
Positionspapier / Januar 2022

Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken als Teil der Energiewende

Hindernisse bei einer schnellen, kostengünstigen und
aufwandsarmen Elektrifizierung



Impressum

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)
Kamekestraße 37–39 · 50672 Köln
T 0221 57979-0 · F 0221 57979-8000
info@vdv.de · www.vdv.de



@DieVerkehrsunternehmen



@VDV_Verband



die-verkehrsunternehmen



app.vdv.de

Ansprechpartner

Dietmar Litterscheid
T 0221 57979-151
F 0221 57979-8151
litterscheid@vdv.de

Udo Stahlberg
T 0221 57979-132
F 0221 57979-8132
stahlberg@vdv.de

Bildquellen

Titel	Banedanmark
Seite 3	Albtal-Verkehrs-Gesellschaft
Seite 5	Dietmar Litterscheid
Seite 7	Banedanmark
Seite 8	Andreas Randacher, RAIL
Seite 9	DKE - VDE-Verlag

Ist die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken alternativlos?

Bei der Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken in Deutschland standen bisher vor allem folgende Aspekte im Vordergrund:

- Die elektrische Traktion ermöglicht deutlich höhere Höchstgeschwindigkeiten wegen der im Zug installierten hohen spezifischen Antriebsleistung (kW/t).
- Die elektrische Traktion ermöglicht den Einsatz von schweren Güterzügen mit weniger Lokomotiven und das bei höherer Geschwindigkeit.
- Die elektrische Traktion ermöglicht relativ einfach, viele Radsätze, insbesondere die der für den S-Bahn-Betrieb vorgesehenen Triebwagen, anzutreiben und infolgedessen eine hohe Beschleunigung sowie eine rein elektrische Bremsung mit Energierückspeisung dieser Fahrzeuge zu gewährleisten.



Die politisch gewollte Energiewende, das heißt die Abwendung von fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl und Erdgas und hin zu regenerativen Energien wie Windenergie, Sonnenenergie, Wasserkraft, hat dazu geführt, dass seit ca. 10 Jahren bei der Beschaffung von Schienenfahrzeugen wieder solche mit elektrischem Antrieb bevorzugt werden. Diese Entwicklung ist vergleichbar mit der bei den Kraftfahrzeugen, da seitens der Politik vorgesehen ist, in absehbarer Zukunft keine Pkw mehr mit Verbrennungsmotoren zuzulassen.

Um aber einen elektrischen Bahnbetrieb zu realisieren, werden jetzt auch Strecken als „elektrifizierungswürdig“ betrachtet, bei denen ansonsten die oben genannten Aspekte keine oder untergeordnete Bedeutung haben. Dies gilt insbesondere für Strecken des regionalen SPNV. Aber auch Strecken von Güter-, Werks- und Hafengebäuden sollen elektrifiziert werden, um einen

elektrischen Bahnbetrieb so weit wie möglich auf der ersten und letzten Meile eines Güterzuglaufs anzubieten.

Auch wenn der elektrische Bahnbetrieb sowohl in der Politik als auch in der Öffentlichkeit immer mehr Zuspruch erhält, werden oft die scheinbar hohen Kosten für die Elektrifizierung einer Strecke als Hinderungsgrund genannt. Daher wird häufig gefordert, auf diesen Strecken Fahrzeuge einzusetzen, die wohl elektrisch angetrieben werden, aber keine Oberleitung zur Speisung mit Fahrstrom erfordern.

In diesem Fall muss dann die für den Fahrzeugantrieb notwendige Energie in den Fahrzeugen gespeichert und mitgeführt werden:

- in Batterien, derzeit i. A. Lithium-Ionen-Batterien („Batterieelektrische Fahrzeuge“ (BEMU));
- in Wasserstofftanks, wobei der Wasserstoff zusammen mit dem Sauerstoff aus der Luft in Brennstoffzellen zu Wasser reagiert und hierbei elektrische Energie erzeugt wird; wegen der Trägheit der Brennstoffzelle ist immer auch eine Batterie zu Energiepufferung unumgänglich („Brennstoffzellen- oder Wasserstoff-Fahrzeuge“ (FCEMU)).

