



MACHBARKEITSSTUDIE SOLARAUTOBAHN

ABSCHLUSSBERICHT

In Zusammenarbeit zwischen dem Zweckverband Landfolge Garzweiler
und der Drees & Sommer SE

Jüchen, Düsseldorf, im Mai 2024

IMPRESSUM

AUFTRAGGEBER



Zweckverband Landfolge Garzweiler
Rathausstraße 1
41061 Mönchengladbach
Telefon: +49 2161 25-0

ANSPRECHPERSON

Herr Volker Mielchen
E-Mail: volker.mielchen@landfolge.de

Herr Andreas Bräuer
E-Mail: andreas.braeuer@landfolge.de

PROJEKT

Machbarkeitsstudie Solarautobahn

AUFTRAGNEHMER



Drees & Sommer SE
Obere Waldplätze 13
70569 Stuttgart
Telefon: +49 711 1317-0
Telefax: +49 711 1317-101

vertreten durch das Büro Düsseldorf
Derendorfer Allee 2
40476 Düsseldorf

ANSPRECHPERSON

Alexander Vorkoeper
Telefon: +49 221 23390-1221
E-Mail: alexander.vorkoeper@dreso.com

Frederik Setz
Telefon: +49 221 27079-5387
E-Mail: frederik.setz@dreso.com

BERICHTSSTAND

Jüchen, Düsseldorf
Donnerstag, der 03.05.2024

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Vorwort und Zielsetzung	10
2 Ausgangslage und Einleitung	11
3 Weiterqualifizierung der Flächen – Einfluss Planerischer, Technischer und rechtlicher Vorgaben.....	13
3.1 Übergeordnete und raumplanerische Vorgaben.....	13
3.2 Vorgaben Bundesfernstraßengesetz	16
3.3 Energierrelevante Vorgaben	19
3.4 Technische Vorgaben und Anforderungen	22
3.5 Sonstige Vorgaben und Anforderungen	27
3.6 Zusammenfassung / Zwischenfazit	30
4 Entwicklung eines konzeptionellen Ansatzes unter Einbeziehung innovativer Ansätze.....	38
4.1 Einteilung in Abschnitte	38
4.2 Identifizierung verfügbarer und geeigneter Technologien	40
4.4 Entwicklung von Konzeptvarianten.....	69
5 Finanzierung und wirtschaftliche Beurteilung	81
6 Fazit und Ausblick	98
6.1 Beurteilung der Machbarkeit.....	98
6.2 Handlungsempfehlungen und Entwicklungsoptionen	101



INHALTSVERZEICHNIS

6.3	Ausblick	104
7	Quellenverzeichnis	105
8	Anlagen	108

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Aufnahme Projektgebiet (eigenes Foto).....	10
Abbildung 2 Projektgebiet und Projektflächen (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	11
Abbildung 3 Aufteilung in Teilbereiche (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	39
Abbildung 4 Fonocon „Silent Solar“ von Forster; links: Produkt rechts: Referenz (Quelle: Colberg & Fordert GmbH, 2024)	41
Abbildung 5 Projektmodul von DAS Energy; links: Produkt, rechts: Referenz (Quelle: Das Energy Ltd., 2024).....	42
Abbildung 6 Modulkassetten von Fortuna Solar eG; links: Idee, rechts: Referenz (Quelle: Fortuna Solar, 2021).....	43
Abbildung 7 Traglast Lärmschutzwände Abschnitt C (Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	46
Abbildung 8 Traglast Lärmschutzwände Abschnitt D (Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	46
Abbildung 9 Aufteilung in Teilbereiche (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	49
Abbildung 10 PV-Erträge der unterschiedlichem Technologien C östlich Autobahnkreuz Holz (Quelle: Eigene Darstellung.....	60
Abbildung 11 PV-Erträge der unterschiedlichen Technologien in Abschnitt D zwischen Autobahnkreuz Holz und Dreieck Wanlo	60
Abbildung 12 Prognostizierte Auswirkungen der Teil-Verschattung der Böschungsanlagen durch Windschutzwände.....	64
Abbildung 13 PV-Erträge der unterschiedlichen Technologien in Abschnitt A & B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage.....	66
Abbildung 14 PV-Erträge der Böschungsanlagen im Bereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf.....	67
Abbildung 15 Standortanalyse (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	69
Abbildung 16 Konzeptvariante 1 (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	73
Abbildung 17 Konzeptvariante 2a (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	74
Abbildung 18 Konzeptvariante 2a (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	75
Abbildung 19 Kooperationspartner (Quelle: Eigene Darstellung).....	76
Abbildung 20 Stromgestehungskosten (Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013)	92
Abbildung 21 Abbildung 8 Sensitivitätsanalyse ((Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013).....	93

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 22 Überblick Vermarktungsmöglichkeiten (Quelle: eigene Darstellung)	94
Abbildung 23 Stromgestehungskosten PVA-Lärmschutz mit Vermarktungsmöglichkeiten	95
Abbildung 24 Stromgestehungskosten PVA-Windschutz & PVA-Böschungen mit Vermarktungsmöglichkeiten (Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013)	96
Abbildung 25 qualitative Bewertung Machbarkeit (Quelle: eigene Darstellung)	98
Abbildung 26 Entwicklungsoptionen.....	101
Abbildung 27 zeitlicher Rahmen (Quelle: eigene Darstellung)	104
Abbildung 28 Überblick Marktprämienmodell (Quelle: eigene Darstellung)	108
Abbildung 29 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich C und D (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	110
Abbildung 30 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich A und B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	111
Abbildung 31 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich A und B, J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	111
Abbildung 32 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)	112
Abbildung 33 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich C und D (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	113
Abbildung 34 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich A und B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	113
Abbildung 35 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich A und B, J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	114
Abbildung 36 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)	114
Abbildung 37 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich C und D (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	115
Abbildung 38 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2b Teilbereich A und B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	116
Abbildung 39 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2b Teilbereich A und B, J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	117
Abbildung 40 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2b Teilbereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)	117
Abbildung 41 Übersicht potenzielle Technik-Aufstellflächen (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	118
Abbildung 42 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „D“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	119
Abbildung 43 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „D“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	119

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 44 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „C“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	120
Abbildung 45 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitte „A“ und „B“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)	120
Abbildung 46 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitte „A“ und „B“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)	121
Abbildung 47 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitte „A“, „B“ und „J“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)	121
Abbildung 48 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „J“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023).....	122
Abbildung 49 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „J“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 202	122
Abbildung 50 Visulisierung PVA-Windschutz & Böschung (eigene Darstellung).....	123
Abbildung 51 Visulisierung PVA-Lärmschutz (eigene Darstellung)	123

TABELLENVERZEICHNIS

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Immissionsgrenzwerte Lärmvorsorge (Quelle: Autobahn GmbH,2022)	23
Tabelle 2 Auslösewerte Lärmsanierung (Quelle: Autobahn GmbH,2022)	23
Tabelle 3 Zusammenfassung Anforderungen	31
Tabelle 4 Bewertungskriterien	44
Tabelle 5 Bewertung Teilbereiche (Quelle: dargestellte Karten aus Planfeststellung RWE Power AG, 2020).....	51
Tabelle 6 Erträge der Teilbereiche – Lärmschutz Abschnitt C & D.....	59
Tabelle 7 Bewertung der Teilbereiche – Windschutz Bifazial, Abschnitt A & B.....	62
Tabelle 8 Bewertung der Teilbereiche – Böschungsflächen, Abschnitt A, B & C	63
Tabelle 9 Bewertung der Teilbereiche – Böschungsflächen mit Wand, Abschnitt A & B65	
Tabelle 10 Ertragsüberblick der Varianten.....	67
Tabelle 11 Förderpotenziale.....	82
Tabelle 12 Übersicht Kapital- und Betriebskosten	90

Zur besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Bericht das generische Maskulinum verwendet. Die in diesem Dokument verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzungsverzeichnis

PVA	Photovoltaikanlage(n)
kWp	Kilowatt-Peak
MWP	Megawatt-Peak
kWh	Kilowattstunde
MWh	Megawattstunde
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
FBA	Fernstraßenbundesamt
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
PPA abnahmevertrag)	engl.: Power Purchase Agreement (deutsch: Strom-
LSW	Lärmschutzwand
EPC	Engineering, Procurement and Construction

Im Abkürzungsverzeichnis wurden auf die Aufnahme von Abkürzungen von Gesetzen, Richtlinien, und Normungen verzichtet.

VORWORT UND ZIELSETZUNG

1 VORWORT UND ZIELSETZUNG

Der Zweckverband Landfolge Garzweiler hat eine Machbarkeitsstudie zur Solarautobahn als Teilprojekt aus dem Innovationspark Erneuerbare Energien in Auftrag gegeben. Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie vor.

Ziel des Zweckverbandes ist die zukunftsorientierte Entwicklung des Verbandsgebietes im direkten Umfeld des Braunkohletagebaus Garzweiler. Das Gebiet umfasst die fünf Anrainerkommunen Mönchengladbach, Erkelenz, Grevenbroich, Jüchen und Titz. Damit die Tradition der Energieregion weiterleben kann, auch nach Ende der Braunkohleverstromung, wurde der Innovationspark Erneuerbare Energien als Projektidee entwickelt. Übergeordnetes Ziel des Innovationsparks ist die Schaffung eines integrierten Energiesystems, welches im großen Stil die Energieerzeugung, die Speicherung, die Verteilung sowie die Nutzung des erzeugten Stroms vorsieht. In einem fünf Teilprojekte umfassenden Gesamtvorhaben wird ein integriertes, vernetztes Energiesystem entstehen, welches ausschließlich erneuerbare Energien erzeugt. Bei dem Teilprojekt „Solarautobahn“ handelt es sich um das erste der fünf Teilprojekte. Ziel der Machbarkeitsstudie ist es, die Idee der Solarautobahn in die Planungs- und Umsetzungsphase zu überführen. [Zweckverband Landfolge Garzweiler, 2021]



Abbildung 1 Aufnahme Projektgebiet (eigenes Foto)

Darüber hinaus soll diese Studie dabei unterstützen, das Projekt Solarautobahn mit seinem Innovationscharakter auf andere Gebiete in der Bundesrepublik und Flächen entlang der Autobahn zu übertragen.

AUSGANGSLAGE UND EINLEITUNG

2 AUSGANGSLAGE UND EINLEITUNG

Im Rahmen der Studie wird die Errichtung und der Betrieb von Photovoltaikanlagen (PVA) auf Windschutzwänden, Lärmschutzwänden sowie Böschungen im Projektgebiet analysiert. Durch das betrachtete Projektgebiet laufen die in 2018 errichtete Autobahn A44n sowie die A46. Entlang der A44n zwischen Kreuz Holz und Dreieck Jackerath befinden sich Böschungsanlagen und entlang der A46 entsprechende Lärmschutzwände, deren Fläche bewertet werden. Darüber hinaus wird insbesondere im Bereich der Hochlage über den Bau eines Windschutzes diskutiert, dessen Kombinationsmöglichkeit mit PVA im Rahmen der Studie ebenfalls analysiert wird.

