbeit, Einkauf, Schnellladen	Taxistand, Ampel, Bushaltestation	Ladespuren auf Autobahn

Abbildung 1: Anwendungsfälle konduktiver und induktiver Energieübertragung in Abhängigkeit des Bewegungszustands des Fahrzeuges³

Mit Ladeleistungen von bis zu 150 kW (private Ladeboxen erreichen zwischen 1,4 und 22 kW) ist die derzeitige Technik in der Lage, Fahrzeugspeicher in der Bewegung aufzuladen.

Die Vorteile von ERS liegen vor allem im Bereich des **Schwerlastverkehrs**. Durch das elektrische Aufladen während der Fahrt könnten Langstreckentransporte von LKW ohne stationäre Ladevorgänge durchgeführt werden. Die Situation an stark frequentierten Schnellladepunkten an den Autobahnen könnte entschärft werden. Zudem könnte der Strom, der aus Sonne und Wind auf angrenzenden Flächen der Autobahnen gewonnen wird, ohne hohe Übertragungsverluste direkt über die Ladestrecke in die Fahrzeuge geladen werden. Induktive Ladesysteme hätten darüber hinaus den Vorteil, dass sie auch PKW, Transporter und Klein-LKW während der Fahrt laden könnten, die aufgrund ihrer Höhe nicht über Stromabnehmer für Oberleitungen verfügen (können).

Aufgrund der anspruchsvollen technischen und infrastrukturellen Anforderungen ist ein ERS **im ersten Schritt** als **Ergänzungs-** bzw. **Nischentechnologie** für spezifische Anwendungsfälle (v.a. im Schwerlastverkehr) zu sehen. Experten favorisieren den Einsatz von ERS an hochfrequentierten

3 Weigelt, M. (2022), Multidimensionale Optionenanalyse alternativer Antriebskonzepte für die individuelle Langstreckenmobilität, FAU Studien aus dem Maschinenbau, Band 412, Erlangen, FAU University Press, https://opus4.kobv.de/opus4-fau/files/21374/Weigelt_Diss_MB_412.pdf, S. 20.

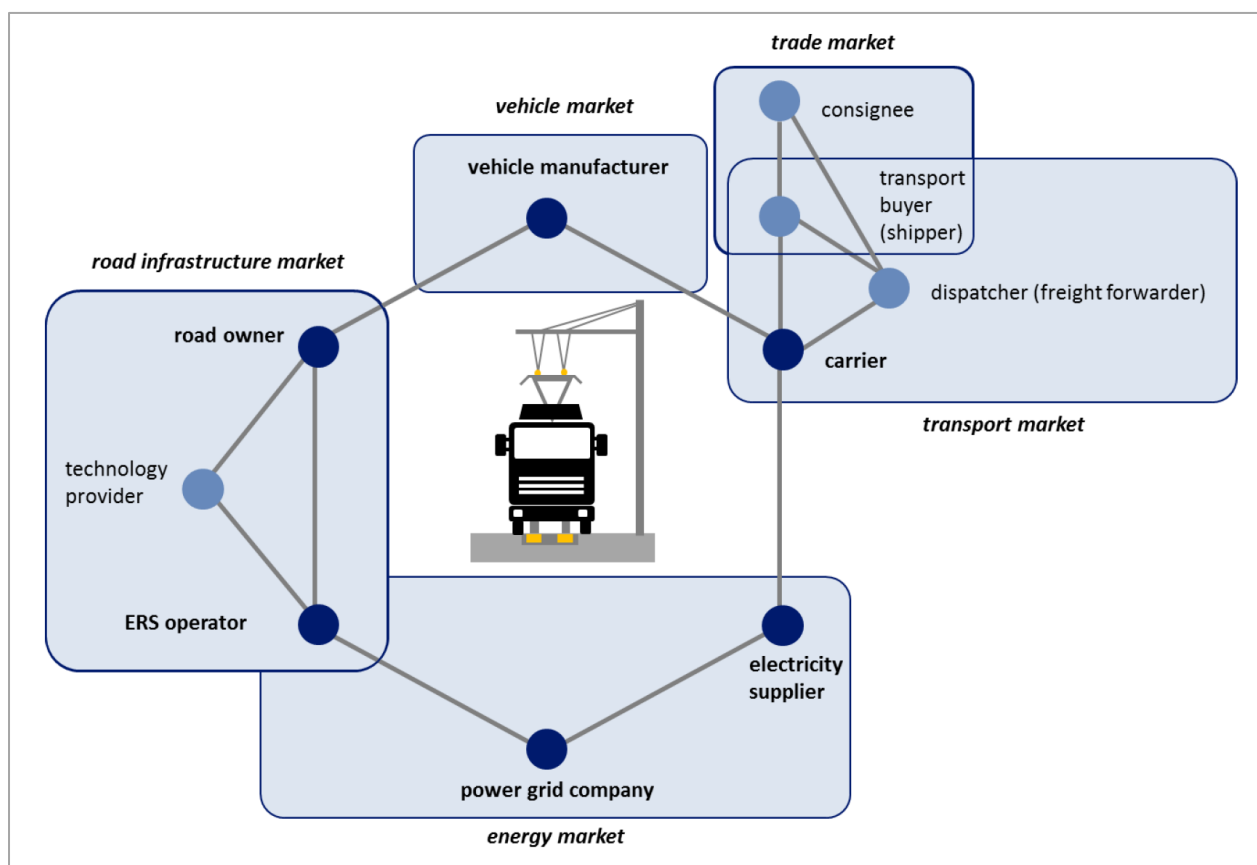
Autobahnstrecken des transeuropäischen Verkehrsnetzes, wo ein hoher Durchfluss an Schwerlastverkehr zu erwarten ist (TEN-V bzw. TEN-T: The trans-European transport network).⁴