Diese Fahrzeuge sind immer schwerer und technisch komplizierter als solche, die direkt aus der Oberleitung gespeist werden. Sie benötigen einen Energiespeicher, z. B. Batterie, Wasserstofftank etc., der sowohl Einbauraum erfordert als auch ein nicht unbeträchtliches Gewicht mit sich bringt. Andererseits muss die Energie mehrfach mit Verlusten umgewandelt werden. Weiterhin benötigen diese Fahrzeuge eine besondere Lade- oder Wasserstoffinfrastruktur in den Betriebswerken bzw. Bahnhöfen.

Fazit:

Zwar zeichnet sich eine rasante technische Weiterentwicklung bei Batterien und Brennstoffzellen ab. Dennoch stellt die direkte Speisung von elektrischen Schienenfahrzeugen aus der Oberleitung auch in Zukunft die energieeffizienteste und kostengünstigste Betriebsweise dar. Dies haben auch neuere wissenschaftliche Studien (VDE-Studie¹) erwiesen.

Mit Blick auf die langen Vorlaufzeiten muss möglichst rasch der Rahmen für die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken weiter verbessert werden. In Deutschland sind aktuell rund 60 Prozent der Eisenbahnstrecken elektrifiziert. Der VDV setzt sich für einen Elektrifizierungsgrad von 75 Prozent des Netzes ein.

¹ „Bewertung klimaneutraler Alternativen zu Dieseltriebzügen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen am Praxis-Beispiel ›Netz Dören‹“; Studie des VDE Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik e. V., Frankfurt am Main; Juni 2020

Genehmigungsverfahren zur Elektrifizierung

Am 10.12.2020 ist das Gesetz zur Beschleunigung von Investitionen (InvBeschlG) in Kraft getreten. Dieses betrifft auch Änderungen des *Allgemeinen Eisenbahngesetzes* (AEG) und des *Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung* (UVPG). Beabsichtigt ist, die Umsetzung bestimmter Vorhaben durch Verzicht auf Planfeststellung zu beschleunigen. Dazu gehören

- die Elektrifizierung von Bahnstrecken,
- die Errichtung digitaler Signal- und Sicherungstechnik,
- der (barrierefreie) Umbau von Bahnsteigen sowie
- die Errichtung von Schallschutzwänden zur Lärmsanierung.

Weiter werden die Umweltprüfungen in diesen Fällen erleichtert.



Unterscheidung von Elektrifizierungsvorhaben nach Streckenlänge nicht sachgerecht

Im UVPG ist im neu eingefügten § 14a Abs. 2 festgehalten, dass bei der „[...] Ausstattung einer bestehenden Bahnstrecke mit einer Oberleitung auf einer Länge von weniger als 15 Kilometern [...]“ eine sog. standortbezogene Vorprüfung entsprechend § 7 Abs. 2 UVPG durchzuführen ist. Sollte das Ergebnis dieser Prüfung sein, dass das Vorhaben keine UVP-Pflicht auslöst, bedarf es gemäß Änderung des § 18 Abs. 1a AEG keiner Planfeststellung oder Plangenehmigung (mehr).

Fazit:

Die Festsetzung im durch das InvBeschlG neugefassten UVPG, dass bei Ausstattung einer bestehenden Bahnstrecke mit einer Oberleitung auf einer Länge von weniger als 15 km eine standortbezogene Vorprüfung entsprechend § 7 Abs. 2 UVPG und ansonsten eine allgemeine Vorprüfung entsprechend § 7 Abs. 1 UVPG durchzuführen ist, ist ein Schritt in die richtige Richtung. Dennoch ist die Begrenzung auf 15 km ein nicht ohne Weiteres begründbarer Wert. Ein Sachzusammenhang zwischen der Länge der zu elektrifizierenden Strecke und der Eingriffsschwere in die Umwelt besteht nicht.

Weitere Vereinfachung erforderlich

Die standortbezogene Vorprüfung stellt durch ein vereinfachtes Prüfverfahren die niedrigste Schwelle der Vorprüfung dar, doch bereits dafür muss ein erheblicher zeitlicher und finanzieller Aufwand eingeplant werden. Hauptaugenmerk liegt auf der Bewertung der Betroffenheit von europäischen und nationalen Schutzgebieten und geschützten Biotopen nach Bundesnaturschutzgesetz, Schutzgebieten nach Wasserhaushaltsgesetz, Denkmälern sowie dicht besiedelten Gebieten. Im Falle einer Elektrifizierung kommen noch Schallgutachten sowie die Untersuchung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) und der elektromagnetischen Felder (EMF; siehe auch 26. BImSchV) hinzu. Auch wenn lediglich eine überschlägige Prüfung gefordert wird, kann der Prüfungsbedarf im Verlauf der standortbezogenen Vorprüfung steigen. In diesem Fall entspricht dann der Aufwand für die Vorprüfung sowohl zeitlich als auch wirtschaftlich nahezu dem einer „vollen“ Umweltverträglichkeitsprüfung.