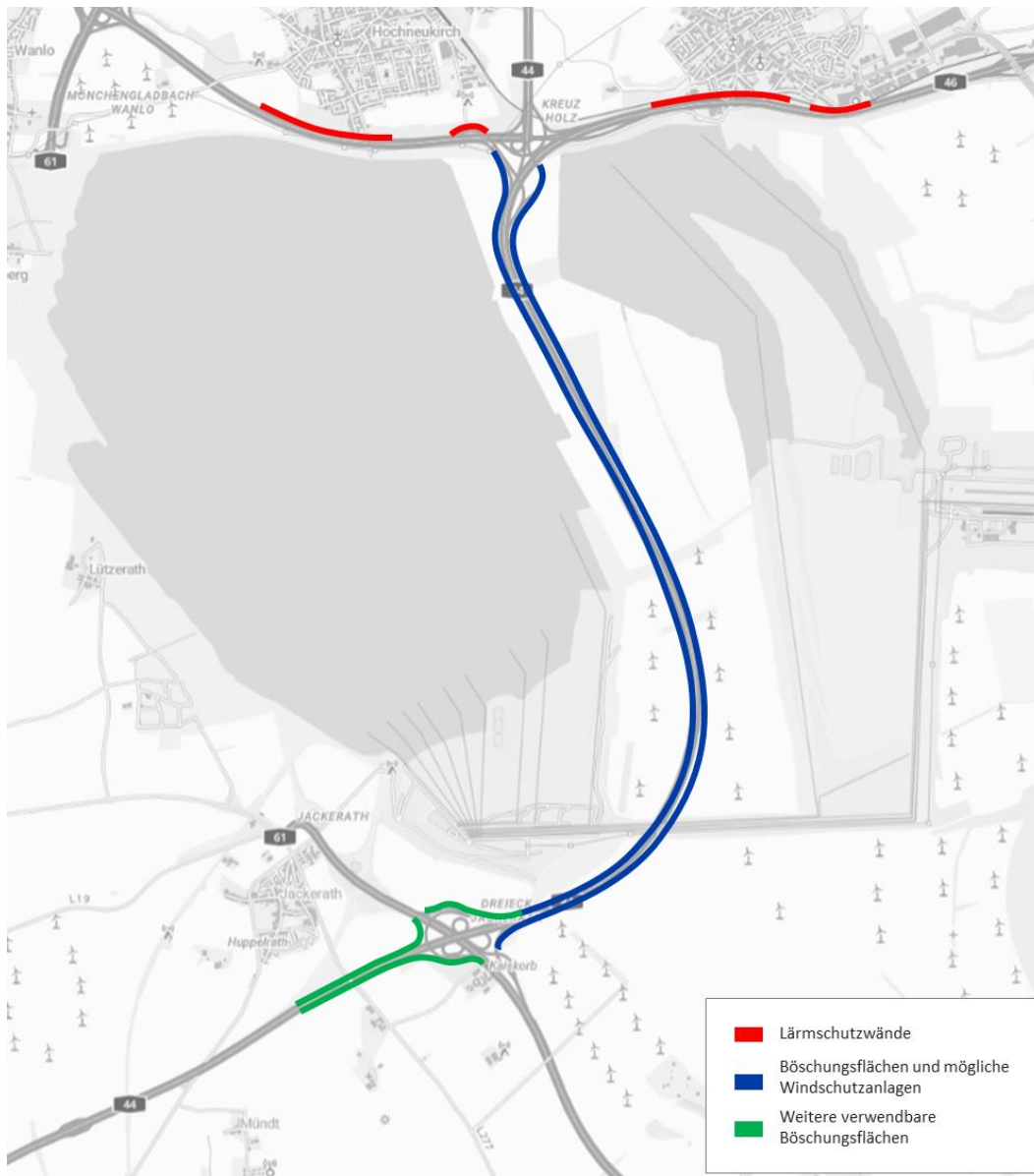


Abbildung 2 Projektgebiet und Projektflächen (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

AUSGANGSLAGE UND EINLEITUNG

In Abbildung 2 sind die entsprechenden Bereiche entlang der A61 zwischen Ausfahrt Jüchen und Kreuz Wanlo, die Abschnitte von Kreuz Holz bis Dreieck Jackerath und weitere Böschungsflächen in Richtung des Ortskerns Titz skizziert.

Die roten Linien zeigen die Bereiche mit Lärmschutz, die blauen Linien die Bereiche mit Böschungsflächen und möglichen Windschutzanlagen und die grüne Linie die Bereiche mit weiteren verwendbaren Böschungsflächen. Die hier skizzierten Bereiche befinden sich im Verantwortungsbereich der Autobahn GmbH. Daher fungiert die Autobahn GmbH als zentraler Ansprechpartner für die Machbarkeitsstudie und die Weiterführung des Projektes.

Im Zuge der Studie wird die Machbarkeit im Hinblick auf die planerischen, rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Faktoren beurteilt. Im ersten Schritt der Studie werden die planerischen und rechtlichen Rahmenbedingungen auf Basis von Eigenrecherchen sowie Informationen der Autobahn GmbH dargestellt und entsprechende Einflüsse auf die Verwendung von PVA im Projektgebiet erläutert. Im nächsten Schritt werden verfügbare und geeignete Technologien und deren Randbedingungen identifiziert. Auf Grundlage der anschließenden Technologieauswahl wird eine Flächen- und Ertragsanalyse durchgeführt. Im weiteren Verlauf erfolgt unter Berücksichtigung der erarbeiteten Ergebnisse die Entwicklung von Konzeptideen zur Einspeisung, Versorgung und Vermarktung des Stroms aus den PVA. Zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit werden die Stromgestehungskosten ermittelt. Um den Einfluss verschiedener Wirtschaftlichkeitsparameter wie bspw. Investitionskosten, Kapitalzins, Betriebskosten oder auch Nutzungsdauer auf die Stromgestehungskosten zu bewerten, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Darüber hinaus werden Kooperationspartner sowie Fördermöglichkeiten identifiziert. Abgeschlossen wird die Studie mit einer Handlungsempfehlung, Ausblick und Beschreibung der nächsten (notwendigen) Schritte.

3 WEITERQUALIFIZIERUNG DER FLÄCHEN – EINFLUSS PLANERISCHER, TECHNISCHER UND RECHTLICHER VORGABEN

Kapitel 3 beschreibt die planerischen, technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen auf Basis der Eigenrecherche und der Informationen der Autobahn GmbH. Des Weiteren wird deren Einfluss auf die Projektierung von PVA beschrieben.

3.1 ÜBERGEORDNETE UND RAUMPLANERISCHE VORGABEN

In diesem Kapitel wird eine Erläuterung und Übersicht über grundsätzliche Regelungsinhalte des Baugesetzbuches, der Bauordnung des Landes NRW und des Landesnaturschutzgesetzes sowie Regelungen der Planfeststellung gegeben.

3.1.1 BAUGESETZBUCH

Das Baugesetzbuch (BauGB) ist das relevante Gesetz für Planung und Gestaltung in Deutschland. Wesentliche Regelungsinhalte erstrecken sich über folgende Kompetenzen:

- Das allgemeine Städtebaurecht regelt die Bauleitplanung, die aus dem Flächennutzungsplan und dem Bebauungsplan besteht, sowie die Sicherung der Bauleitplanung durch verschiedene Instrumente.
- Das besondere Städtebaurecht ermöglicht die Durchführung von städtebaulichen Maßnahmen zur Erhaltung, Erneuerung oder Entwicklung von Gebieten, wie z.B. die städtebauliche Sanierung, die städtebauliche Entwicklungsmaßnahme, die Soziale Stadt oder den Stadtumbau.
- Die Bodenordnung sieht die Neuordnung und Umverteilung von Grundstücken zum Zweck der städtebaulichen Entwicklung vor, wie z.B. die Umlegung, die vereinfachte Umlegung oder die Obergrenze für Grundstücke.
- Die Entschädigung für Eingriffe in das Eigentum oder die Nutzung von Grundstücken, die durch die Bauleitplanung oder andere städtebauliche Maßnahmen verursacht werden, wie z.B. die Entschädigung bei Veränderungssperre, bei Vorkaufsrecht, bei Bodenordnung oder bei anderen Eingriffen.

Das BauGB berücksichtigt auch den Schutz und die Entwicklung von Natur und Landschaft, den Umweltschutz, den Klimaschutz, den Denkmalschutz, den sozialen Wohnungsbau, den barrierefreien Bau und andere Belange des Gemeinwohls. Es ist an das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) angepasst und berücksichtigt auch die europäischen Richtlinien zum Umweltschutz.

Seit Januar 2023 sind Solaranlagen auf Flächen längs von Autobahnen und mehrgleisigen Schienenwegen des übergeordneten Netzes als privilegierte Vorhaben im Außenbereich nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b BauGB anerkannt. Das bedeutet, dass sie grundsätzlich genehmigt werden müssen, wenn keine öffentlichen Belange oder Ziele der Raumordnung entgegenstehen und die ausreichende Erschließung gesichert ist. Die Privilegierung gilt nur für Flächen mit einem maximalen Abstand von 200 Metern vom äußeren Fahrbahnrand.

ÜBERGEORDNETE UND RAUMPLANERISCHE VORGABEN

Zu den öffentlichen Belangen gehören z.B. der Schutz von Natur und Landschaft, die Sicherheit des Verkehrs, die Belange der Land- und Forstwirtschaft oder die Erhaltung des Landschaftsbildes. Die Privilegierung gilt nur für Flächen mit einem maximalen Abstand von 200 Metern vom äußeren Fahrbahnrand. Diese Privilegierung hat grundsätzlich zur Folge, dass ein Bebauungsplan zur Genehmigungsfähigkeit von PVA entlang der Autobahn nicht mehr zwingend erforderlich ist.

Das Baugenehmigungsverfahren selbst wird von den zuständigen Bauaufsichtsbehörden durchgeführt. Aufgrund des durchgeführten Planfeststellungsverfahrens für den Autobahnbereich ist die Bezirksregierung Köln zuständig.

3.1.2 BAUORDNUNG DES LANDES NRW

Die Landesbauordnung NRW (BauO NRW) ist das relevante Gesetz für das Bauwesen in Nordrhein-Westfalen. Es hat u.a. folgende wesentliche Regelungsinhalte:

- Allgemeine Vorschriften für das Bauen, wie z.B. die Anwendungsbereiche, die Begriffe, die allgemeinen Anforderungen und die Grundpflichten der Bauherrschaft, der Entwurfsverfassenden, der Unternehmen und der Bauleitenden.
- Die BauO NRW regelt das Grundstück und seine Bebauung, wie z.B. die Bebauung der Grundstücke mit Gebäuden, die Zugänge und Zufahrten auf den Grundstücken, die Abstandsflächen, die Teilung von Grundstücken, die Gestaltung, die Anlagen der Außenwerbung und die Stellplätze, Garagen und Fahrradabstellplätze.
- Technische Anforderungen an Bauwerke, wie z.B. die Standsicherheit, den Brandschutz, den Wärme-, Schall- und Erschütterungsschutz, die Verkehrssicherheit, die Bauarten, die Bauprodukte, die Aufzüge, die Leitungsanlagen, die Lüftungsanlagen, die Feuerungsanlagen, die sanitären Anlagen, den Blitzschutz und den barrierefreien Bau.
- Die BauO NRW ermöglicht Typengenehmigungen und referentielle Baugenehmigungen für standardisierte Bauvorhaben oder Bauweisen, die eine vereinfachte Genehmigung ermöglichen.
- Die BauO NRW regelt das Bauaufsichtsverfahren, das verschiedene Verfahrensarten umfasst, wie z.B. das verfahrensfreie Bauen, das vereinfachte Baugenehmigungsverfahren, das Baugenehmigungsverfahren und das Genehmigungsfreistellungsverfahren. Dabei werden auch die Bauvorlageberechtigung, die bautechnischen Nachweise, die Abweichungen und die Bauteilprüfung geregelt.

Die Landesbauordnung NRW (BauO NRW) hat eine bedingte Relevanz für die Errichtung von PVA entlang von Autobahnen, da sie die baurechtlichen Anforderungen an solche Anlagen festlegt. Folglich sind grundsätzlich zum Baugenehmigungsverfahren gem. § 35 BauGB die rechtlichen Regelungsinhalte der BauO NRW zu beachten. Jenes ist ein regulärer Prozess für Bauvorhaben und grundsätzlich als unkritisch zu betrachten.

