

Potenziäle für Photovoltaik an Bundesfernstraßen

Andreas Hensel¹, Jacob Forster¹, Luca Tomhave², Markus Auerbach³

¹Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Heidenhofstraße 2, 79110 Freiburg, Tel. 0761/4588-5842, andreas.hensel@ise.fraunhofer.de

²IPSYSCON GmbH, ³Bundesanstalt für Straßenwesen

Einleitung

- Ermittlung des Photovoltaikpotenzials im Kontext von Bundesfernstraßen anhand einer Geodatensimulation
- Untersucht Flächenarten: Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle, Gebäude von Meistereien und Rastanlagen, Parkflächen und Straßenbegleitflächen
- Durchführung einer Einstrahlungsberechnung (inkl. Nahverschattungseffekte) auf 250.000 Flächen
- Abschätzung der Gesamtpotenziäle in Deutschland



Abb. 1: Beispielsimulation mit verschiedenen Flächenarten (Rastanlage Langwedel, A27, Bremen)

Erläuterungen zum Begriff des Potenzials

- Je nach Berücksichtigung von Nebenbedingungen reduziert sich das zunächst verfügbare theoretische Potenzial immer weiter
- Interessant ist am Ende das erschließbare Potenzial
- Viele Nebenbedingungen sind nicht in einer automatisierten Simulation auf nationaler Ebene berücksichtigbar aufgrund der Datenverfügbarkeit, etc.
- Das erschließbare Potenzial ist nur durch pauschalisierte Abschläge abschätzbar, da Einzelfallbetrachtungen im Rahmen dieser Studie nicht umsetzbar waren