2.2. Hürden bei der Durchsetzung

Wie bei vielen Infrastrukturinnovationen liegt die größte Herausforderung nicht in der Entwicklung einzelner Technologien oder Komponenten in verschiedenen Bereichen. Vielmehr ist das **systemische Zusammenspiel** der ineinandergreifenden Bereiche für den Durchsetzungserfolg von Bedeutung:

ERS tangiert die Sektoren **Transport** (Fahrzeughersteller, Logistik, Handel), **Strom (Stromerzeugung und -verteilung)** und **Straßenbewirtschaftung**. Zudem sind einige dieser Sektoren innerhalb der EU stärker reguliert (wie z.B. Straßenbewirtschaftung und Stromverteilung) als andere.

4 IKEM (Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.) (2022), European launch vision for Electric Road Systems, <https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2022/11/Studie-European-launch-vision-for-Electric-Road-Systems.pdf?media=1667839188>, S. 8.

Abbildung 2: ERS-Marktstruktur⁵

Für die Entwicklung und Umsetzung von ERS sind umfangreiche Anpassungen der Straßeninfrastruktur erforderlich. Der Straßenbau müsste entsprechend angepasst werden, um die notwendige Infrastruktur für den Transport der Energie zu integrieren. Dies würde erhebliche Investitionen erfordern.

Eine weitere Herausforderung von ERS ist die Notwendigkeit einer speziellen Ladevorrichtung in den Fahrzeugen, die mit der Ladetechnologie der Straße kommunizieren und interagieren muss. Dies erfordert eine gemeinsame **Entwicklung von Standards und Normen**, um eine reibungslose, europaweite Interoperabilität sicherzustellen.

Diese Ausrüstung müssen erst die Fahrzeughersteller in Abstimmung mit den verwendeten Technologiestandards an den Straßensystemen integrieren. Demgegenüber haben stationäre Ladesäu-

5 CollIES – Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2021), Key Messages on Electric Roads: Executive Summary from the CollERS Project, <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/CollERS-Key-Messages-on-Electric-Roads.pdf>, S. 5.

lensysteme aktuell den höchsten kommerziellen Reifegrad und damit das größte Skalierungspotenzial.⁶ Seit einigen Jahren laufen in Deutschland zu ERS verschiedene **Forschungs- und Versuchsprojekte** mit Industriepartnern entlang der Wertschöpfungskette:

“In the context of ERS, the manufacturers of heavy trucks who are active in the European market are particularly relevant. Their product portfolio is defined by their market expectations and at the same time forms the basis of the propulsion options available for logistics companies. Important companies in this context are MAN and Scania (both subsidiaries of Volkswagen), Daimler, DAF, IVECO and Volvo. Of these, however, only Scania is involved in ERS projects and is positively associated with the technology. Mercedes is focusing on MWC-BEVs and FCEVs. IVECO is focusing on BEVs and FCEVs in cooperation with Hyundai and Nikola, as is DAF. Volvo was involved in an ERS pilot in Sweden in 2018, but published a critical article about ERS and sees the technology in a niche role in 2020. Siemens is building an ERS overhead line infrastructure called eHighway and is involved in related projects together with Scania. Besides Siemens, Alstom has also been involved as an infrastructure manufacturer in ERS projects, such as the Swedish project with Volvo mentioned above. IVECO, together with ABB and Electreon, has been involved as an infrastructure supplier in an inductive ERS pilot project in Italy, the ‘Arena del Futuro’, which, however, is not specifically aimed at heavy trucks, but electric vehicles in general. In summary, the position of many OEMs is predominantly sceptical about ERS, and the current focus is primarily on FCEVs and BEVs for heavy-duty transport. However, some are also involved in ERS pilot projects, which implies at least a certain interest in the technology.”⁷

Die für ERS notwendigen Technologien in den Fahrzeugen, in der Straße als auch in der Übertragung von der Straße auf das Fahrzeug haben einen **fortgeschrittenen Technologiereifegrad** (engl. Technological Readiness Level – TLR) von 6 bis 8 (auf einer Skala bis 9).⁸ Größter Entwicklungsbedarf wird im Bereich „billing and payment solutions“ – also Anwendungen für die wirtschaftliche Nutzbarmachung – gesehen.⁹

Die Hersteller von Lastkraftfahrzeugen benennen als derzeitige Herausforderungen im Zusammenhang mit der Elektrifizierung des Schwerlasttransports vorrangig stationäres Laden von elektrisierten LKW, die Weiterentwicklung von Batterien, verschiedenen Lademöglichkeiten (insbesondere der Ladeanteil am Depot und auf öffentlichen Ladestellen) und die Entwicklung von Brennstoffzellentechnologie und einer Wasserstoffnetzinfrastruktur. ERS-Technologien sind aus

6 CollIES2 – Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2022), Ready to go? Technology Readiness and Lifecycle Emissions of Electric Road Systems, <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/dcc6e1c5-d73c-414e-ae54-e2c1dd4654a0/content>, S. 3.

7 IKEM (Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.) (2022), European launch vision for Electric Road Systems, <https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2022/11/Studie-European-launch-vision-for-Electric-Road-Systems.pdf?media=1667839188>, S. 18.

8 Siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Technology_Readiness_Level.

9 CollIES2 – Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2022), Ready to go? Technology Readiness and Life-cycle Emissions of Electric Road Systems, <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/dcc6e1c5-d73c-414e-ae54-e2c1dd4654a0/content>, S. 8.

Sicht der Fahrzeughersteller als **zusätzliche Ladeschnittstelle** zu verstehen.¹⁰ ERS in der breiten Anwendung spielt in den Schwerlastverkehrsszenarien der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur derzeit keine Rolle.¹¹

Grund dafür könnte sein, dass Hersteller von (Nutz-)Fahrzeugen und Ladetechnologien auf größere **Ausbaumaßnahmen der Straßenbewirtschaftung** warten. Ein Ausbau der Infrastruktur könnte die potenziell notwendige Nachfrage nach sich ziehen und die Hersteller dazu veranlassen, alternative Ladeschnittstellen anzubieten, damit Fahrzeugbesitzer die Infrastruktur nutzen können. Der **Umbau bestehender Fahrzeuge** soll nicht sehr kostenintensiv sein. Daher liegt aktuell weiterer Forschungsbedarf in der Skalierung der **Fertigungs- und Implementierungstechnologien**, um kostengünstig und großflächig eine solche Infrastruktur aufzubauen.