Für eine gut verlaufene Durchführung eines Elektrifizierungsvorhabens ist eine ausführliche Planung einschließlich aller dafür notwendigen Zuarbeiten unerlässlich. Sie bildet den Grundstock der prüffähigen Unterlagen für eine Planfeststellung. Die Vorprüfung gemäß UVPG bzw. die Umweltverträglichkeitsprüfung bildet den zweiten Part der notwendigen Verfahrensunterlagen. Dieser ist allerdings mit großem zeitlichem und finanziellem Aufwand zusätzlich zu erbringen.

Der Entfall einer Planfeststellung bedeutet eine zeitliche Ersparnis im Verfahrensablauf, da die Prüfung der Unterlagen bei der zuständigen Planfeststellungsbehörde und eine öffentliche Auslage entfallen. Andererseits fehlt aber die Rechtssicherheit mit Konzentrationswirkung, die ein planfestgestelltes oder plangenehmigtes Projekt erhält. Dies kann wiederum eine zeitliche Verzögerung durch Klagewege Dritter bedeuten. Außerdem muss bei öffentlichen oder privaten Betroffenheiten die Rechtssicherheit durch einzelrechtliche Genehmigungen oder Vereinbarungen erzielt werden, die einen weiteren zeitlichen und administrativen Aufwand bedeuten.

Fazit:

Der zeitliche und finanzielle Aufwand für die obligatorische Vorprüfung gemäß UVPG, die der Ermittlung der Notwendigkeit einer Planfeststellung immer vorgeschaltet ist, wird jedoch nur zu einem kleineren Teil reduziert.

Die Pflicht zur Durchführung einer UVP-Vorprüfung und der Planfeststellungsvorbehalt für sämtliche Elektrifizierungsvorhaben müssen deshalb unabhängig von der Streckenlänge entfallen. Fahrleitungsanlagen für Eisenbahnstrecken müssen analog zur Elektrifizierung von Straßen als Zubehör eingestuft werden. Daher muss diese vereinfachte Verfahrensweise auch für die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken gelten.

Für jede Strecke die passende Oberleitung

Gelegentlich wird der Bau von Oberleitungen als teuer betrachtet. Bei einigen vom VDV initiierten Untersuchungen wurde aber hinsichtlich der Kostenstruktur von Elektrifizierungsprojekten festgestellt, dass oft bei Strecken des regionalen Personen- und/oder Güterverkehrs mit Höchstgeschwindigkeiten bis zu 100 km/h Oberleitungsbauarten projektiert wurden, die für deutlich höhere Geschwindigkeiten entworfen worden sind – zum Teil für Geschwindigkeiten bis zu 200 km/h.

Neben einer gründlichen Bedarfsanalyse muss auch hinsichtlich einer Kosten- und Aufwands-optimierung bei der Elektrifizierung auch ein „Blick über den Zaun“ geworfen werden. Konkret muss die Verwendung von den derzeit üblichen Bauarten und Bauweisen von Oberleitungen sowohl bei Eisenbahnen in benachbarten Ländern mit Wechselstrom-Bahnssystemen als auch bei Straßen-/Stadtbahnen, die oft ein ähnliches Geschwindigkeitsprofil wie Regionalstrecken der Eisenbahn aufweisen, in Betracht gezogen werden.

Für den ersten Fall soll beispielhaft das dänische Oberleitungssystem erwähnt werden, das seit Mitte der 1980er-Jahre entwickelt wurde und auf einem Baukastensystem beruht. Seine Besonderheit ist, dass sowohl die Masten als auch die Portale, um mehrere Gleise zu überspannen, auf standardisierten Vierkantrohren basieren, die für die Portale miteinander verschraubt werden (siehe nachstehendes Bild).





Im zweiten Fall sind Oberleitungsbauarten von Straßen-/Stadtbahnen gemeint, die für die Elektrifizierung von regionalen Eisenbahnstrecken infrage kommen, wenn die tatsächlich gefahrenen Zuggeschwindigkeiten der beiden Bahnsysteme sehr ähnlich sind. Weiterhin sind die bewährten „tragseillosen“ Bauarten von Straßenbahn-Oberleitungen auch für solche Strecken bzw. Gleise von Eisenbahnen prädestiniert, auf denen nur geringe Geschwindigkeiten (≤ 60 km/h) gefahren werden.