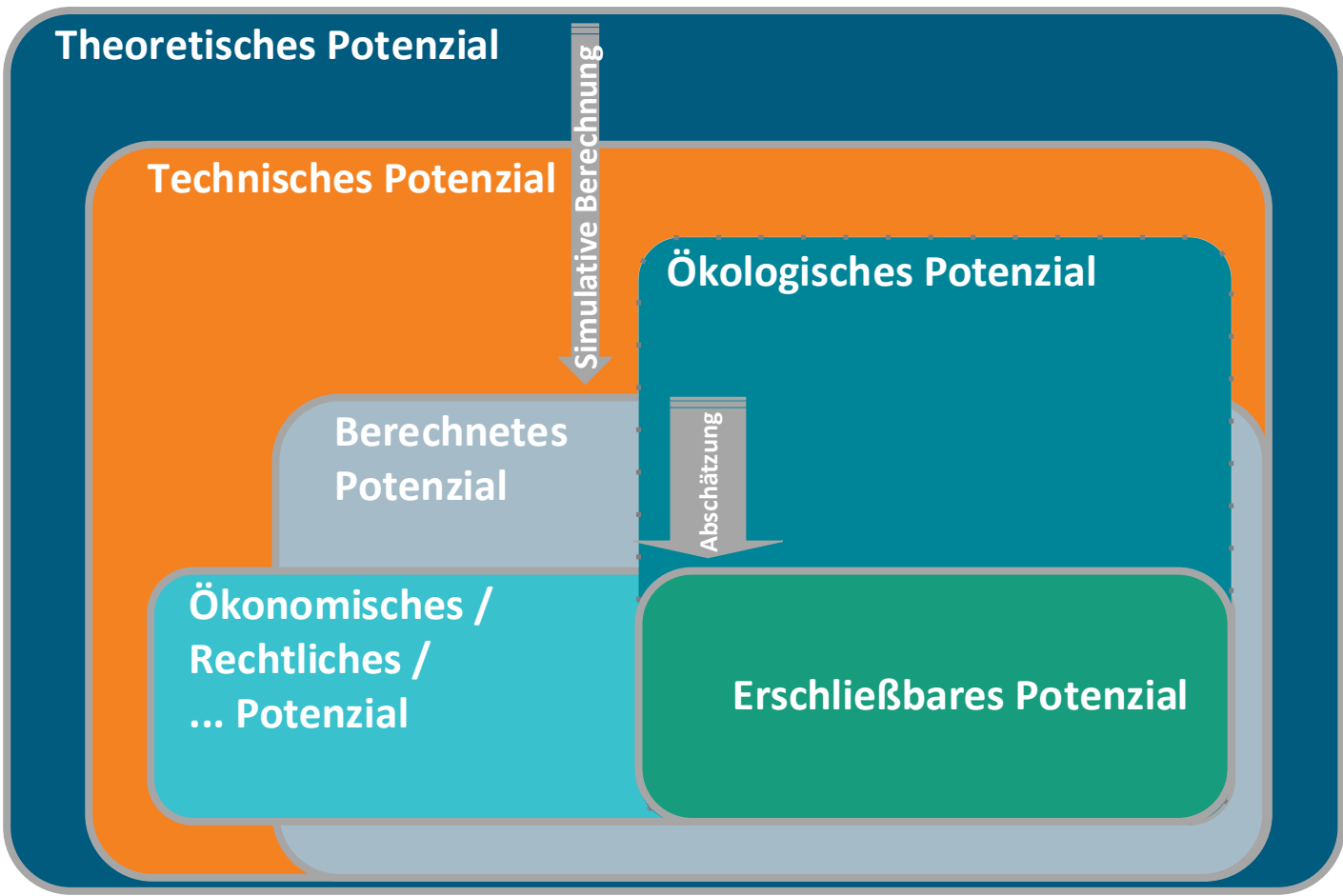


Abb. 2: Stufen der Potenzialbegriffe und ihre Nebenbedingungen inkl. Verortung einer Lärmschutzwand anhand einer Mengengrafik

Definitionen

Theoretisches Potenzial

Hiermit wird die auf eine Fläche einwirkende Gesamtstrahlung gemeint. Dafür wird das gesamte Spektrum des auf die Oberfläche eintreffenden Lichtes betrachtet. Die Angabe erfolgt meist energiebezogen als Jahresenergiepotenzial.

Technisches Potenzial

Hierfür wird eine bestimmte Technologie zu Grunde gelegt, um zu betrachten, welcher Teil des theoretischen Potenzials nutzbar gemacht werden kann. Dafür werden die Wirkungsgrade berücksichtigt, aber auch andere technische Randbedingungen wie der Füllfaktor der Module selbst sowie der Füllfaktor der Fläche durch die Art der Aufständerung. Im Methodikteil der Gesamtberichtes sind die entsprechenden Annahmen ausführlich dargestellt.

Ökologisches Potenzial

Hiermit ist das Potenzial gemeint, bei dem alle ökologischen Randbedingungen erfüllt sind und aus ökologischer Sicht kein Hinderungsgrund für die Errichtung der Anlage auf der Fläche besteht.

Ökonomisches Potenzial

Da im Allgemeinen nur Anlagen gebaut werden, für die eine Wirtschaftlichkeit besteht, sind hiermit die Flächen gemeint, für die diese Nebenbedingung erfüllt sind. Neben den Errichtungs- und Betriebskosten ist hierfür notwendigerweise auch der monetäre Wert der erzeugten Energie zu betrachten.

Berechnetes Potenzial

Dies bezeichnet das anhand der Methodik für diese Studie simulierte Potenzial. In der dargestellten Definition handelt es sich um eine Teilmenge des technischen Potenzials.

Erschließbares Potenzial

Damit ist das tatsächlich erschließbare und in der Praxis realisierbare Potenzial gemeint. Die exakte Ermittlung ist nur im Einzelfall möglich. In dieser Studie wurden pauschale Abschläge angewendet, um eine Abschätzung der Größenordnung auf nationaler Ebene überhaupt zu ermöglichen. Eine detaillierte Machbarkeitsbetrachtung von Einzelflächen bzw. eine exakte Berechnung des erschließbaren Potenzials ist im Maßstab einer nationalen Betrachtung aufgrund der vorliegenden Datenlage nicht möglich.