2.3. Ausblick

Da der Eingriff in die **Straßeninfrastruktur** eine **hoheitliche Aufgabe** ist – bei europäischen Straßenverbindungen mit Beteiligung vieler Staaten – hängt der Erfolg der ERS maßgeblich von öffentlichen Akteuren ab. Eine alleinige Umsetzung durch private Akteure ist zudem aufgrund des hohen Risikos unwahrscheinlich.¹²

Aktuell soll das zukünftige Ladenetz für den elektrifizierten Verkehr vorrangig durch den massiven Ausbau von Ladesäulen¹³ vorangetrieben werden:

“The Federal Government is committed to the target laid down in the coalition agreement with regard to electric mobility. One million charging points, which are to be publicly accessible on a non-discriminatory basis by 2030 [...]”.¹⁴

Um das Ziel der Klimaneutralität im Verkehrssektor zu erreichen, sollen jedoch weitere Technologien in Ergänzung zum Ladesäulennetz und zum Wasserstoffantrieb mitbedacht werden:

10 National Organisation Hydrogen and Fuel Cell Technology (2023), Market development of climate-friendly technologies in heavy duty road freight transportation in Germany and Europe, https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/wp-content/uploads/2023/05/BroschuereNOWCleanroom_ENG_web.pdf, S. 28.

11 https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2022/09/P733-22.155_NLL-Use-Case-Landschaft-Klimafreundliche-Nutzfahrzeuge_RGB_engl_01jw-scaled.jpg.

12 IKEM (Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.) (2022), European launch vision for Electric Road Systems, <https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2022/11/Studie-European-launch-vision-for-Electric-Road-Systems.pdf?media=1667839188>, S. 9.

13 Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur (2020), Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf, <https://nationale-leitstelle.de/wp-content/pdf/broschuere-lis-2025-2030-final-web.pdf>.

14 The Federal Government of Germany (2022), Charging Infrastructure Masterplan II, https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2023/01/Masterplan-Ladeinfrastruktur-II-der-Bundesregierung_Englisch_DIN_A4_barrierefrei.pdf, S. 5.

“In future, besides established charging infrastructure, other technologies, for example, swappable batteries, inductive charging or overhead line systems, could also be an option and, despite not being in widespread use at the moment, should therefore be taken into account.”¹⁵

Aufgrund der wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen physischer Ladeinfrastruktur, den Fahrzeugen und den Lademanagementsystemen ist das Entwicklungspotenzial schwer einschätzbar. Experten gehen davon aus, dass Deutschland erst in der Zukunft (zwischen 2024 und 2026) richtungsweisende Entscheidungen zur ERS-Technologie treffen wird.¹⁶

Da die EU **Technologieoffenheit** und **Interoperabilität** für einen CO₂-neutralen Verkehrssektor vorgibt,¹⁷ erarbeiten verschiedene Arbeitsgruppen aus Industrie und Wissenschaft die ersten technischen Normierungen und mögliche Regulierungsbedarfe.

3. Regulatorische Rahmenbedingungen

3.1. Technische Normung und Standardisierung bei Fahrzeugen und Ladeeinrichtungen

Für ein nahtlos funktionierendes europäisches Transport- und Verkehrssystem ist es entscheidend, dass die Technologien miteinander kompatibel sind. Für Ladeinfrastrukturen haben Normungsinstitutionen bereits eine Vielzahl an Normen zu Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur gemeinsam veröffentlicht.¹⁸ Darunter zählen sämtliche Normen für das Laden, die Planung und den Betrieb von Ladeinfrastrukturen (vor allem für elektrische PKW) sowie für Sonderfälle wie induktives Laden und Schwerlasttransport.¹⁹

Der bisherige Fokus der Normen von Ladeinfrastrukturen liegt auf stationärem Laden, wird jedoch für ERS erweitert:

-
- 15 The Federal Government of Germany (2022), Charging Infrastructure Masterplan II, https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2023/01/Masterplan-Ladeinfrastruktur-II-der-Bundesregierung_Englisch_DIN_A4_barrierefrei.pdf, S. 10 f.
- 16 IKEM (Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.) (2022), European launch vision for Electric Road Systems, <https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2022/11/Studie-European-launch-vision-for-Electric-Road-Systems.pdf?media=1667839188>, S. 7.
- 17 CollERS2 - Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2022), Regulating Electric Road Systems in Europe - How can a deployment of ERS be facilitated?, <https://electric-road-systems.eu/e-r-systems-wAssets/docs/publications/CollERS-2-Discussion-paper-2-Regulatory-issues.pdf>, S. 2 f.
- 18 Zum Ablauf einer Normung siehe: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages (2023), Nationale und internationale Normierung und Standardisierung, WD 5 - 3000 - 006/23, PE 6 - 3000 - 005/23, <https://www.bundestag.de/resource/blob/939322/300e69b77592498d8111f00dff922e5a/WD-5-006-23-PE-6-005-23-pdf-data.pdf>.
- 19 DKE (2022), Technical guideline charging infrastructure electromobility, <https://www.dke.de/resource/blob/2200276/49560c69007230b207ed0d6b6cb72762/technical-guideline-charging-infrastructure-electromobility---version-4-data.pdf>, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/ag-digitale-netze-ausblick-energie-mobilitaet-praesentation-evolution-der-ladeinfrastruktur.pdf?__blob=publicationFile.

Auf EU-Ebene arbeitet die Normungsorganisation CENELEC mit dem neu aufgesetzten **TC9X-Komitee** derzeit an der **Standardisierung technischer Normen** für ERS (siehe Abbildung 3):²⁰