ÜBERGEORDNETE UND RAUMPLANERISCHE VORGABEN

3.1.3 LANDESNATURSCHUTZGESETZ

Das Landschaftsnaturgesetz NRW (LNatSchG NRW) ist das zentrale Naturschutzgesetz in Nordrhein-Westfalen. Es hat u.a. folgende wesentliche Regelungsinhalte:

- Es legt die Ziele und Grundsätze des Naturschutzes und der Landschaftspflege fest, die sich an den Leitbildern der biologischen Vielfalt, der nachhaltigen Entwicklung und der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen orientieren.
- Es definiert die allgemeinen Pflichten und Verantwortlichkeiten der verschiedenen Akteure, wie z.B. des Landes, der Kommunen, der Träger öffentlicher Belange, der Eigentümer und Nutzer von Grundstücken, der Naturschutzverbände und der Öffentlichkeit.
- Es regelt die Eingriffe in Natur und Landschaft, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Schutzgüter nach § 1 Abs. 1 BNatSchG führen können. Dabei gilt das Vermeidungsgebot, das Ausgleichsgebot und das Kompensationsgebot.
- Es enthält die Vorschriften zur Landschaftsplanung, die ein Instrument zur Sicherung und Entwicklung der Natur und Landschaft auf kommunaler Ebene ist. Die Landschaftsplanung umfasst die Erstellung von Landschaftsprogrammen, Landschaftsrahmenplänen und Landschaftsplänen, in denen die Schutz-, Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen für die jeweilige Gebietseinheit festgelegt werden.

Aufgrund der Regelungsinhalte des Landesnaturschutzgesetzes ist eine grundsätzliche Anwendbarkeit der Rechtsgrundlage im Rahmen der Projektierung der Solarautobahn zu erkennen. Aufgrund der Konzentrationswirkung der Planfeststellung kann in den dortigen Regelungsinhalten eine Vorrangigkeit zur Genehmigungsfähigkeit gesehen werden.

3.1.4 PLANFESTSTELLUNGSBESCHLUSS

Planfeststellungsbeschluss der Bezirksregierung Köln vom 14.03.2011 für die Wiederherstellung der Bundesautobahn 44 zwischen Jackerath und dem Autobahnkreuz Holz einschließlich Neubau des Autobahnkreuzes Jackerath und 6-streifigem Ausbau der Bundesautobahn 46 zwischen dem Autobahnkreuz Wanlo und dem Autobahnkreuz Holz sowie Umbau dieser Kreuze von Bau-km 0+000 bis Bau-km 10+550 einschließlich der Folgemaßnahmen. Insbesondere wird in der Planfeststellung darüber entschieden:

- welche Grundstücke oder Grundstücksteile für das Vorhaben benötigt werden oder auf Verlangen übernommen werden müssen,
- welche Folgemaßnahmen an anderen Anlagen notwendig sind,
- wie die Kosten bei Kreuzungsanlagen zu verteilen und die Unterhaltungskosten abzugrenzen sind,
- ob und welche Lärmschutzmaßnahmen erforderlich sind,
- welche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaften erforderlich sind.

VORGABEN BUNDESFERNSTRAßENGESETZ

Zusätzlich werden Regelungsinhalte definiert, welche die Seiten- und Böschungflächen des Autobahnabschnittes betreffen. Regelungen werden hinsichtlich folgender Maßnahmenkategorien getroffen: Ausgleichsmaßnahmen, Gestaltungsmaßnahmen, Schutzmaßnahmen und Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen.

Aufgrund der Regelungsinhalte der Planfeststellung ist grundsätzlich die Genehmigungsfähigkeit von weiteren baulichen Anlagen im Bereich der planfestgestellten Flächen hinsichtlich der individuell festgelegten Maßnahmen zu bewerten. Aufgrund seiner Konzentrationswirkung (alle notwendigen Genehmigungen, wie z.B. wasserrechtliche Erlaubnisse, naturschutzrechtliche Befreiungen oder Baugenehmigungen werden erteilt) ist der Planfeststellungsbeschluss das maßgebende Beurteilungsinstrument für die Errichtung von Anlagen im Rahmen der Solarautobahn. Sofern eine Projektierung im Rahmen von Ausgleichs- oder Schutzflächen durchgeführt werden soll, ist grundsätzlich somit eine individuelle Prüfung erforderlich.

Aufgrund des durchgeführten Planfeststellungsverfahrens für den Autobahnbereich ist grundsätzlich für das Genehmigungsverfahren von PVA die Bezirksregierung Köln zuständig. Gleiches gilt für die Umsetzung weiterer Maßnahmen wie Lärmschutz- oder Windschutzanlagen im Bereich der Autobahn.

3.2 VORGABEN BUNDESFERNSTRAßENGESETZ

In diesem Kapitel werden die relevanten rechtlichen Vorgaben zusammengetragen, insbesondere aus dem Bundesfernstraßengesetz sowie Ergebnisse aus Studien der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) [Quelle: Bundesanstalt für Straßenwesen, 2021]

3.2.1 MATERIELL BAULICHE ANFORDERUNG SICHERHEITSVORSCHRIFTEN

Wie in der Studie der BASt - V 364 Verkehrsübergreifender Austausch erneuerbarer Energien beschrieben - haben laut § 4 S. 1 FStrG die Straßenbaulauträger dafür einzustehen, dass Ihre Bauten allen Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Behördlicher Genehmigungen, Erlaubnisse und Abnahmen durch andere als die Straßenbaubehörden bedarf es nicht. Straßenbaubehörde im Sinne dieses Gesetzes ist auch das Fernstraßen-Bundesamt, soweit dem Bund die Verwaltung einer Bundesfernstraße zusteht. Für Baudenkmäler gilt Satz 2 nur so weit ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt worden ist.“

Zudem sei grundsätzlich auf eine notwendige Bauwerksprüfung nach DIN 1076 oder den weiteren Anforderungen des Kapitels 3.5 hingewiesen. Hier ist die rechtliche, technische und wirtschaftliche Notwendigkeit der Prüfung von Ingenieurbauwerken beschrieben. Die Straßenbauverwaltung hat im Zuge dessen im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit für die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit der Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen einzustehen.

3.2.2 BAULICHE ANLAGEN AN BUNDESFERNSTRAßEN

In § 9 FStrG Abs. 1 Nr. 1 ist beschrieben, dass entlang der Bundesfernstraßen in Deutschland Einschränkungen für den Bau von Strukturen bestehen. Hochbauten jeder Art dürfen nicht in einem Abstand von bis zu 40 Metern bei Bundesautobahnen und bis zu 20 Metern bei Bundesstraßen errichtet werden. Diese Entfernungen werden jeweils vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn gemessen. Jene Regelung gilt auch für bauliche Anlagen, die über Zufahrten oder Zugänge an Bundesstraßen angeschlossen werden sollen.

In § 9 FStrG Abs. 2 ist beschrieben, dass im Übrigen Baugenehmigungen oder nach anderen Vorschriften notwendige Genehmigungen der Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde, an Bundesfernstraßen, soweit dem Bund die Verwaltung einer Bundesfernstraße zusteht, der Zustimmung des Fernstraßen-Bundesamtes bedürfen, wenn bauliche Anlagen längs der Bundesautobahnen in einer Entfernung bis zu 100 Meter und längs der Bundesstraßen außerhalb der zur Erschließung der anliegenden Grundstücke bestimmten Teile der Ortsdurchfahrten bis zu 40 Meter, gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, errichtet, erheblich geändert oder anders genutzt werden sollen.

Im Kontext des Projekts Solarautobahnen hätte das bedeutet, dass grundsätzlich auch PVA von diesem Verbot betroffen wären. Allerdings haben sich auf Grund der Änderung des § 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz Möglichkeiten der Privilegierungen und Ausnahmegenehmigungen ergeben (vgl. Kapitel 3.3). Im weiteren Verlauf der Machbarkeitsstudie wurde darüber hinaus am 23.12.2023 das Bundesfernstraßengesetz durch den §9 Abs 2c verändert und ergänzt. Dort heißt es nun, dass die oben beschriebenen Regelungen aus § 9 FStrG Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 und Absatz 2 nicht für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie gelten. Weiter steht geschrieben, dass die oberste Landesstraßenbaubehörde oder, soweit dem Bund die Verwaltung einer Bundesfernstraße zusteht, das Fernstraßen-Bundesamt im Genehmigungsverfahren für eine Anlage nach Satz 1 zu beteiligen ist, wenn eine solche Anlage längs einer Bundesautobahn in Entfernung bis zu 100 Meter oder längs einer Bundesstraße außerhalb der zur Erschließung der anliegenden Grundstücke bestimmten Teile der Ortsdurchfahrten bis zu 40 Meter, jeweils gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, errichtet oder erheblich geändert werden soll. Bedarf eine Anlage nach Satz 1 keiner Genehmigung, hat der Vorhabenträger das Vorhaben vor Baubeginn bei der jeweils zuständigen Behörde nach Satz 2 anzuzeigen. Bei der Genehmigung, der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage nach Satz 1 sind die in Absatz 3 und in § 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes genannten Belange zu beachten. Es kann festgehalten werden, dass durch die Änderungen des EEG und Änderungen des Bundesfernstraßengesetz nun grundsätzlich Solaranlagen und damit auch PVA auf Böschungen, Windschutzanlagen und Lärmschutzwände entlang der Autobahn errichtet werden können. Auf der Website des Fernstraßenbundesamtes heißt es zudem, dass bei der Genehmigung, der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage einerseits die straßenrechtlichen Belange – Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs, Ausbauabsichten sowie Maßnahmen der Straßenbaugestaltung – zu beachten sind. Zudem sind die in § 2 des Erneuerbare Energien-Gesetzes genannten Belange zu berücksichtigen [Fernstraßenbundesamt, 2024].

Hieraus ergibt sich laut Fernstraßenbundesamtes folgendes:

- Sofern ein anderes Genehmigungsverfahren (z.B. Baugenehmigungsverfahren) für die geplante Photovoltaikanlage durchzuführen ist, wird das Fernstraßen-

VORGABEN BUNDESFERNSTRAßENGESETZ

Bundesamt im Genehmigungsverfahren von der verfahrensführenden Behörde beteiligt und gibt gegenüber dieser eine straßenrechtliche Stellungnahme ab.

- Sofern kein anderes Genehmigungsverfahren erforderlich ist, ist das Vorhaben unmittelbar beim Fernstraßen-Bundesamt anzuzeigen.

Für eine straßenrechtliche Beurteilung sind folgende Unterlagen erforderlich:

- Vollmacht, die zur Antragstellung bevollmächtigt, sofern das Vorhaben auftragsweise ausgeführt wird.
- Projektkurzbeschreibung (formlos)

Erforderliche Unterlagen bei der Errichtung von Photovoltaik in den Nahbereichen der Bundesfernstraßen:

- Maßstabsgerechter Lageplan, der die folgenden Angaben enthält:
- Darstellung/Nachweis zur Beachtung der Abstandsregeln gemäß Vorgaben der aktuellen „Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (Höhenunterschiede)“, z.B. durch
- Nachweis über den Ausschluss einer Blendung/Spiegelung, z.B. durch ein Blendgutachten unter Berücksichtigung folgender Punkte:
- Schlüssige Ausführungen zur Brandvermeidung und Brandbekämpfung im Falle eines Brandfalls ohne gesteigerte Risiken für die straßenrechtlichen Belange (insb. zur Zuwegung zu der Anlage über das nachgeordnete Straßen- und Wegenetz).
- ggf. Darstellung/Aussagen zu geplanten Werbeanlagen.