Methodik

- Aufbau der Flächenkulisse mittels verschiedener Geodatenätze für potenzielle Positivflächen (Details s. Paper)
- Berücksichtigung verschiedener Ausschlussfaktoren (Starker Bewuchs, Verschattung, etc.)
- Ermittlung der installierbaren Leistung
- Simulation der solaren Jahreseinstrahlung
- Simulation des berechneten Potenzials bezogen auf installierbare Leistung und des Jahresenergieertrags
- Anwendung der pauschalen Abschläge

Angewendete pauschale Abschläge

- Je nach Flächenart wurden Abschlagsfaktoren abgeschätzt

		Lärmschutzwand	Lärmschutzwall	Straßenbegleitfläche	Parkflächen	Dachflächen
In der Simulation umgesetzte Flächenreduktion (Berechnetes Potenzial)		10%	17%	62%	43%	38%
Umwelt- + Landschaftsplanerische Einschränkungen						
Blendungseffekte auf Grund von Modulreflektionen						
Sichteinschränkungen bzgl. Verkehrssicherheit						
Rechtliche Aspekte bzgl. versch. Vermarktungs- und Erschließungsaspekte						
Bau technische und -rechtliche Einschränkungen						
Ertragsreduktion durch Nahverschattung						
Entfernung Netzanschlusspunkt						
Wirtschaftlichkeit bezogen auf Installationsaufwand						
Zusätzlicher Abschlag	Gesamter Abschlag Min	10%	20%	20%	5%	5%
	Mittlerer Abschlag	20%	30%	40%	10%	10%
	Gesamter Abschlag Max	30%	40%	60%	15%	15%

hoch

mittel

gering

Methodisch in der Simulation umgesetzt

Abb. 3: Schätzung der pauschalen Abschlagsfaktoren, die auf das berechnete Leistungspotenzial (Simulation) angewendet wurden

