

# Ermittlung des Potenzials von PV-Anwendungen an der Schieneninfrastruktur mit Fokus auf einer Direkteinspeisung in das Bahnstromnetz

Magnus Herz, Annett Sepanski, Uwe Hupach, Bernd Schönauer, Svend Ulrich, Jürgen van der Weem  
TÜV Rheinland, Am Grauen Stein, 51105 Köln  
Tel.: +49 221 806-4946, E-Mail: Magnus.Herz@de.tuv.com

Ziel des Projekts ist es, das bundesweite Potenzial von Photovoltaik-Anwendungen an und in der Schieneninfrastruktur in Deutschland zu ermitteln, die als regenerative Erzeugungssysteme für die Direkteinspeisung in Frage kommen. Darunter fällt zum Beispiel die horizontale PV-Nutzung im Gleisbett sowie die Möglichkeit, PV-Anwendungen in Lärmschutzanlagen zu integrieren. Dazu werden das deutsche Schienennetz und die Infrastruktureinrichtungen entlang der Strecke generell auf die Anwendbarkeit von PV-Anlagen hin untersucht. Unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen an das System Schiene bei Betrieb, Inspektion und Instandhaltung werden die Auswirkungen von PV-Anlagen auf den Oberbau bzw. betroffene Regelwerke identifiziert und Handlungsempfehlungen abgeleitet.

## Einleitung

Zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele muss auch der Verkehrssektor seinen Beitrag leisten. Mit Hilfe von Photovoltaik (PV) kann der Anteil an regenerativer Energie am Bahnstrom weiter erhöht werden. Im Auftrag des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung (DZSF) hat die Studie das Ziel, das Potenzial von PV-Anwendungen an und in der Schieneninfrastruktur mit Fokus auf einer Direkteinspeisung in das Bahnstromnetz zu ermitteln.



Abbildung 1: PV Anlage an Bahnstrecke

## Aufbau

Die Studie gliedert sich in drei Arbeitspakete (Abbildung 2). Der Fokus liegt nachfolgend auf der Vorstellung des zweiten Teils.

1. Marktrecherche	2. Ermittlung des Potenzials	3. Bewertung der Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"><li>Recherche zu realisierten Projekten oder laufenden Studien</li><li>Marktuntersuchung relevanter PV-Systeme</li><li>Komponenten und Teilsysteme zur Direkteinspeisung</li><li>Beschreibung bestehender und geeigneter PV-Systeme</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Identifizierung und Analyse der Datenquellen</li><li>Analyse des Flächenpotenzials</li><li>Ermittlung des Einspeisepotenzials</li><li>Analyse und Auswirkung der Direkteinspeisung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Betroffene Regelwerke</li><li>Notwendige Anpassungen</li><li>Betriebliche Auswirkungen</li><li>Einfluss auf Wartung und Instandhaltung</li><li>Restriktion bei Direkteinspeisung</li><li>Hemmnisse bei flächendeckendem Einsatz</li><li>Synergieeffekte</li></ul>

Abbildung 2: Aufbau der Studie

## Datenquellen

Tabelle 1: Beschreibung der Datenquellen

Datenquellen	Datensatz
Landesvermessungseinrichtungen	Digitales Oberflächenmodell Gitterweite 1 m
Eisenbahn-Bundesamt	Darstellung von Schallschutzbauwerken
OSM (OpenStreetMap)	Gebäudegrundflächen
OSM (OpenStreetMap)	Landflächen inkl. Nutzung
OSM (OpenStreetMap)	Bahnstromnetz mit Unterwerken und HV-Leitungen
DB Netz AG / Strukturregister	Strecken (Elektrifizierung, Fahrgeschwindigkeiten), Bahnübergänge, Tunnel, Brücken, Betriebsorte
SolarGIS	Klimadaten (Einstrahlung, Temperatur, Wind)
DB AG	Bewirtschaftungseinheiten der Deutschen Bahn

## Anwendungsklassen



Abbildung 3: Anwendungsklassen

Die 5 Anwendungsklassen (Abbildung 3) unterteilen sich nach dem Ort der Installation. Jede Anwendungsklasse wurde im Detail definiert sowie die zu berücksichtigenden Besonderheiten dargestellt. Die geeigneten Flächen, die installierbare PV-Leistung und der potenzielle Energieertrag werden für jede Anwendungsklasse individuell ermittelt. Die baulichen Gegebenheiten und besonderen Anforderungen im Bahnbereich werden bei den Selektionskriterien berücksichtigt.

## Ermittelte Flächen

Auf Grundlage der vorhandenen Informationen und der definierten Kriterien erfolgte die rechnergestützte Ermittlung und Auswertung der theoretischen und technisch sinnvoll nutzbaren PV-Potenziale der Schieneninfrastruktur. Als Ergebnis wurde das Einspeisepotenzial der geeigneten PV-Systeme an und in der Schieneninfrastruktur sowohl im räumlichen als auch im zeitlichen Kontext dargestellt. Insgesamt wurden ca. 37000 km Schienenwege und annähernd 14 km<sup>2</sup> als theoretisch geeignete Flächen identifiziert. Abbildung 4 zeigt exemplarisch die auf GIS-Daten basierende Ermittlung einer potenziellen Dachfläche.