Die erforderlichen Unterlagen sind vorzugsweise dem anbau@fba.bund.de zu übermitteln über das Online-Antragsportal zu versenden [Fernstraßenbundesamt, 2024].

ENERGIERELEVANTE VORGABEN

3.3 ENERGIERELEVANTE VORGABEN

Im Rahmen dieses Kapitels werden insbesondere die energierelevanten Vorgaben, vorwiegend aus dem aktuellen Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG 2023), beschrieben.

3.3.1 BESONDERE BEDEUTUNG DER ERNEUERBAREN ENERGIEN

Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen sowie den dazugehörigen Nebenanlagen liegen laut §2 EEG im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. Aufgrund der Änderung des § 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) liegen die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien im überragenden öffentlichen Interesse. In der Handreichung des Fernstraßenbundesamtes heißt es, dass erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden sollen. Daher sind nun entsprechend FStrG Privilegierungen möglich, so dass die Inanspruchnahme der 40-Meter-Anbauverbotszone, gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, bei einer Vielzahl von Vorhaben möglich ist. [Fernstraßenbundesamt, 2023]

3.3.2 PFLICHT ZUR AUSSCHREIBUNG

Laut EEG § 22 Abs. 3 sind PVA mit weniger als 1 MW Nennleistung und 6 MW bei Bürgerenergiegesellschaften von der Pflicht zur Ausschreibung befreit. Alle anderen Anlagen müssen bei der Ausschreibung nach EEG teilnehmen. Hierbei wird der anzulegende Wert im Rahmen eines Gebotsverfahrens ermittelt (vgl. Kapitel 5.3.5). Die entsprechenden Ausschreibungsvolumina sind in § 28 EEG festgeschrieben. Eine alternative Vermarktungsmöglichkeit ist eine EEG-unabhängige Projektierung nach der sonstigen Direktvermarktung mittels bspw. PPA. Dies hat grundsätzlich Einfluss auf die Wahl der Vermarktungsmöglichkeit und der Wirtschaftlichkeit von PVA. Es wird jedoch nicht als Ausschlusskriterium gewertet.

ENERGIERELEVANTE VORGABEN

3.3.3 SEGMENTIERUNG PVA

Gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) werden PVA in verschiedene Segmente eingeteilt. Diese Segmentierung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Vergütung und den Betrieb der Anlage. Die Zugehörigkeit der verschiedenen Solaranlagen zu den Segmenten wird insbesondere durch den § 3 des EEG definiert. Im § 3 des EEG wird die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien hervorgehoben. Hierbei wird eine "Solaranlage des ersten Segments" als jede Freiflächenanlage und jede Solaranlage auf, an oder in einer baulichen Anlage definiert, die weder ein Gebäude noch eine Lärmschutzwand ist. Eine "Solaranlage des zweiten Segments" ist jede Solaranlage auf, an oder in einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand.

Im Kontext des Projektes "Solarautobahn" kann zwischen Anlagen an Lärmschutz- oder Windschutzwänden und Anlagen auf Böschungen unterschieden werden. Bezogen auf das EEG ergeben sich folgende Zuordnungen:

- Solaranlagen auf Lärmschutzwänden sind dem zweiten Segment zugeordnet
- Solaranlagen auf Windschutzwänden sind dem erstens Segment zugeordnet
- Solaranlagen auf Böschungen sind dem zweiten Segment zugeordnet

Die Vorgaben zur Vermarktung des Stroms werden im Kapitel 0 berücksichtigt. Es ist grundsätzlich wichtig zu beachten, dass die Einteilung in Segmente keinen Einfluss auf die Verfügbarkeit entsprechender Flächen hat.

3.3.4 ZAHLUNGSANSPRÜCHE FÜR STROM AUS MEHREREN ANLAGEN

In § 24 EEG wird die Regelung für Strom aus mehreren Anlagen festgelegt. Unabhängig von den Eigentumsverhältnissen werden mehrere Anlagen zum Zweck der Ermittlung des Anspruchs nach § 19 Abs. 1 und zur Bestimmung der Größe der Anlage nach § 21 Abs. 1 oder § 22 als eine Anlage angesehen, wenn sie sich auf demselben Grundstück, Gebäude, Betriebsgelände oder in unmittelbarer räumlicher Nähe befinden, Strom aus gleichartigen erneuerbaren Energien erzeugen, für den in ihnen erzeugten Strom der Anspruch nach § 19 Abs. 1 in Abhängigkeit von der Bemessungsleistung oder der installierten Leistung besteht und sie innerhalb von zwölf aufeinanderfolgenden Kalendermonaten in Betrieb genommen worden sind. Darüber hinaus stehen laut Abs. 1 Satz 1 mehrere Windenergieanlagen an Land oder Freiflächenanlagen unabhängig von den Eigentumsverhältnissen und ausschließlich zum Zweck der Ermittlung der Anlagengröße nach § 22 Abs. 2 Satz 2 Nummer 3 oder Abs. 3 Satz 2 oder § 38a Abs. 1 Nummer 5 für den jeweils zuletzt in Betrieb gesetzten Generator einer Anlage gleich, wenn sie innerhalb derselben Gemeinde errichtet worden sind und innerhalb von 24 aufeinanderfolgenden Kalendermonaten in einem Abstand von bis zu 2 km Luftlinie in Betrieb genommen worden sind.

Die Zusammenlegung der Anlagen auf Lärmschutz- und Windschutzwänden orientiert sich an den Vorgaben des § 24 (1), während die Anlagen an Böschungen sich an den Vorgaben des § 24 (2) orientieren. Nach einer ersten Einschätzung ergibt sich folgende Zusammenlegung:

ENERGIERELEVANTE VORGABEN

- Anlagen auf Böschungen der A44n werden aufgrund des Abstandes von weniger als 2 km und einer möglichen Installation in derselben Gemeinde als eine Anlage angesehen.
- Anlagen auf Windschutzwänden werden auf Grundlage von § 24 (1) als eine Anlage angesehen. Inwieweit Anlagen als Anlagen auf dem Teilabschnitt C und D (siehe Kapitel 4) als eine Anlage angesehen werden, muss insbesondere im Hinblick auf die Anforderung „unmittelbarer räumlicher Nähe“ im Einzelfall rechtlich geprüft werden.

Es ist grundsätzlich wichtig zu beachten, dass die Zusammenlegung keinen Einfluss auf die Verfügbarkeit entsprechender Flächen hat. Im Hinblick auf die angedachten zu projektierenden Flächen und der einhergehenden Leistungen (vorwiegend > 1 MWp), wird hier von einer Ausschreibung nach EEG bei den Anlagen an den Windschutz- und Böschungsanlagen und/oder sonstiger Direktvermarktung mittels bspw. PPA ausgegangen. Für PVA, die durch Energiegemeinschaften errichtet werden, gelten andere Anforderungen an die beschriebenen Ausschreibungsvorgaben nach EEG (vgl. Kapitel 5.3.5). Vor-Ort-Versorgung / Direktlieferung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie werden verschiedene Betreiber- und Vermarktungsmodelle betrachtet, um eine entsprechende Grundlage für Vermarktungsmöglichkeiten sowie die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu geben. Die Höhe der Erträge der erzeugten Strommenge wird maßgeblich von notwendigen Energieebenenkosten wie bspw. Entgelten oder Steuern beeinflusst. Die Wirtschaftlichkeit von Energieanlagen hängt stark vom Preis des bezogenen Stroms ab, einschließlich aller Steuern und Abgaben. Je höher der Anteil des vor Ort verbrauchten Stroms aus der Anlage ist, desto wirtschaftlicher wird die lokale Anlage. Die Begrifflichkeit Eigenverbrauch bezieht sich auf Situationen, in denen der Betreiber der Anlage und der Verbraucher des Stroms dieselbe Person sind.

Jede weitere Form der Energieversorgung wird grundsätzlich als Energielieferung bezeichnet. Abhängig vom spezifischen Fall kann dies als Photovoltaik-Direktlieferung oder On-site-PPA (vgl. Anhang) bezeichnet werden. Diese Begriffe beziehen sich auf verschiedene Modell der Energieversorgung, bei denen der erzeugte Strom an andere Verbraucher physisch oder bilanziell geliefert wird. Dies bedeutet für die jeweiligen Energieebenenkosten bei Direktlieferung konkret, dass die Stromsteuer bei Lieferung oder Eigenversorgung im räumlichen Zusammenhang gem. § 9 Abs. 3 StromStG ohne Netznutzung sowie Netzentgelte, KWKG-Zuschlag, AbLaV, Konzessionsabgabe, Offshore Netzumlage - sofern das Netz der allgemeinen Versorgung nicht genutzt wird - entfällt.

TECHNISCHE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.4 TECHNISCHE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

In diesem Kapitel werden technische Anforderungen und Faktoren beschrieben, die die Verwendung und Eignung von PVA im Projektgebiet beeinflussen.

3.4.1 STATIK

Eine bauliche Anlage muss gemäß Landesbauordnung NRW (BauO NRW 2018) im Ganzen und in ihren Einzelteilen standsicher sein, ohne die Standsicherheit anderer baulicher Anlagen zu gefährden. Dies muss auch bei Nachrüstung von PVA auf Lärmschutzwänden und Windschutzwänden, gewährleistet sein. Bei den Lärmschutzwänden im Projektgebiet handelt es sich um Bestandsanlagen, deren notwendige Lastreserven bei der Errichtung nicht ausgereizt wurden. Es muss geprüft werden, inwieweit entsprechende Lastreserven für PVAA auf den Lärmschutzwänden noch vorhanden sind. Eine Einschätzung zur statischen Dimensionierung der Bestandslärmschutzwände ist nicht trivial, sofern grundlegende Informationen zur Statik oder zur Ausführung der Baukonstruktion fehlen. Photovoltaikmodule haben ein Eigengewicht, das durch die vorhandene Tragkonstruktion mitgetragen werden muss und welches je nach verwendeter Technologie unterschiedlich sein kann. Sollten die Lastreserven nicht ausreichend sein, ist eine Installation von zusätzlichen Tragkonstruktionen erforderlich, was mit erheblichen Mehrkosten verbunden sein kann. Neben der Belastung durch das Eigengewicht entstehen, abhängig von Höhe und Neigung der PV-Module, zusätzliche Belastungen auf die Lärmschutzwand durch veränderliche Windlasten. Dabei kann der Wind entweder seitliche Kräfte entwickeln oder die Module von unten angreifen. Um diese Kräfte schnellstmöglich abzutragen, können zusätzliche Verankerungen oder Abspannungen erforderlich sein. Im Zuge der Ausführungsplanung muss geprüft werden, ob die Lärmschutzwand dem zusätzlichen Gewicht der Module und Unterkonstruktionen und den auftretenden Kräften standhält.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie erfolgt für die jeweils betrachtete Technologie (inkl. Montagesystem) und auf Grundlage der durch die Autobahn GmbH zur Verfügung gestellten Daten eine Überprüfung der Statik der Lärmschutzwände (vgl. Kapitel 4.2).

3.4.2 SCHALLSCHUTZ

In der 16. BImSchV – VerkehrslärmschutzVO sowie ergänzend in der 24 BImSchV-Verkehrswege-SchallschutzVO sowie der Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19) sind die Vorgaben über den einzuhaltenden Lärmschutz an Verkehrswegen festgelegt und geregelt.