Ergebnisse Gebäude

- Gebäude auf Rastanlagen, Meistereigebäuden und Salzhallen

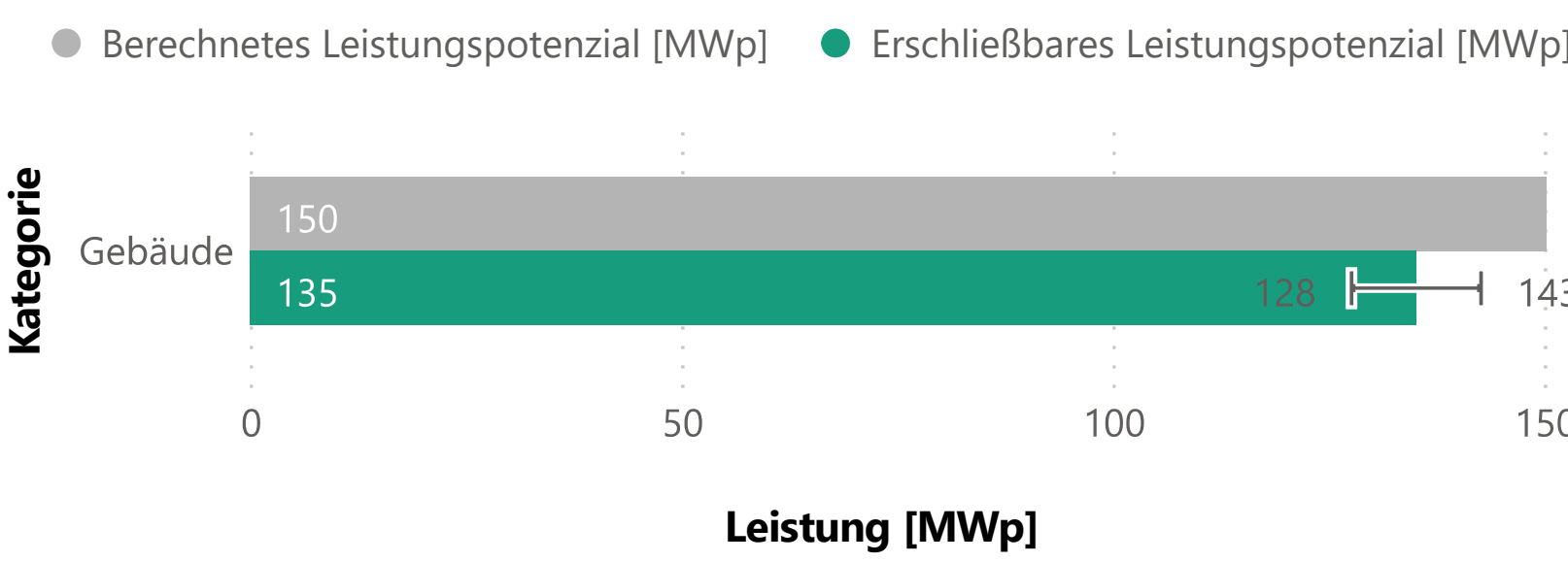


Abb. 3: Summe des berechneten Leistungspotenzials (grau) und geschätztes erschließbares Leistungspotenzial (grün) sowie Unsicherheitsbereich zum minimalen und maximalen Abschlag auf den Dachflächen der untersuchten Gebäude

Ergebnisse Lärmschutzwände

- Angenommen wurde eine horizontale Aufsatzkassette mit einer Modulfläche von 1 m² pro m Lärmschutzwand