Ähnliches gilt aber auch für die Masten und deren Gründungen. Bei Straßen-/Stadtbahnen haben sich Rammrohrgründungen durchgesetzt, die auch ein einfaches Austauschen eines Mastes nach einer Havarie ermöglichen. Weiterhin werden bei vielen ausländischen Eisenbahnen vermehrt Rammfahlgründungen verwendet. Beide Gründungsmethoden können relativ schnell und vom Gleis aus ausgeführt werden. In diesem Zusammenhang wird auf die VDV-Schrift 551 „Oberleitungsmaste, Mastgründungen und Wandanker“ hingewiesen, die uneingeschränkt auch für die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken angewandt werden kann.



Bei der Projektierung ist auch die voraussichtliche Einsatzdauer der Oberleitungsanlagen zu berücksichtigen; dies gilt besonders für die Oberleitungen von Gleisen, auf denen Güterzüge gebildet bzw. abgestellt werden oder die Teile von Hafen- und Werksbahnen sind. In zahlreichen Fällen wurden komplette Gleisanlagen umgebaut, verlegt oder auch abgebaut, weil sich Warenströme zum Teil drastisch veränderten oder neue Logistikkonzepte umgesetzt wurden. Eine Lebensdauer von ≥ 50 Jahren als Basis für die Projektierung der Oberleitungsanlagen ist für solche Art von Bahnen absolut fehl am Platze und verteuert die Elektrifizierungsvorhaben unnötig.

Fazit:

Bei der Wahl der Oberleitungsbauart und -bauweise müssen sowohl Entwicklungen bei ausländischen Eisenbahnen wie auch bei Straßen-/Stadtbahnen mit berücksichtigt werden. Dies gilt auch dann, wenn für diese Oberleitungsbauart und -bauweise (noch) keine Regelwerke existieren, um innovative Komponenten und Bauarten zu verwenden. Insbesondere bei den Masten und deren Gründungen können die vielfachen Erfahrungen bei Straßen-/Stadtbahnen berücksichtigt werden, da im städtischen Raum wohl der Zeit- als auch der Platzbedarf bei den Mastgründungen noch viel wichtiger ist als bei Eisenbahnstrecken. Als weitere Grundlage für die Projektierung sollte eine realistische Einschätzung hinsichtlich der Einsatzdauer vorgenommen werden.

Regelwerke

Die grundlegende Rechtsnorm in Deutschland für regelspurige Eisenbahnen ist die Eisenbahn-Bau- und -Betriebsordnung (EBO). Für elektrifizierte Strecken sind zusätzliche Vorgaben, u. a. die europäischen Normen EN 50163 hinsichtlich der Fahrleitungsspannungen und Frequenzen sowie EN 50122 hinsichtlich der elektrischen Schutzmaßnahmen maßgebend. Weiterhin gibt es spezielle europäische Normen für Oberleitungsanlagen; hierbei stellt die EN 50119 die Grundnorm dar, und die EN 50149 sowie EN 62621 sind ergänzende Produktnormen. Wichtig für das Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) bzw. den Betreiber ist zu wissen, dass diesen Regelwerken keine konkreten Vorgaben für die Entwurfs- und Ausführungsplanung entnommen werden können.

DEUTSCHE NORM		Januar 2021
DIN EN 50119 (VDE 0115-601)		DIN
<small>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Überführung des von VDE-Institut besitzenden Urheberrechtsvertrags unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Schriftenwerk aufgenommen und in der 1. und 2. Auflage "Automatisch" bekannt gegeben worden.</small>		
Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet.		
ICS 29.280	Ersatz für DIN EN 50119 (VDE 0115-601):2014-01 Siehe Anwendungsbeginn	
Bahnwendungen – Ortsfeste Anlagen – Oberleitungen für die elektrische Zugförderung; Deutsche Fassung EN 50119:2020		
<small>Railway applications – Fixed installations – Electric traction overhead contact lines; German version EN 50119:2020</small>		
<small>Applications ferroviaires – Installations fixes – Lignes aériennes de contact pour la traction électrique; Version allemande EN 50119:2020</small>		
Gesamtumfang 131 Seiten		
<small>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</small>		

Hilfsweise wird auf das Regelwerk zurückgegriffen, das sich im Eigentum der DB AG befindet. Firmen, die Oberleitungen planen, projektieren und/oder errichten, haben Lizenzen an diesem Regelwerk erworben und können somit auf seiner Grundlage Entwurfs- und Ausführungsplanungen einschließlich der Mastgründungen und der dazugehörigen Statik erstellen.