Folgende in der Tabelle 1 dargestellte Grenzwerte sind je nach Gebietsart in der 16. BImSchVO im Rahmen der Lärmvorsorge beim Neubau oder bei wesentlichen baulichen Änderungen einer Autobahn festgelegt: Letzteres wäre beispielsweise der Fall, wenn die Anzahl der Fahrstreifen verändern würde. Werden hierbei die Grenzwerte überschritten und gleichzeitig die Kriterien der wesentlichen Änderung erfüllt, besteht der Anspruch auf Lärmschutz [Autobahn GmbH,2022].

TECHNISCHE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

Tabelle 1 Immissionsgrenzwerte Lärmvorsorge (Quelle: Autobahn GmbH,2022)

Gebietsart	Immissionsgrenzwert in dB(A)	
	Tag	Nacht
<i>Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime</i>	57	47
<i>Wohngebiete Kleinsiedlungsgebiete</i>	59	49
<i>Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete</i>	64	54
<i>Gewerbegebiete</i>	69	59

Im Gegensatz zur Lärmvorsorge ist die Lärmsanierung an einer bestehenden Autobahn eine freiwillige Leistung. Hierfür kann jeder Bürger einen Antrag zur Überprüfung der Lärmsituation stellen. Bei Überschreitung der entsprechenden Auslöswerte (siehe Tabelle 2 Auslöswerte Lärmsanierung) können passive Lärmschutzmaßnahmen wie bspw. der Einbau von Schallschutzfenstern und -lüftern, Wand- und Dachdämmung sowie die Verglasung von Balkonen durchgeführt und von Haushaltsmitteln bezuschusst werden.

Tabelle 2 Auslöswerte Lärmsanierung (Quelle: Autobahn GmbH,2022)

Gebietsart	Immissionsgrenzwert in dB(A)	
	Tag	Nacht
<i>Krankenhäuser, Schulen, Kur- und Altenheime</i>	64	54
<i>Wohngebiete Kleinsiedlungsgebiete</i>	64	54
<i>Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete</i>	66	56
<i>Gewerbegebiete</i>	72	62

Mit Hilfe der Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19) oder DIN ISO 9613-2 können zu erreichende Lärminderungen und die damit einhergehende notwendige Höhe der Lärmschutzwand numerisch berechnet werden. Zudem wird durch die ELS-19 ermittelt, ob eine Lärmschutzwand schallabsorbierend ausgeführt werden muss oder nicht. Eine möglichst effiziente Luftschalldämmung wird durch die Maximierung der Reflexion der Schallenergie erreicht. Dies kann durch Überlagerung des direkten und reflektierten Schalls durch die Erhöhung der Lautstärke auf der gegenüberliegenden Seite führen. Um das zu vermeiden, wird die zur Fahrbahn ausgerichtete Seite der Lärmschutzwand mit einer schallabsorbierenden Schicht (Material, Form) ausgestattet [Fraunhofer IEB, 2022].

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Schallschutzvorgaben durch die Verwendung von zusätzlichen PV-Modulen weiterhin erfüllt werden müssen [Fraunhofer IEB, 2022].

TECHNISCHE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

Werden Photovoltaikmodule von vorne an die schallabsorbierende Schicht der Lärmschutzwände angebracht, besteht die Möglichkeit der erhöhten Schallreflexion durch die glatte Oberfläche der Module. Es ist für die Umsetzung der PVA zu prüfen, ob jeder Bereich der Lärmschutzwände zwingend absorbierend ausgeführt sein muss. Wäre eine reflektierende Ausführung möglich, ist eine Montage von Modulen auf der Oberfläche der Lärmschutzwand denkbar. Beim Aufsetzen von Photovoltaikmodulen wird die Beugungskante vergrößert. Es kann angenommen werden, dass durch diese Vergrößerung der Lärmschutzfläche der Schallschutz eher verbessert wird. Auch hier ist zu prüfen, ob die Vergrößerung der Fläche durch die PVA reflektierend ausgeführt werden darf [Fraunhofer IEB, 2022].

Inwieweit die PVA zur Erhöhung der Immissionsgrenzwerte führen, kann nur durch ein entsprechendes Gutachten und nicht im Rahmen der Studie festgestellt werden. In Kapitel 5 werden verschiedene Technologien vorgestellt und die Schallschutzeigenschaften anhand von Aussagen der Hersteller qualitativ bewertet, sodass auch das Kriterium Schallschutz Berücksichtigung findet.

3.4.3 BLENDWIRKUNG

Im Allgemeinen zählen PVA rechtlich zu den Immissionsquellen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetz. Die Blendung durch Anlagen ist somit in Deutschland im Bundes-Immissionsschutzgesetz geregelt, wonach schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden sollen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind.

Die Richtlinie der Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz mit dem Titel „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen“ wurde bereits von mehreren Umweltministerien der Bundesländer als Licht-Leitlinie übernommen und konkretisiert die Grenzwerte für reflektorische Blendung insbesondere auch in Hinblick auf Solaranlagen. Normen und Gesetze beinhalten keine konkreten Grenzwerte für die reflektive Blendung und so stellt die Licht-Leitlinie heute die wichtigste Richtlinie für die Bewertung von Blendungen dar. Zusammen mit dem Baurecht dient es dem Nachbarschaftsschutz, insbesondere der Sicherstellung des Gebots der Rücksichtnahme (§ 22 BImSchG i.V.m § 3 Abs. 2 und 3 BImSchG; § 34 Abs.2 BauGB i.V.m. §15 Abs.1 BauNVO). Entsprechend wird anerkannt, dass Lichtemissionen durch Reflexionen natürlicher Lichtquellen schädliche Umweltauswirkungen sowie Belästigungen darstellen können. Die an das Gebot der Rücksichtnahme zu stellenden Anforderungen hängen von den Umständen des Einzelfalls ab. Hinsichtlich der Straßen-, Bahn- und Flugverkehrsflächen bestehen keine Normen, Vorschriften oder Richtlinien. Aus Verkehrssicherheitsgründen muss in der Regel jegliche Beeinträchtigung durch Blendung vermieden werden. [MLV, 2014]

Als Grundlage zur Beurteilung wird in vielen Gutachten der „Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Anlagen“ sowie die Richtlinie „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtemissionen“ herangezogen. Mit Blick auf Referenzprojekte von neu errichteten PVA scheint die Vermeidung einer Blendwirkung mittels technischer Maßnahmen möglich (siehe Kapitel 4.2). Es ist jedoch festzuhalten, dass zur Ermittlung und Bewertung der Blendwirkung ein Blendgutachten notwendig ist.

TECHNISCHE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.4.4 AUSRICHTUNG UND NEIGUNGSWINKEL

Die Erträge von PVA werden neben zellspezifischen Eigenschaften insbesondere durch die Ausrichtung (Azimut) und den gewählten Neigungswinkel beeinflusst. Der Azimut ist ein Begriff, der in der Photovoltaik verwendet wird, um die Abweichung der Ausrichtung einer Solaranlage von Süden zu beschreiben. Bei einer Südausrichtung beträgt der Azimutwinkel 0° . Eine Abweichung nach Westen führt zu positiven Werten, während eine Abweichung nach Osten zu negativen Werten führt [Mertens, 2020].

Der Neigungswinkel ist ein weiterer wichtiger Faktor für den Ertrag einer PVA. Er beschreibt, wie stark die Solarzellen im Vergleich zur Horizontalen geneigt sind. Ein optimaler Neigungswinkel liegt in Deutschland bei etwa 30° . Bei Südausrichtung fallen Abweichungen nicht allzu stark ins Gewicht [Mertens, 2020]. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass kleine Abweichungen von der idealen Ausrichtung nur minimale Auswirkungen auf den Ertrag haben. Viel entscheidender sind Schatten, die angrenzende Störobjekte wie z.B. Bäume oder Gebäude auf die PVA werfen können [Mertens, 2020] (vgl. Kapitel 3.4.5).

Im Rahmen der Studie werden die verfügbaren Flächen in Teilbereiche unterteilt und die jeweiligen Erträge ermittelt. Die Unterteilung in Teilbereiche erfolgt, weil insbesondere die Böschungsflächen als auch die Flächen, auf denen Windschutzanlagen installiert werden sollen, entlang der A44n unterschiedliche Ausrichtungen aufweisen. Somit ergeben die Flächen in Relation zur installierten Leistung unterschiedliche Ertragswerte. Die solaren Erträge der unterschiedlichen Autobahnabschnitte wurden standortgenau mittels PVGIS untersucht [European Commission, 2022].

3.4.5 VERSCHATTUNG

Die Leistung von Photovoltaikmodulen kann durch verschiedene Arten von Verschattungen erheblich beeinträchtigt werden. Hier kann im Wesentlichen zwischen Eigenverschattung, Verschmutzung oder standortbedingter Verschattung unterschieden werden. Eine Verschmutzung der Module ist insbesondere in landwirtschaftlichen Gebieten gegeben. Auf solchen PVA ist eine regelmäßige Reinigung der Module erforderlich. [Mertens, 2020].

Eine Eigenverschattung kann auftreten, wenn Windschutzanlagen und PVA an den Böschungen der A44n kombiniert werden. Auch ein zu geringer Abstand zwischen den Modulen kann zu einer Verschattung führen. Daher muss bei der Montage der Systeme ein Mindestabstand zwischen den Modulreihen eingehalten werden.

Eine standortbedingte PV-Verschattung kann durch nahegelegene Gebäude, Berge, Bäume oder Fahrzeuge verursacht werden.

Im Rahmen der Ertragsberechnung werden insbesondere die standortbedingten Verschattungen berücksichtigt und die Erträge entsprechend reduziert angenommen. Zum Entgegenwirken der Verschmutzung der Modulen sind entsprechende Wartungs- und Reinigungsarbeiten im Betrieb einzuplanen. Diese werden in den Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten entsprechend berücksichtigt.

TECHNISCHE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.4.6 NETZANSCHLUSS UND NETZANSCHLUSSPUNKT

Maßgebliche Anforderungen für den Netzanschluss von PVA beinhalten grundsätzlich die Anwendungsregeln „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) sowie die „Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Niederspannungsnetz (TAB)“ der Verteilungsnetzbetreiber (VNB). Letztere benennen vor allem auch organisatorische Anforderungen. Den gesetzlichen Rahmen für Technische Anschlussbestimmungen setzt die Niederspannungsanschlussverordnung (NAV). Die TAB des zuständigen VNB gelten für den Anschluss und Betrieb von Anlagen, die an das Nieder- und Mittelspannungsnetz des Verteilnetzbetreibers angeschlossen sind oder werden. Sie beziehen sich unter anderem auf die genannten Anwendungsregeln für Erzeugungsanlagen. In den TAB sind die Bedingungen für den Anschluss an das öffentliche Netz festgelegt. Unter anderem sind dies das Anmeldeverfahren, die Ausführung der Messeinrichtungen und der Überstromschutz. Aufgrund der steigenden Systemrelevanz der Erzeugungsanlagen müssen diese das Stromnetz stützen. Die Anforderungen daran stellen die Anwendungsregeln „Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz“ (VDE-AR-N 4105) und die Technischen Anschlussregeln (TAR) Mittelspannung (VDE-AR-N 4110).

Grundsätzlich ist jede PV-Anlage, unabhängig von ihrer Bauart, beim zuständigen Netzbetreiber von einem konzessionierten Unternehmen anzumelden. Mit der Anmeldung legt der Netzbetreiber den Netzanschlusspunkt fest. Der Netzanschlusspunkt ist der Netzpunkt, an dem die PV-Anlage an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen ist.