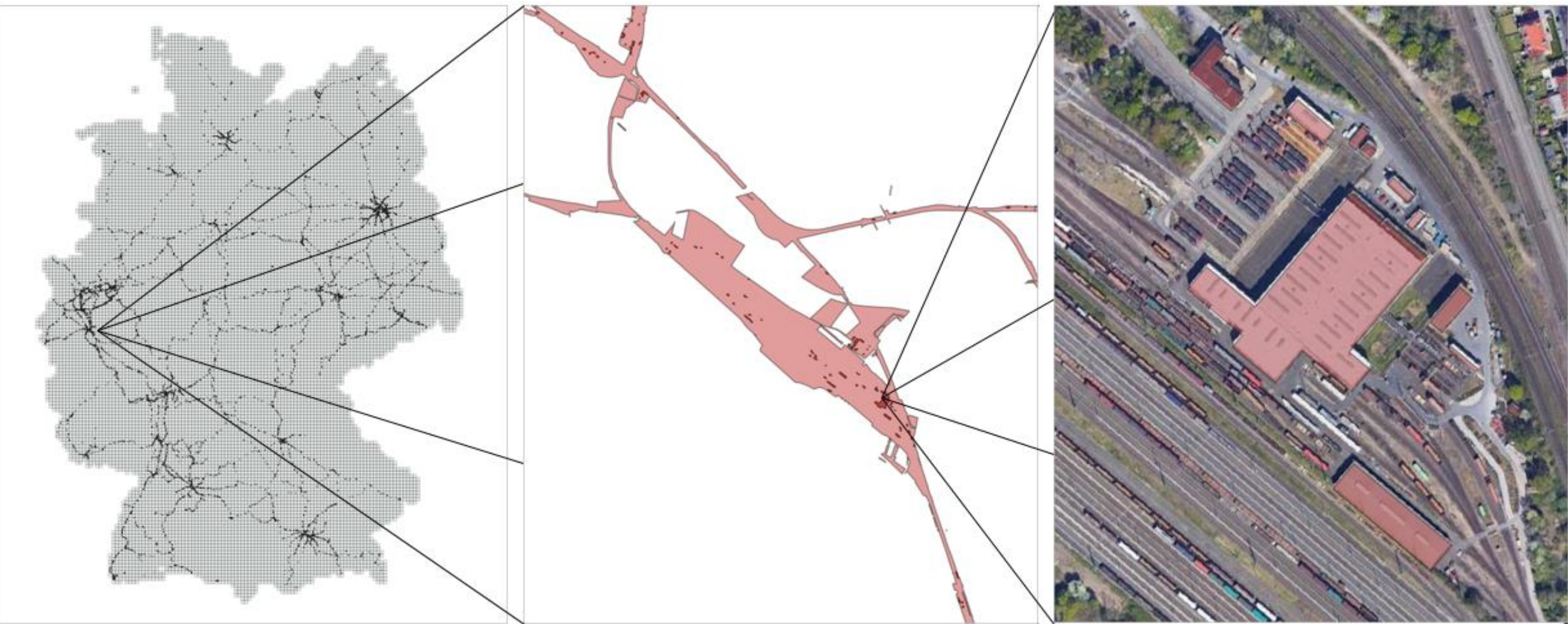


Abbildung 4: Exemplarische Ermittlung der Dachflächen basierend auf GIS-Daten

## Ermittelte Leistung und Ertrag

Nachdem die geeigneten Flächen und Strecken bestimmt wurden, erfolgte die Ermittlung des theoretisch und technisch-wirtschaftlich Einspeisepotenzials. Die Berechnung orientierte sich an validierten Modellen, die bei der Energieertragsberechnung von PV-Systemen zur Anwendung kommen. Zu erwarten ist je nach Szenario eine installierbare Gesamtleistung von 420 MWp - 3200 MWp, die zu einem jährlichen Erzeugungspotenzial zwischen 380 GWh und 2920 GWh führt (Tabelle 2). Die Anzahl der zu realisierenden Anlagen bewegt sich zwischen 13000 und 26000.

Tabelle 2: Ermittelte Potenziale

Anwendungsklasse	Installierbare PV Leistung	Jährlicher Energieertrag
Lärmschutzwand/wall	70-470 MWp	50-350 GWh/a
Bauliche Einrichtung	250-660 MWp	240-620 GWh/a
Freiflächen	100-460 MWp	90-440 GWh/a
Gleisbett	0-1600 MWp	0-1500 GWh/a
Wagendach	0-10 MWp	0-10 GWh/a
<b>Gesamt</b>	<b>420-3200 MWp</b>	<b>380-2920 GWh/a</b>

## Schlussfolgerung und Ausblick

Insgesamt zeigen die bisherigen Ergebnisse, dass die PV-Anwendung in der Bahninfrastruktur verschiedene praxiserprobte Möglichkeiten bietet, die Energieversorgung der Bahn mittels Erneuerbarer Energien in größerem Umfang zu realisieren. Die finalen Ergebnisse der Studie werden nach Abschluss des dritten Arbeitspakets diskutiert. Das dritte Arbeitspaket befasst sich mit den Anforderungen an PV-Anlagen, insbesondere aus eisenbahntechnischer Sicht. Es werden die relevanten bahntechnischen Vorschriften benannt und konkrete Empfehlungen für notwendige Anpassungen aufgrund der Integration von PV-Anlagen an und in der Bahninfrastruktur unter Berücksichtigung der Direkteinspeisung gegeben.