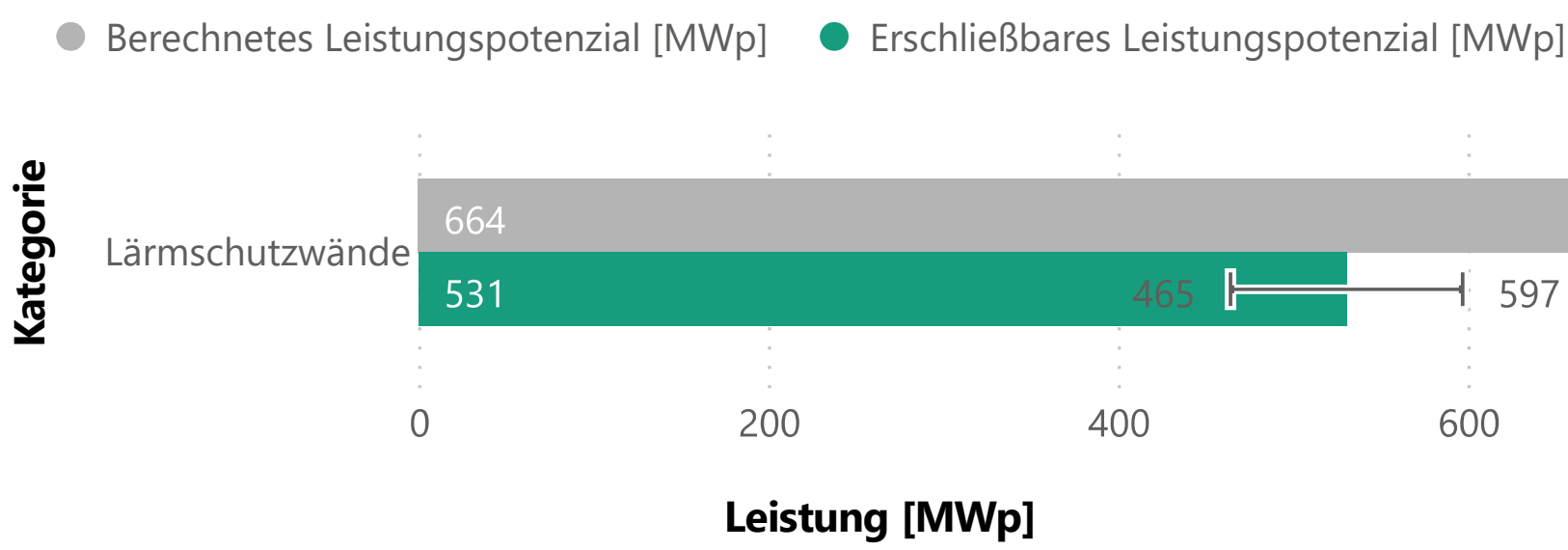


Abb. 4: Summe des berechneten Leistungspotenzials (grau) und geschätztes erschließbares Leistungspotenzial (grün) sowie Unsicherheitsbereich zum minimalen und maximalen Abschlag auf den untersuchten Lärmschutzwänden

Ergebnisse Parkflächen

- Aufständerkonstruktion in 5,2 m Höhe und eine effektive Modulbelegung von 60 % der Parkfläche

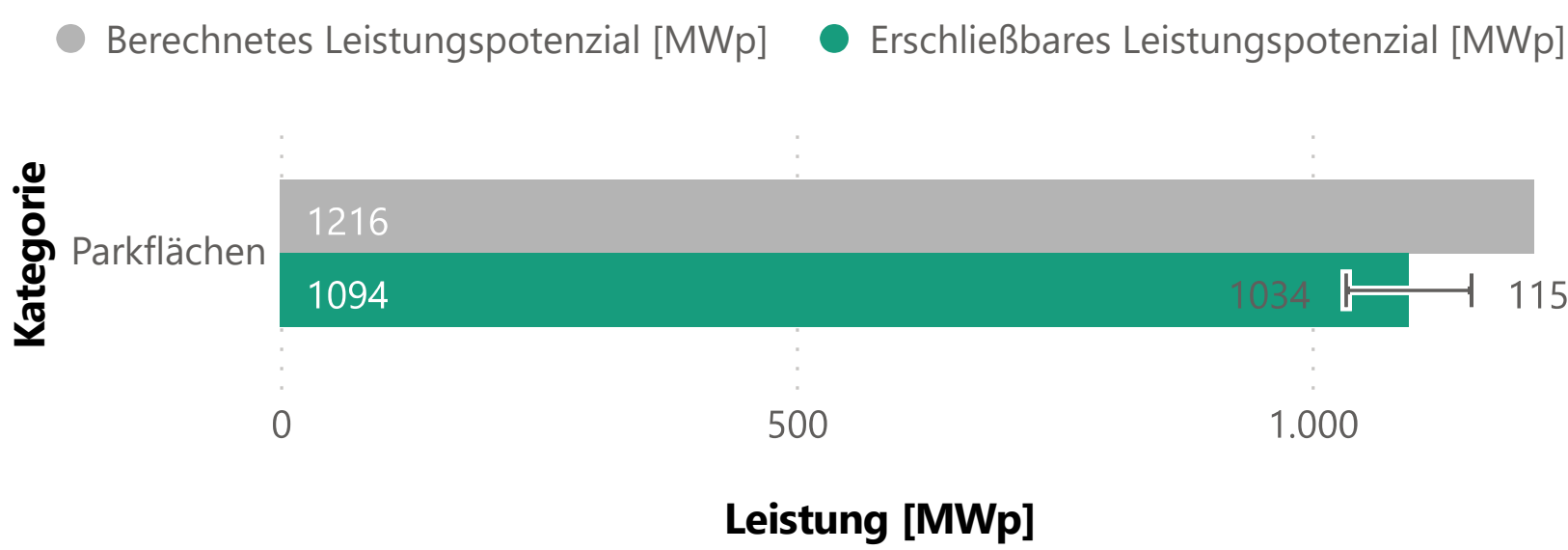


Abb. 4: Summe des berechneten Leistungspotenzials (grau) und geschätztes erschließbares Leistungspotenzial (grün) sowie Unsicherheitsbereich zum minimalen und maximalen Abschlag auf den untersuchten Parkflächen