Die wirtschaftliche Darstellbarkeit eines Erneuerbare-Energien-Projekts, hier das der Solarautobahn, ist ein entscheidendes Realisierungskriterium. Dabei kommt dem ermittelten Netzanschlusspunkt eine wichtige Rolle zuteil. Grundlage für die Ermittlung des technisch geeigneten Netzanschlusspunktes für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien sind im Wesentlichen die vorgenannten Anwendungsregeln. Dabei gilt es stets den technisch und wirtschaftlich günstigsten Netzanschlusspunkt zu ermitteln. Für die Ermittlung des Netzanschlusspunktes führt der Netzbetreiber eine Netzverträglichkeitsprüfung durch. Im Rahmen der Netzverträglichkeitsprüfung prüft der Netzbetreiber, an welchem Punkt und auf welcher Spannungsebene das vorhandene Stromnetz die Leistung aus der PV-Anlage aufnehmen kann. Ob eine Spannungsebene technisch geeignet ist, hängt maßgeblich von der Übertragungsfähigkeit der eingesetzten Betriebsmittel ab. Eine allgemeingültige Aussage ist dazu nicht möglich, da sich die Betriebsmittel je nach Verteilnetzbetreiber unterscheiden.

SONSTIGE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.5 SONSTIGE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.5.1 WIRTSCHAFTLICHE TÄTIGKEIT AUTOBAHN GMBH / BETRIEB GEWERBLICHER ART

Die Autobahn GmbH ist ein öffentliches Unternehmen, welches privatrechtlich organisiert ist. Laut des Jahresbeschlusses und Lageberichtes vom 31.12.2019 gilt die Autobahn GmbH in steuerrechtlicher Hinsicht als „juristische Person des öffentlichen Rechts“ und wird daher als „Nichtsteuerpflichtig“ anerkannt [Autobahn GmbH, 2019]. Wenn eine juristische Person des öffentlichen Rechts eine Tätigkeit ausführt, die einer kommerziellen Tätigkeit ähnelt, wird dies als gewerblicher Betrieb bezeichnet. Jede Einrichtung, die von einer juristischen Person des öffentlichen Rechts zur nachhaltigen Einnahmenerzielung unterhalten wird, gilt als gewerblicher Betrieb. Die wirtschaftliche Aktivität muss für die juristische Person des öffentlichen Rechts in Bezug auf ihre Gesamttätigkeit bedeutend sein.

Liegt ein Betrieb gewerblicher Art vor, sind die Einnahmen aus dem gewerblichen Betrieb auch für die juristische Person des öffentlichen Rechts steuerpflichtig. Grund für die Steuerpflicht von juristischen Personen des öffentlichen Rechts in der Form der Betriebe gewerblicher Art ist die Teilnahme am Wettbewerb und damit die drohende Wettbewerbsverzerrung im Verhältnis zu nicht öffentlichen Unternehmen.

Das zu versteuernde Einkommen unterliegt einem Körperschaftsteuersatz von 15 %. Im Rahmen der Veranlagung kann ein Freibetrag von 5.000 € berücksichtigt werden. Erfüllen die Unternehmen die Voraussetzungen für einen Gewerbebetrieb sowie für den gewerblichen Betrieb, unterliegen diese juristischen Personen des öffentlichen Rechts auch der Gewerbesteuer.

PVA, die von juristischen Personen des öffentlichen Rechts nicht ausschließlich für den eigenen Stromverbrauch betrieben werden, sind in der Regel als gewerbliche Betriebe einzustufen. Daher besteht neben der umsatzsteuerlichen Unternehmereigenschaft sowohl eine Körperschafts- als auch eine Gewerbesteuerpflicht. Sollte die Autobahn GmbH eine Anlage selbst errichten und betreiben, müssen die Gewinne somit grundsätzlich versteuert werden. Die Umsatzsteuer aus der Einspeisevergütung des Energieversorgers ist abzuführen. Dafür könnten aber ggf. auch die Vorsteuerbeträge, u.a. aus den Herstellungskosten, geltend gemacht werden. Wenn die Autobahn GmbH Flächen an den Betreiber der Anlage verpachtet, der diese auch errichtet, zählen die Pachterlöse zum Bereich der steuerfreien Vermögensverwaltungen. Inwieweit bzw. in welchem Umfang die Autobahn GmbH als Betreiber von PVA oder als Verpächter von Flächen für Betreiber von PVA als öffentliches Unternehmen wirtschaftlich agieren darf, bzw. wann sie in steuerrechtlicher Hinsicht nicht mehr als „juristische Person des öffentlichen Rechts“ angesehen werden kann, ist eine Fragestellung, die nur unter vertiefter rechtlicher Bewertung beantwortet werden kann. Wir empfehlen diesbezüglich die Einholung von Rechtsrat durch eine qualifizierte anwaltliche Beratung

SONSTIGE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.5.2 WINDSCHUTZGUTACHTEN (ERGÄNZUNG 04/2024)

Das Fraunhofer Institut für Windenergiesysteme (IWES) wurde von der Autobahn GmbH beauftragt eine Analyse der Windverhältnisse bei Unfällen auf der A44 im Raum Garzweiler durchzuführen und Möglichkeiten der Veränderungen darzustellen und zu erläutern. Der Abschlussbericht mit Datum vom 31.07.2023 wurde im März 2023 veröffentlicht. Die Analyse kommt zu folgenden Ergebnissen:

„Auf Basis dieser Untersuchungen wird empfohlen entlang der Autobahn neben der Leitplanke eine Form von Windschutzwand aufzustellen. Abhängig von der benötigten Reduktion der Windgeschwindigkeit bieten grundsätzlich alle drei betrachteten Windschutzwände eine effektive Reduktion der Geschwindigkeiten, wobei eine 4 m hohe Wand den stärksten Effekt zeigt und die unten unterströmte Solarwand den geringsten.“

Hier sei angemerkt, dass die in dem Gutachten analysierte Solarwand 3 m hoch und bis zu einer Höhe von 1 m winddurchlässig ist. Im Rahmen einer weiteren Planung sollte für eine solare Windschutzwand eine höhere Mindesthöhe angesetzt und eine Winddurchlässigkeit vermieden werden. Daher wurden in der Machbarkeitsstudie Windschutzwände mit einer Höhe von 4 m angenommen, welche auf 1 m nicht winddurchlässig ist. [AUTOBAHN GMBH, 2024]:

3.5.3 DIEBSTAHL UND VANDALISMUS (SICHERHEITSKONZEPT)

Grundsätzlich sind die visualisierten PVA durch Diebstahl oder Vandalismus, z.B. Graffiti, gefährdet. Nicht ausreichender Schutz kann zu erheblichem Schaden führen und Ertragsausfälle zur Folge haben. Aus einer detaillierten Umfeld- und Risikoanalyse kann das lokale Gefährdungspotential abgeleitet werden. Daraus ergeben sich geeignete organisatorische, bauliche und technische Maßnahmen. Durch die große Ausdehnung und die wenig ausgebaute Infrastruktur für Strom und Nachrichtentechnik stellt der Schutz der PVA hierbei eine besondere Herausforderung dar. Als bauliche Maßnahme kann eine Einfriedung (zumindest im Bereich der Böschung und definitiv die Aufstellflächen für die Trafostationen (vgl. Kapitel 4.4.2)) mit einer Zaunhöhe von > 2m gewählt werden. Da bauliche Maßnahmen in der Regel einen Zugriff nur verzögern und nicht vollständig verhindern, ist zusätzlich eine Detektion durch Kamerasysteme oder Sensoren am Zaun und den Modulen zu empfehlen. Darüber hinaus kann durch Beleuchtung und Lautsprecher die Abschreckung erhöht werden. Ebenso sollte klar geregelt sein, wer ggf. Alarmmeldungen empfängt, verifiziert und verfolgt. Ergänzende Kontrollen vor Ort sinnvoll. Beides kann Bestandteil eines Betriebsführungskonzeptes sein.

3.5.4 EINHALTUNG FUNKTIONSWEISE ENTWÄSSERUNG UND VERSICKERUNG

Die Entwässerung von Autobahnen zielt darauf ab, das Oberflächenwasser effizient abzuleiten, um die Straßenoberfläche trocken zu halten und die Sicherheit zu gewährleisten. Hierfür befinden sich entlang der Autobahn unterhalb der Böschungen entsprechende Versickerungsgräben, die das Wasser zu einer Regenwasserbehandlungsanlage führen. Im Rahmen der Projektierung der PVA auf den Böschungsf lächen ist die Funktionsweise des Versickerungsgrabens sicherzustellen, sodass eine ordnungsgemäße Entwässerung gewährleistet werden kann.

SONSTIGE VORGABEN UND ANFORDERUNGEN

3.5.5 NORMEN, BESTIMMUNGEN UND HINWEISE

Bauprodukte und Bauarten

Beim Einbau der PV-Module an Lärmschutz- oder Windschutzwänden kann ein Verwendungsnachweis für das Bauprodukt PV-Modul und die Bauart PVA erforderlich sein. Das betrifft den Aufbau der Module sowie ihre Befestigung und das Brandverhalten. Der Großteil der marktüblichen PV-Module hat keine bauaufsichtliche Zulassung. Ggf. muss ein spezieller Modulaufbau nach den „technischen Regeln für Bauarten aus Glas“ realisiert oder bei der Obersten Bauaufsichtsbehörde des Bundeslandes eine Zustimmung im Einzelfall eingeholt werden.

Weitere VDE-Bestimmungen und Normen

Die Errichtung von PVA und deren Installation ist nach den bestehenden VDE-Bestimmungen auszuführen. Dabei sind vor allem die Normen VDE 0100 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 Volt“ (alle zutreffenden Teile), VDE 0105 (Teil 100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“) und VDE 0298 „Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen“ anzuwenden. Die Norm VDE 0100-712 „Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme“ formuliert die Anforderungen an die Installation von PVA. Maßnahmen zum Blitz- und Überspannungsschutz beschreibt die Norm DIN EN 62305-3 (VDE 0185-305-3) „Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen.“

Berufsgenossenschaftliches Vorschriften- und Regelwerk

Die Regeln der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse sind insbesondere bei der Installation und dem Bau von PVA zu beachten. Sie umfassen im Wesentlichen den Personenschutz der am Bau und Installation beteiligten Gewerke.

Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS)

Die VdS-Richtlinien für Anlagen und Produkte richten sich in erster Linie an Planer, Errichter und Hersteller. Diese umfassen im Wesentlichen den Personen-, Sach- und Gebäudeschutz im Sinne der Schadensverhütung.

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)

Laut Aussagen der Autobahn GmbH ist wesentlich für die Beurteilung, dass es sich bei der Anbringung von PVA auf Lärmschutzwänden eine genehmigungsfähige, regelwerkskonforme Bauweise handelt. Regelwerke wie die ZTV-Ing (bzw. ZTV-Lsw) berücksichtigen keine Photovoltaikmodule an Lärmschutzwänden. Die im Rahmen der Machbarkeitsstudie beschriebenen Photovoltaikaufsatzelemente für Lärmschutzwände an Bundesautobahnen entsprechen laut Auffassung der Autobahn GmbH keiner Regelbauweise und bedürften daher einer Zustimmung im Einzelfall. Hierbei wäre neben einem nachvollziehbar erläuterten und maßstäblich dargestellten Verankerungskonzept auch eine durch einen Prüferingenieur geprüfte Statik vorzulegen. Für die Vorlage beim BMDV kann ein ausgearbeiteter Bauwerksentwurf erforderlich werden.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Prüffähigkeit nach DIN 1076

Zur Umsetzung des Konzeptes, insbesondere an Lärmschutzwänden, muss laut Aussagen der Autobahn GmbH die Prüffähigkeit nach DIN 1076 nachgewiesen werden. Dem Bauwerksprüfer muss es möglich bleiben jedes Bauteil handnah zu prüfen. Handnah heißt hierbei, dass der Prüfer so nah an die zu prüfende Bauteile oder Bauteilflächen herankommt, dass diese einer direkten Sichtprüfung unterzogen und händisch auf einen ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden können. Der Wartungs- und Prüfaufwand muss hierbei im Rahmen der Planung konkretisiert und entsprechende Wartungs- und Erhaltungskonzepte entwickelt werden. Zudem muss die Dauerhaftigkeit der Konstruktion gewährleistet sein.