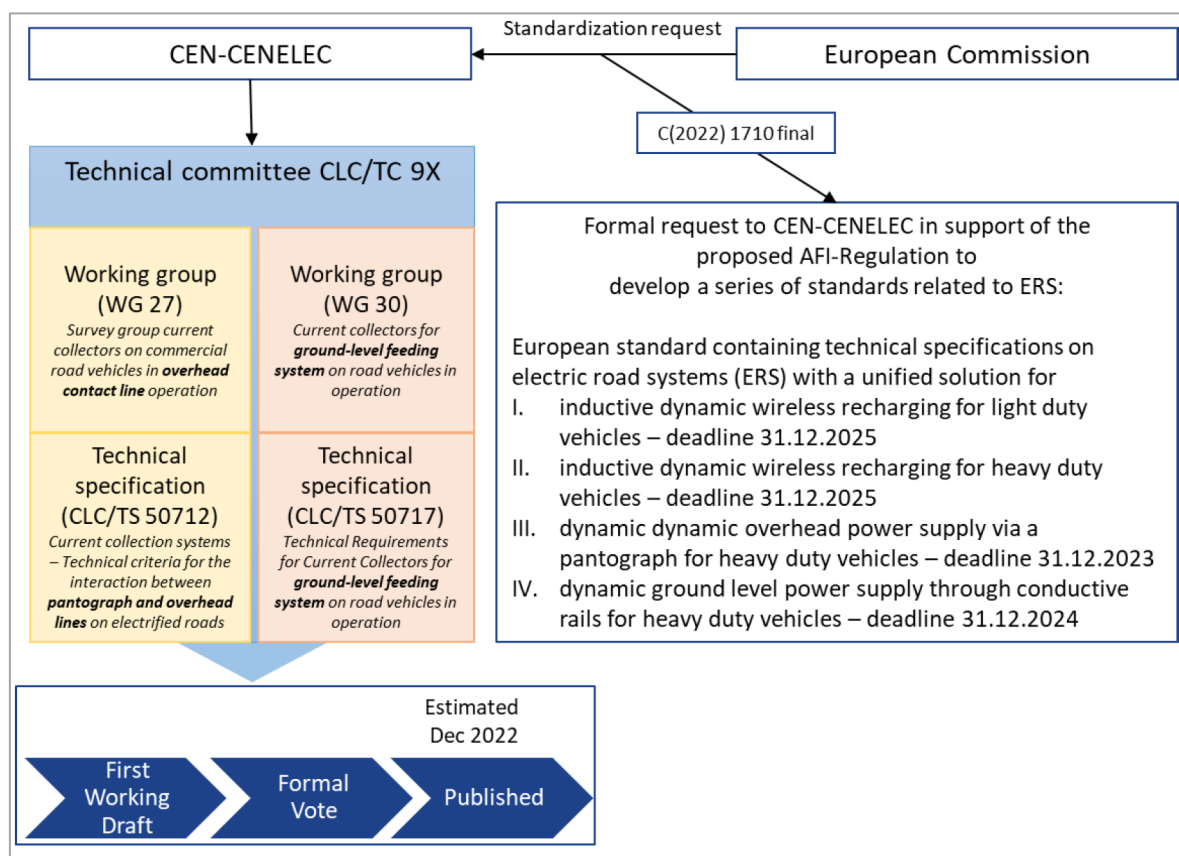


Abbildung 3: Illustration der Standardisierungsaktivitäten von ERS auf EU-Ebene²¹

Das Technische Komitee CENELEC TC9X hat **zwei Arbeitsgruppen** mit der Entwicklung von Normen für ERS betraut:²²

- CLC/TC 9X/WG 27 – Stromabnahmesysteme – Technische Kriterien für die Interaktion zwischen Stromabnehmer und Oberleitungen auf elektrifizierten Straßen.

20 CollERS2 - Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2021), Key Messages on Electric Roads, <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/CollERS-Key-Messages-on-Electric-Roads.pdf>, S. 6.

21 CollERS2 - Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2022), Regulating Electric Road Systems in Europe - How can a deployment of ERS be facilitated?, <https://electric-road-systems.eu/e-r-systems-wAssets/docs/publications/CollERS-2-Discussion-paper-2-Regulatory-issues.pdf>, S. 10.

22 CollERS2 - Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2022), Regulating Electric Road Systems in Europe - How can a deployment of ERS be facilitated?, <https://electric-road-systems.eu/e-r-systems-wAssets/docs/publications/CollERS-2-Discussion-paper-2-Regulatory-issues.pdf>, S. 8 f.

- CLC/TC 9X/WG 30 – Stromabnehmer für bodengebundene Speisesysteme in betrieblichen Straßenfahrzeugen.

Diese Arbeitsgruppen entwickeln derzeit **zwei Technische Spezifikationen** (TS):

- CLC/TS 50712 – Stromabnahmesysteme – Technische Kriterien für die Interaktion zwischen Stromabnehmer und Oberleitungen auf elektrifizierten Straßen.
- CLC/TS 50717 – Technische Anforderungen an Stromabnehmer für bodengebundene Speisesysteme in betrieblichen Straßenfahrzeugen.

Diese Normen sollen sicherstellen, dass die technischen Anforderungen für ERS europaweit einheitlich festgelegt sind, um eine reibungslose Interaktion zwischen den verschiedenen Komponenten zu gewährleisten. Es wird versucht, bestehende Normen aus dem stationären Laden mit der drahtlosen Energieübertragung und der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladevorrichtung zu vereinen.²³

Auf nationaler Ebene in Deutschland werden die Normen für ERS in der DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE) mitarbeitet. 2020 hat der **Arbeitskreis DKE/AK 351.1.13** „Elektrische Straßensysteme“ an der Schnittstelle zwischen den Gremien „Elektrischen Ausrüstungen für Bahnen“ und „Elektrostraßenfahrzeugen“ in Bezug auf Straßennutzfahrzeuge unter Oberleitungen seine Arbeit aufgenommen. Der Arbeitskreis erarbeitet die „Vornorm“²⁴ auf europäischer Ebene.²⁵

Die Normung und Standardisierung von ERS auf europäischer und nationaler Ebene spielt eine entscheidende Rolle, um die Kompatibilität der Technologien sicherzustellen, Interoperabilität zu gewährleisten und eine breite Akzeptanz von ERS zu fördern. Durch **einheitliche Normen** sollen Hersteller von **Fahrzeugen** und **Infrastruktur** in der Lage sein, aufeinander abgestimmte Lösungen zu entwickeln und die Implementierung von ERS voranzutreiben.