Ergebnisse Lärmschutzwälle

- Angenommen wurde ein horizontal projizierter Abstand zur Fahrbahnkante von 3 m ein Mindestenertrag von 650 kWh/kWp

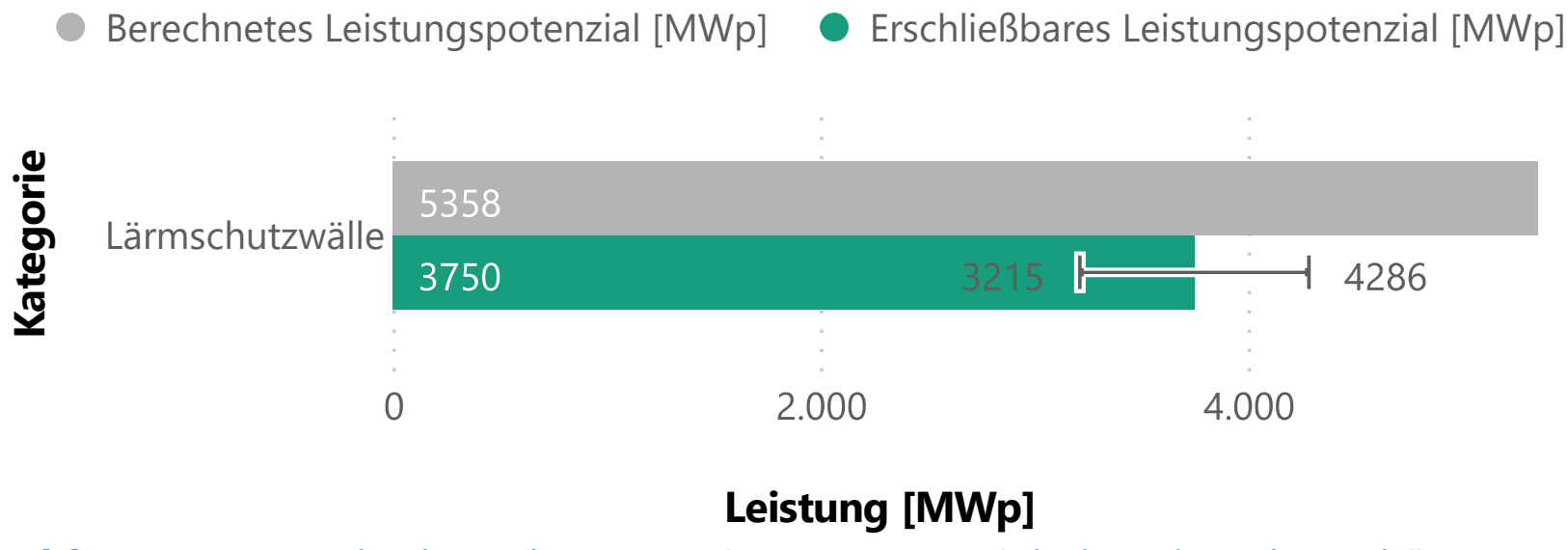


Abb. 4: Summe des berechneten Leistungspotenzials (grau) und geschätztes erschließbares Leistungspotenzial (grün) sowie Unsicherheitsbereich zum minimalen und maximalen Abschlag auf den untersuchten Lärmschutzwällen

Ergebnisse Straßenbegleitflächen

- Angenommen wurde eine Freiflächenanlage mit 50 % Flächenausnutzung und 20° Aufständigungswinkel