Arbeitsschutz/Brandschutz

Laut Aussagen der Autobahn GmbH wird davon ausgegangen, dass die beabsichtigten stromführenden Kabel und elektrischen Anlagen an Bestandsbauwerken einer Gefährdungsbeurteilung und Betriebsanweisung bedürfen. Zudem darf von der Konstruktion keine brandschutztechnische Gefahr bzw. die Gefahr eines Stromschlages ausgehen.

3.6 ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Die rechtlichen und planerischen Anforderungen werden in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt und im Hinblick auf die Relevanz des Projektes eingeschätzt und bewertet.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Tabelle 3 Zusammenfassung Anforderungen

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Baugesetzbuch (BauGB)	Die Projektierung von PVA entlang von Autobahnen ist gem. § 35 Abs. 1 Nr. 8 b BauGB als privilegiertes Verfahren zu beurteilen: „Im Außenbereich ist ein Vorhaben nur zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen, die ausreichende Erschließung gesichert ist und wenn es der Nutzung solarer Strahlungsenergie dient auf einer Fläche längs von Autobahnen und in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn.“	Die Privilegierung gem. § 35 Abs. 1 Nr. 8 b BauGB hat grundsätzlich zur Folge, dass ein Bebauungsplan zur Genehmigungsfähigkeit von PVA entlang von Autobahnen im Allgemeinen nicht mehr zwingend erforderlich ist.	Gering - Im Allgemeinen kein Ausschlusskriterium zur Projektierung von PVA, sofern allgemeine Regelungen des BauGB bei privilegierten Vorhaben Anwendung finden.
Bauordnung NRW (BauO NRW)	Gemäß § 62 Abs. 1 Nr. 3 BauO NRW gelten großflächige PVA entlang von Autobahnen nicht als genehmigungsfreie Vorhaben. „Verfahrensfrei sind folgende Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien: b) gebäudeunabhängige Solaranlagen mit einer Höhe bis zu 3 m und einer Gesamtlänge je Grundstücksgrenze bis zu 9 m, e) Photovoltaikanlagen auf Kranstellflächen von Windenergieanlagen“	Es ist grundsätzlich eine Genehmigung zur Projektierung von PVA gemäß den Vorschriften zur Baugenehmigung der BauO NRW erforderlich.	Gering - Grundsätzlich keine Wesentlichen Ausschlusskriterien erkenntlich. Es ist das Durchlaufen eines Baugenehmigungsprozesses für die Anlage erforderlich.
Landesnaturschutzgesetz NRW (LNatSchG NRW)	Maßgaben des Landesnaturschutzgesetzes wurden im Rahmen der Planfeststellung überprüft und angewandt. Regelungsinhalte sind plangrafisch verortet.	Sofern eine Projektierung im Rahmen von Ausgleichs- oder Schutzflächen durchgeführt werden soll, ist eine individuelle Prüfung erforderlich.	Hoch - Wenn eine anderweitige Nutzung für Schutz- oder Ausgleichsfläche geplant ist, darf die Nutzung diesem Zweck der Fläche und den Ausgleichszielen grundsätzlich nicht entgegenstehen. Die Einordnung der Schutzbedürftigkeit der Flächen erfolgt in Kapitel 4.3.1
Planfeststellung A44n	Wesentliche Maßgaben wurden plangrafisch und textlich im Rahmen des Planfeststellungsbeschlusses rechtlich fixiert.	Eine Projektierung von PVA richtet sich anhand der rechtlich fixierten Aussagen der Planfeststellung. Durch die Planfeststellung werden konkrete Einschränkungen getroffen.	Mittel - Die Projektierung von PVA darf Regelungsinhalten grundsätzlich nicht entgegenstehen. Aufgrund von Ausgleichs- und Schutzmaßnahmen werden klare Bereiche differenziert, in welchen keine Projektierung möglich ist (s. Kap. 4.3.1). Aufgrund des durchgeführten Planfeststellungsverfahrens für den Autobahnbereich ist für das Genehmigungsverfahren von PVA im Allgemeinen die Bezirksregierung Köln zuständig