23 Für einen Überblick relevanter Normen für **dynamisches induktives Laden** siehe: Weigelt, M. (2022), Multidimensionale Optionenanalyse alternativer Antriebskonzepte für die individuelle Langstreckenmobilität, FAU Studien aus dem Maschinenbau, Band 412, Erlangen, FAU University Press, https://opus4.kobv.de/opus4-fau/files/21374/Weigelt_Diss_MB_412.pdf, S. 22 f. Für einen Überblick relevanter Normen für **dynamisches Laden mit Oberleitungen** siehe: Nationale Plattform Zukunft der Mobilität (2021), Schwere Nutzfahrzeuge – Standards und Normen für alternative Antriebe, AG 6-Bericht, https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2021/11/NPM_AG6_SchwereNutzfahrzeuge.pdf, S. 9 f.

24 „Eine Vornorm ist das Ergebnis von Normungsarbeiten, die aus inhaltlichen oder aus Verfahrensgründen nicht oder noch nicht als europäische bzw. deutsche Norm veröffentlicht werden können“, <https://baulexikon.beuth.de/DIN4.HTM#:~:text=Eine%20Vornorm%20ist%20das%20Ergebnis,und%20Erg%C3%A4nzung%20ist%20die%20Regel.>

25 Weigelt, M. (2022), Multidimensionale Optionenanalyse alternativer Antriebskonzepte für die individuelle Langstreckenmobilität, FAU Studien aus dem Maschinenbau, Band 412, Erlangen, FAU University Press, https://opus4.kobv.de/opus4-fau/files/21374/Weigelt_Diss_MB_412.pdf, S. 22 f.; COLLERS2 - Swedish-German research collaboration on Electric Road Systems (2022), Regulating Electric Road Systems in Europe - How can a deployment of ERS be facilitated?, <https://electric-road-systems.eu/e-r-systems-wAssets/docs/publications/COLLERS-2-Discussion-paper-2-Regulatory-issues.pdf>, S. 10 f.

3.2. Regularien für den Straßenbau

In Deutschland gibt es bisher **keine gesetzliche Regulierung**, die sich spezifisch auf elektrische Straßensysteme bezieht. Dies bedeutet, dass bei der Installation solcher Systeme die allgemeinen Rechtsvorschriften und Standards im Straßen- und Tiefbau, im Fernstraßenrecht sowie im Energierecht berücksichtigt werden müssen.

Bei **Oberleitungsanlagen**, die zur Bereitstellung von notwendiger Fortbewegungsenergie dienen, jedoch selbst keinen Verkehr aufnehmen, lassen sich als Zubehör zu Bundesfernstraßen nach § 1 Abs. 4 Nr. 3 Bundesfernstraßengesetz (FStrG)²⁶ qualifizieren.²⁷ Diese Einordnung beruht darauf, dass sie zwar einen Verkehrszweck erfüllen, jedoch nicht eigenständig als Verkehrsanlagen fungieren.

Unterirdisch verlegte Magnetspulen zum **induktiven Laden** sowie **Stromschienensysteme**, die fest mit dem Straßenkörper verbunden sind, können als Teil des Straßenkörpers nach § 1 Abs. 4 Nr. 1 FStrG betrachtet werden. Diese Einordnung beruht darauf, dass sie unselbstständig mit dem Straßenkörper verbunden sind und somit als integraler Bestandteil der Straßeninfrastruktur angesehen werden können.

Sofern es sich bei den ERS-Anlagen um Zubehör zu Bundesfernstraßen oder um Teile derselben handelt, ist gemäß § 17 Satz 1 FStrG ein **Planfeststellungsverfahren** erforderlich. Ein Planfeststellungsverfahren dient dazu, die Auswirkungen des geplanten Projekts auf die Umwelt und die Rechtsinteressen der Beteiligten umfassend zu prüfen. Es ist sicherzustellen, dass die ERS-Anlagen im Einklang mit den geltenden rechtlichen Vorgaben und Standards errichtet werden. Im Rahmen dieses Verfahrens ist außerdem zu prüfen, ob eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden muss.

3.3. Regularien für den Betrieb und die Abrechnung

Hinsichtlich des Betriebs von ERS und der Abrechnung von genutzter Energie sind weitere rechtliche Vorgaben zu beachten.