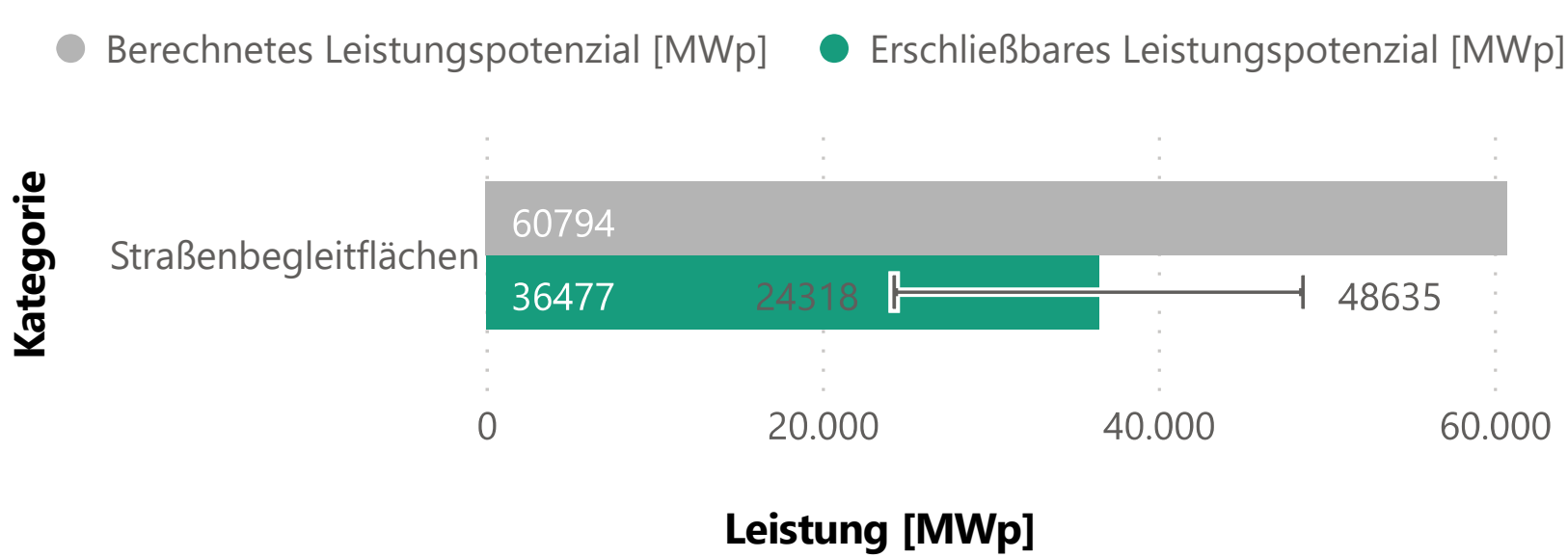


Abb. 4: Summe des berechneten Leistungspotenzials (grau) und geschätztes erschließbares Leistungspotenzial (grün) sowie Unsicherheitsbereich zum minimalen und maximalen Abschlag auf den untersuchten Straßenbegleitflächen

Zusammenfassung

- Auch mit Berücksichtigung der pauschalen Abschläge ergeben sich relevante Beiträge zwischen 25 und 45 GW zu den geplanten Ausbauzielen von 430 GW [1]
- Die Ergebnisse geben einen Anhaltspunkt über die Größenordnung, bilden aber keine Detailuntersuchung von Einzelfällen ab
- Straßenbegleitflächen haben einen großen Anteil, sind aber auch hinsichtlich ihrer Erschließbarkeit mit den größten Unsicherheiten beaufschlagt
- Wirtschaftlich sind Flächen besonders attraktiv mit Eigenverbrauchspotenzial (Schnelladeinfrastruktur, Rastanlagen, Tunnel und Meistereigebäude)
- Erzeugt wurde ein Geodatenatz, der helfen kann die Potenziale zu erschließen und ein entsprechendes Kataster zu erstellen

[1] FRAUNHOFER ISE STUDIE 2021, INSTALLIERTE LEISTUNG FLUKTUIERENDER ERNEUERBARER ENERGIEN (FEE) ZUR STROMERZEUGUNG, SZENARIO REFERENZ IN ENERGY-CHARTS.INFO, 2023, https://www.energy-charts.info/charts/remod_installed_power/chart.html?l=DE&c=DE (ABGERUFEN AM 19.07.2023)