Der Inhalt dieses Regelwerks beruht auf den jahrelangen Erfahrungen insbesondere der Vorgängergesellschaften der DB AG. Dennoch ist es nicht nachvollziehbar, dass ein Regelwerk, das von Aufsichtsbehörden als Grundlage für Genehmigungen von Oberleitungsanlagen verwendet wird und darüber hinaus von ehemals staatlichen Stellen entwickelt wurde, nur gegen Lizenzen von Dritten verwendet werden darf. Darüber hinaus wurde es fast nur hinsichtlich der Oberleitungen für Hochgeschwindigkeitsstrecken weiterentwickelt bzw. erweitert. Innovationen hinsichtlich Oberleitungen für Strecken mit Geschwindigkeiten ≤ 100 km/h wurden fast nicht vorgenommen; die positive Ausnahme hier ist die vor wenigen Jahren erfolgte Aufnahme einer Einfach-Oberleitung für Betriebswerke auf Initiative von DB Regio, die auf einer Oberleitungsbauart der ehemaligen Deutschen Reichsbahn der DDR basiert.

Um dieses Konzern-Regelwerk für alle bei der Elektrifizierung Beteiligten, d. h. Bahnbetreiber, EIU, Ingenieurbüros bzw. Firmen, die Oberleitungen planen, projektieren und/oder errichten oder Oberleitungskomponenten herstellen, unkompliziert zur Verfügung zu stellen und bei seiner Überarbeitung alle relevanten Kreise zu beteiligen, ist es notwendig, das Konzern-Regelwerk in ein allgemein anerkanntes Regelwerk der Technik zu überführen. Hierbei könnte unter Federführung des VDV ein neues Regelwerk für Planung/Projektierung, Bau und Betrieb einschl. Instandhaltung von Oberleitungsanlagen entstehen. Als Vorbild kann das sog. Betriebsregelwerk EVU (BRW) dienen, das nahezu alle EVU einschließlich DB-Unternehmen nutzen. Hierbei können auch innovative Oberleitungsbauarten, wie sie im benachbarten europäischen Ausland verwendet werden, in das neue Regelwerk einfließen.

Unabhängig von o. a. Ausführungen gelten übergeordnet für Strecken des sog. TEN-Netzes („übergeordnetes Netz“) und darüber hinaus die als EU-Verordnung erlassene TSI Energie, die bestimmte Parameter für Oberleitungen festlegt, um einen interoperablen Eisenbahnverkehr in

der Europäischen Union zu ermöglichen. Es ist aber zu hinterfragen, ob eine Anwendung dieser EU-Verordnung bei der Elektrifizierung des regionalen Eisenbahn-Personen- bzw. Güterverkehrs tatsächlich zwingend nötig ist. Auf diesen Strecken findet i. A. kein interoperabler Verkehr statt.

Fazit:

Die Situation bei den Regelwerken ist diffus, wenn man von der Gültigkeit der EBO für regelspurige Eisenbahnstrecken in Deutschland absieht. Das entsprechende Regelwerk der DB AG ist nicht nur relativ teuer in der Anwendung, sondern speziell für Strecken mit geringeren Höchstgeschwindigkeiten (≤ 100 km/h) nicht geeignet. Es ist daher sinnvoll, ein technisches Regelwerk für Oberleitungen zu entwickeln, das nicht nur für alle Beteiligten frei zugänglich ist, sondern auch wie bei der Normung von allen Beteiligten weiterentwickelt werden kann. Die Einordnung aller deutschen Eisenbahnstrecken des Bundes in das „übergeordnete Netz“ führt dazu, dass automatisch auch alle Bestimmungen für das Trans-Europäische-Netz (TEN-Netz) gelten. Um eine kostengünstige Elektrifizierung von regionalen Strecken des Personen- und Güterverkehrs mit Höchstgeschwindigkeiten von bis zu 120 km/h zu ermöglichen, müssen solche Strecken grundsätzlich von den Bestimmungen des übergeordneten Netzes befreit werden.