So sind etwa die Vorgaben der **Preisangabenverordnung**²⁸, insbesondere § 14 Abs. 2 einzuhalten. Demnach hätten Betreiber von ERS in Deutschland sicherzustellen, dass die Preisangaben, insbesondere hinsichtlich der Stromabgabe, transparent und vergleichbar sind. Der Schutz der Ver-

26 Bundesfernstraßengesetz (FStrG) in der Fassung vom 28. Juni 2007, zuletzt geändert durch Art. 6 des Gesetzes vom 22. März 2023, <https://www.gesetze-im-internet.de/fstrg/BJNR009030953.html>.

27 Grosse, B., Knezevic, G., Claes, F., Hartwig, M., Radeisen, A., Kamenz, S. (2022), Rechtliche Integration von Oberleitungssystemen für schwere Nutzfahrzeuge, Klima und Recht, S. 180-182; Kühnel, S., Hacker, F., Götz, W. (2018), Oberleitungs-Lkw im Kontext weiterer Antriebs- und Energieversorgungsoptionen für den Straßengüterfernverkehr, Öko-Institut, <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/StratON-O-Lkw-Technologievergleich-2018.pdf>, S. 94.

28 Preisangabenverordnung (PAngV) vom 12. November 2021, https://www.gesetze-im-internet.de/pangv_2022/BJNR492110021.html.

braucher und eine korrekte Preisfindung gestaltet sich bei der Nutzung von ERS-Anlagen („bloßes Überfahren der Straße“) möglicherweise anders als bei einem separaten Kaufvorgang an einer Ladesäule.²⁹

Zudem muss die Abgabe von Strom an die Fahrzeuge über ERS-Anlagen mit den Vorgaben des **Mess- und Eichrechts** in Einklang stehen,³⁰ was beim induktiven Laden ebenfalls besondere Herausforderungen stellt.

Die **Ladesäulenverordnung**³¹, in welcher technische Anforderungen an öffentlich zugängliche Ladesäulen für Elektrofahrzeuge geregelt sind, findet hingegen auf ERS keine Anwendung. Der Anwendungsbereich nach § 2 Nr. 2 LSV umfasst nur Einrichtungen, die ein Auto gleichzeitig laden können. Möglichkeiten zum induktiven Laden sind nach § 3 Abs. 7 LSV von den Interoperabilitätsanforderungen der Verordnung ausgenommen.

3.4. Anhang: Weitere Quellen zu Fragen der Regulierung

- *Internetseite des Projekts CollERS 2, in dem Partner aus Deutschland und Schweden ERS erforschen:* <https://electric-road-systems.eu/e-r-systems/project-publications.php>.
- *Entwicklung einer Vergleichsmethodik für die Bewertung von Antriebskonzepten der individuellen Langstreckenmobilität:* Weigelt, M. (2022), Multidimensionale Optionenanalyse alternativer Antriebskonzepte für die individuelle Langstreckenmobilität, FAU Studien aus dem Maschinenbau, Band 412, Erlangen, FAU University Press, https://opus4.kobv.de/opus4-fau/files/21374/Weigelt_Diss_MB_412.pdf.
- *Gesetzeslandkarte zur Elektromobilität (mit Links):* <https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2021/06/Gesetzeskarte-Elektromobilitaet.pdf>; *englische Version:* <https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2022/09/Regulatory-landscape-for-electric-mobility.pdf>.

29 Zur Anwendbarkeit von § 3 PAngV auf Ladesäulen vgl. Rechtsgutachten des BMWK vom 24. August 2018, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/preisangabe-fuer-und-abrechnung-von-ladestrom-fuer-elektromobile-rechtsgutachten.pdf?__blob=publicationFile&v=11.

30 <https://nationale-leitstelle.de/en/umsetzen>.

31 Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für elektrisch betriebene Fahrzeuge¹ (Ladesäulenverordnung – LSV) vom 9. März 2016, zuletzt geändert durch Art. 2 der Verordnung vom 2. November 2021, <https://www.gesetze-im-internet.de/lsv/BJNR045700016.html>.