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Bundesfernstraßen – Materiell bauliche Anforderung	Laut § 4 S.1 FStrG haben die Straßenbaulauträger dafür einzustehen, dass ihre Bauten allen Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen.	Die entsprechende Anforderung ist umzusetzen. Zudem sei hier auf eine grundsätzlich notwendige Bauwerksprüfung nach DIN 1076 hingewiesen.	Hoch - Die Vorgaben im Rahmen der Projektierung und in der Planung sind entsprechend zu berücksichtigen.
Bundesfernstraßen – Bauliche Anlagen	<p>In §9 Abs. 2c des Bundesfernstraßengesetz wird folgendes geregelt:</p> <p>Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 und Absatz 2 gelten nicht für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie. Die oberste Landesstraßenbaubehörde oder, soweit dem Bund die Verwaltung einer Bundesfernstraße zusteht, das Fernstraßen-Bundesamt ist im Genehmigungsverfahren für eine Anlage nach Satz 1 zu beteiligen, wenn eine solche Anlage längs einer Bundesautobahn in Entfernung bis zu 100 Meter oder längs einer Bundesstraße außerhalb der zur Erschließung der anliegenden Grundstücke bestimmten Teile der Ortsdurchfahrten bis zu 40 Meter, jeweils gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, errichtet oder erheblich geändert werden soll. Bedarf eine Anlage nach Satz 1 keiner Genehmigung, hat der Vorhabenträger das Vorhaben vor Baubeginn bei der jeweils zuständigen Behörde nach Satz 2 anzuzeigen. Bei der Genehmigung, der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage nach Satz 1 sind die in Absatz 3 und in § 2 des Erneuerbare-Energien-Gesetzes genannten Belange zu beachten.</p> <p>Somit können grundsätzlich PVA von den Anbauverböten befreit werden.</p>	Es kann festgehalten werden, dass durch die Änderungen des EEG und Änderungen des Bundesfernstraßengesetz nun grundsätzlich Solaranlagen und damit auch PVA auf Böschungen, Windschutzanlagen und Lärmschutzwände entlang der Autobahn errichtet werden könnten.	Mittel – Vorgaben führen nichts zum Ausschluss. Grundsätzlich können PVA unter Berücksichtigung der Vorgaben lt. FStrG errichtet werden.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Energie – Besondere Bedeutung erneuerbarer Energien	Aufgrund der Änderung des § 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) liegen die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien im überragenden öffentlichen Interesse. Die erneuerbaren Energien sollen als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. Hinsichtlich der Errichtung von Solaranlagen in der Anbauverbotszone wurden daher Privilegierungen ermöglicht, so dass die Inanspruchnahme der 40-Meter-Anbauverbotszone, gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn, bei einer Vielzahl von Vorhaben denkbar wäre.	Für den Bau von F-PVA in der Verbotszone sind entsprechende Ausnahmegenehmigungen notwendig.	Mittel - Auf Grund der Privilegierung sind grundsätzlich Genehmigungen möglich, aber im allgemeinen kein Ausschlusskriterium für die Projektierung der Flächen.
Energie – Pflicht zur Ausschreibung	Laut EEG § 22 Abs. 3 sind PVA mit weniger als 1 MW Nennleistung und 6 MW bei Bürgerenergiegesellschaften von der Pflicht zur Ausschreibung befreit. Die entsprechenden Ausschreibungsvolumen sind in § 28 EEG festgehalten. Alle anderen Anlagen müssen an der Ausschreibung nach EEG teilnehmen. Alternativ wäre eine EEG unabhängige Projektierung nach der sonstigen Direktvermarktung möglich.	Insbesondere Einfluss auf das Betreibermodell und die Wirtschaftlichkeit von besonderen Anlagen.	Gering - Grundsätzlich kein Ausschlusskriterium. Ist im Rahmen der Betreibermodelle entsprechend zu berücksichtigen.
Energie – Segmentierung	Nach dem Erneuerbaren Energien Gesetz findet für Photovoltaikanlagen die Einteilung in unterschiedlichen Segmenten statt. Dies hat wesentlichen Einfluss auf die Vergütung und den Betrieb der Anlage. Zu welchem Segment die unterschiedlichen Solaranlagen gehören, ist insbesondere durch den § 3 EEG definiert.	Insbesondere Einfluss auf das Betreibermodell und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen.	Mittel - Die Einteilung in Segmente hat keinen Einfluss auf den Ausschluss der Flächen. Art und Höhe der Vergütung der jeweiligen Anlagen wird im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berücksichtigt.
Energie – Strom aus mehreren Anlagen	Neben der Einteilung der PVA in entsprechende Segmente, ist ebenfalls die Anlagengröße relevant. Der Zahlungsanspruch für Strom aus mehreren Anlagen ist in § 24 geregelt worden.	Insbesondere Einfluss auf das Betreibermodell und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen.	Mittel - Die betrachtete Anlagengröße und der Einfluss auf die Vermarktungsmöglichkeiten findet im Kapitel der Betreibermodelle sowie der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anwendung.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Energie – vor Ort Versorgung / Direktlieferung	Bei einer Eigenversorgung vor Ort sind Reduzierungen der Netzentgelte, KWKG-Zuschlag, AbLaV, Konzessionsabgabe, Offshore Netzumlage, EEG-Umlage (Aktuell 0 ct/kWh) und ggf. Stromsteuer möglich. Hierfür muss eine Personenidentität zwischen Anlagenbetreiber und Stromverbraucher vorliegen und der räumliche Zusammenhang berücksichtigt werden.	Insbesondere Einfluss auf das Betreibermodell und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen.	Gering - Grundsätzlich kein Ausschlusskriterium. Ist im Rahmen der Betreibermodelle entsprechend zu berücksichtigen.
Technische Anforderung – Statik	Der Einsatz von PV-Modulen auf und an der Lärmschutzwand erfordert Kenntnisse über die Tragfähigkeit der Baukonstruktion. Es muss neben dem Eigengewicht der PV-Module auch die erhöhte dynamische Last durch die Einwirkung von Wind berücksichtigt werden. Das ist besonders relevant, um Gefahren für die Nutzer der Autobahn sowie technische Ausfälle zu vermeiden.	Die Tragfähigkeit der PVA insbesondere auf den Lärmschutzwänden muss durch entsprechende Lastreserven gewährleistet werden. Da es sich bei den Freiflächen- und Windschutzanlagen um neu gebaute Anlagen handelt, kann dies entsprechend bei der Konstruktion berücksichtigt werden.	Hoch - Sollten die Lastreserven an den Bestandslärmschutzwänden nicht ausreichen, führt dies grundsätzlich zum Ausschluss der Flächen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird für die jeweils betrachtete Technologie inkl. Montagesystem und auf Grundlage der durch die Autobahn GmbH zur Verfügung gestellte Daten eine Ersteinschätzung über die Machbarkeit im Hinblick auf die Statik gegeben. Hier sei auf das Kapitel 4.2 verwiesen.
Technische Anforderung – Schallschutz	Auch der Schallschutz ist Teil des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und soll vor schädlichen Umwelteinwirkungen schützen. Der Einsatz von Photovoltaik an Bestands-Lärmschutzwänden kann grundsätzlich zu Veränderungen der Schallschutzwirkung führen.	Der Einsatz der Photovoltaik an oder auf der Lärmschutzwand muss bezüglich der schallreflektierenden Wirkung von PV-Modulen untersucht werden. Hier sind entsprechende Gutachten grundsätzlich nötig.	Hoch - Die Nichterfüllung der Schallschutzanforderung kann grundsätzlich zum Ausschluss der Verwendung von PVA führen. Daher wird im Rahmen der Auswahl der Technologien die Schallschutzeigenschaft als wesentliches Kriterium berücksichtigt.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Technische Anforderung – Blendwirkung	Hinsichtlich der Blendwirkung durch PVA an Straßen-, Bahn- und Flugverkehrsflächen bestehen keine Normen, Vorschriften oder Richtlinien. Aus Verkehrssicherheitsgründen muss in der Regel jegliche Beeinträchtigung durch Blendung vermieden werden. Als Grundlage zur Beurteilung wird in vielen Gutachten der „Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PVA“ sowie die Richtlinie „Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtemissionen herangezogen.	Zur Bewertung der Blendeigenschaften sind entsprechende Blendgutachten notwendig.	Hoch - Im Hinblick auf bereits zahlreiche Referenzprojekte von neu errichteten Anlagen (vgl. Kapitel 0) erscheint eine Vermeidung einer Blendwirkung durch entsprechende technische Maßnahmen möglich. Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass zur Bewertung der Blendwirkung ein Blendgutachten notwendig ist.
Technische Anforderung – Ausrichtung / Neigung	Die Erträge von PVA werden neben zellspezifischen Eigenschaften insbesondere durch die Ausrichtung (Azimut) und den gewählten Neigungswinkel (Slope) beeinflusst.	Da insbesondere die Flächen des Projektgebietes unterschiedliche Ausrichtungen aufweisen, werden die Erträge je Abschnitt unterschiedlich stark ausfallen.	Mittel - Zur Bewertung der Ausrichtung werden die Abschnitte in verschiedene Erträge unterteilt. Geringe Erträge pro kWp führen zu einer verminderten Wirtschaftlichkeit der Anlagen.
Technische Anforderung – Verschattung	Es gibt verschiedene Verschattungsarten, die Einfluss auf den Ertrag der Anlagen haben können. Hierzu kann im Wesentlichen unterschieden werden zwischen der Verschattung durch Verschmutzung, Eigenverschattung oder standortbedingter PV-Verschattung durch angrenzende Bepflanzungen, Gebäude oder Fahrzeuge. Durch die Verschattung von Modulen können die Erträge des Moduls deutlich reduziert werden.	Verschattungen haben einen hohen Einfluss auf den Ertrag und die Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Daher werden im Rahmen der Ertragsberechnung nicht zu korrigierende Verschattungen berücksichtigt.	Mittel - Im Rahmen der Ertragsberechnung werden insbesondere die standortbedingten PV-Verschattungen berücksichtigt und die Erträge entsprechend reduziert angenommen. Zum Entgegenwirken von verschmutzten Modulen, sind entsprechende Wartungs- und Reinigungsarbeiten vorzusehen. Diese werden in den Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten entsprechend berücksichtigt.
Technische Anforderungen – Netzanschluss und Netzanschlusspunkt	Die Technischen Anschlussbedingungen konkretisieren die allgemein anerkannten Regeln der Technik und gelten für Neuanschlüsse und vorhandene Anschlüsse an Verteilnetze. PVA, die an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen werden, müssen diese Anforderungen erfüllen. Der Punkt, an dem PVA an das Netz angeschlossen werden (Netzanschlusspunkt), wird vom Netzbetreiber festgelegt.	Die Festlegung des Netzanschlusspunktes ist ein wichtiges Kriterium zur wirtschaftlichen Darstellbarkeit eines Projektes.	Hoch - Der Netzanschlusspunkt ist für den Betrieb der PVA zwingend erforderlich. Im Zuge der Ausführungsplanung ist mit dem/den zuständigen/n Netzbetreiber/n der technisch und wirtschaftlich günstigste Anschlusspunkt zu ermitteln.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Sonstige Anforderungen – Wirtschaftliche Tätigkeit Autobahn GmbH / Betrieb gewerblicher Art	Die Autobahn GmbH ist ein öffentliches Unternehmen, welches privatrechtlich organisiert ist. Laut des Jahresbeschlusses und Lageberichtes vom 31.12.2019 gilt die Autobahn GmbH in steuerrechtlicher Hinsicht als „juristische Person des öffentlichen Rechts“ und wird daher als „nicht steuerpflichtig“ anerkannt. Wenn eine juristische Person des öffentlichen Rechts eine Tätigkeit ausführt, die einer kommerziellen Tätigkeit ähnelt, wird dies als gewerblicher Betrieb bezeichnet. Jede Einrichtung, die von einer juristischen Person des öffentlichen Rechts zur nachhaltigen Einnahmenerzielung unterhalten wird, gilt als gewerblicher Betrieb. Die wirtschaftliche Aktivität muss für die juristische Person des öffentlichen Rechts in Bezug auf ihre Gesamttätigkeit bedeutend sein.	Die Festlegung der Betreiberrolle ist ein wichtiges Kriterium bei der zukünftigen Projektierung der Solarautobahn. Zudem wird beim Eigenbetrieb als auch bei der Verpachtung der PVA eine wirtschaftliche Tätigkeit ausgeübt. Diesbezüglich ist die Autobahn GmbH beschränkt.	Hoch - Inwieweit bzw. in welchem Umfang die Autobahn GmbH als Betreiber von PVA oder als Verpächter von Flächen für solche Betreiber als öffentliches Unternehmen wirtschaftlich agieren darf, bzw. wann sie in steuerrechtlicher Hinsicht nicht mehr als „juristische Person des öffentlichen Rechts“ angesehen werden kann, ist eine Fragestellung, die nur unter vertiefter rechtlicher Bewertung beantwortet werden kann. Wir empfehlen Ihnen diesbezüglich die Einholung von Rechtsrat durch eine qualifizierte anwaltliche Beratung.
Sonstige Anforderungen – Windschutzgutachten	Das Fraunhofer IWES wurde durch die Autobahn GmbH beauftragt eine Analyse der Windverhältnisse bei Unfällen auf der A44 im Raum Garzweiler durchzuführen und Möglichkeiten der Veränderungen darzustellen und zu erläutern. Der Abschlussbericht zu dieser Studie wurde im März 2024 veröffentlicht. Es wird empfohlen entlang der A44 hohe Windschutzwände zu errichten.	Die Notwendigkeit von Windschutzanlagen hat erheblichen positiven Einfluss auf das Projekt. Hierdurch stehen zahlreiche potentielle Flächen zur Verwendung für PV zur Verfügung	Hoch - PV-Anlagen an Windschutzwänden werden in der Studie berücksichtigt. Es wird eine Mindesthöhe von 4m angenommen.
Sonstige Anforderung – Diebstahl und Vandalismus (Sicherheitskonzept)	Das Sicherheitskonzept bewertet das Risiko von Diebstahl, Sabotage und Vandalismus. Daraufhin werden geeignete organisatorische, bauliche und technische Maßnahmen definiert. Maßnahmen können sein: <ul style="list-style-type: none"> - Wachdienst - Zaun - Kameras - Sensoren 	Das Sicherheitskonzept und die Absicherungsmaßnahmen haben insbesondere Einfluss auf den späteren Betrieb der PV-Anlage. Die Notwendigkeit ergibt sich aus einer im Rahmen der Planung zu empfehlenden Risikoanalyse.	Mittel - Grundsätzlich sind PVA durch Diebstahl oder Vandalismus, z.B. Graffiti, gefährdet. Nicht ausreichender Schutz kann zu erheblichem Schaden führen oder den Ausfall der PV-Anlage verursachen.

ZUSAMMENFASSUNG / ZWISCHENFAZIT

Anforderungen	Beschreibung	Einfluss auf das Projekt	Relevanz / Ausschlusskriterium
Sonstige Anforderungen – Entwässerung & Versickerung	Die Entwässerung von Autobahnen zielt darauf ab, das Oberflächenwasser effizient abzuleiten, um die Straßenoberfläche trocken zu halten und die Sicherheit zu gewährleisten. Hierfür befinden sich entlang der Autobahn, unterhalb der Böschungen, entsprechende Versickerungsgräben, die das Wasser zu einer Regenwasserbehandlungsanlage führen.	Oberhalb der Kanäle werden PVA vorgesehen, die nach jetziger Einschätzung keinen negativen Einfluss auf die Entwässerungsfunktion haben.	Mittel - Im Rahmen der Ertragsberechnung werden entsprechende Abstände berücksichtigt.
Weitere Normen, Bestimmungen, Hinweise	Hier wurden erste Hinweise zu folgenden Normen und Bestimmungen auf Grundlage einer Eigenrecherche sowie der Informationen der Autobahn GmbH und zu Informationen, die sich aus dem Austausch mit der Autobahn GmbH ergeben haben, gegeben: <ul style="list-style-type: none"> - Bauprodukte und Bauarten - VDE-Bestimmungen und Normen - Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regelwerke - Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Prüffähigkeit nach 1076 - Arbeitsschutz/Brandschutz 	Bei den Regelungen handelt es sich um Vorgaben, die insbesondere in der Planung berücksichtigt werden sollten.	Mittel - Die dort enthaltenen Bestimmungen sind im Rahmen der Planung zu beachten, führen im aktuellen Projektstand nicht zum Ausschluss.

4 ENTWICKLUNG EINES KONZEPTIONELLEN ANSATZES UNTER EINBEZIEHUNG INNOVATIVER ANSÄTZE

Die Entwicklung von konzeptionellen Ansätzen ist ein Themenfeld, das die Gestaltung zukunftsorientierter Lösungen in verschiedensten Bereichen ermöglicht. Dieses Kapitel befasst sich mit der Entwicklung eines solchen Ansatzes zur Idee der Solarautobahn. Dieser konzeptionelle Ansatz ist wichtig, da er als Leitfaden für die Umsetzung der Idee und etwaiger Strategien dient. Er soll es ermöglichen, die Idee und letztendlich ein Konzept in eine praktische Maßnahme zu überführen.

4.1 EINTEILUNG IN ABSCHNITTE

Zur detaillierten technischen Bewertung, aber auch auf Grund unterschiedlicher Flächen, Ausrichtungen, Schutzbedürftigkeiten und Verschattungssituationen, wird das Projektgebiet, wie in Abbildung 3 dargestellt in unterschiedliche Teilbereiche unterteilt.

Für den **Abschnitt A44n** ergeben sich **22 Teilabschnitte**, die je nach Autobahnseite in A und B aufgeteilt wurden. Für die jeweiligen Anlagen auf Böschungen als auch auf den Windschutzwänden wurden Flächen, Ausrichtung und Verschattungssituationen auf Grundlage von Luftbildern, GIS-Daten, dem topografischen Modell sowie Befahrungsergebnissen ermittelt.

Für den **Abschnitt A46** ergeben sich **insgesamt 20 Teilabschnitte**, die abhängig von der Positionierung rechts- bzw. linksseitig des Autobahnkreuz Holz in C und D aufgeteilt wurden. Betrachtet werden nur die Lärmschutzwände und Böschungen auf der nördlichen Seite der A46. Für die jeweiligen Anlagen an den Lärmschutzwänden wurden Flächen, Ausrichtung und Verschattungssituationen auf Grundlage von Luftbildern, Geoinformationssystemen, 3D-Messungen und Befahrungsergebnissen ermittelt.

Für den **Abschnitt A44 Dreieck Jackerath** ergeben sich **insgesamt 8 Teilabschnitte J**, die rechts- und linksseitig bzw. nord- und südseitig des Autobahnkreuz Jackerath platziert werden, wobei sich Teilabschnitt J1 und J2 auf unterschiedliche Seiten des selben Walls der nördlichen Fahrbahnseite beziehen.

EINTEILUNG IN ABSCHNITTE

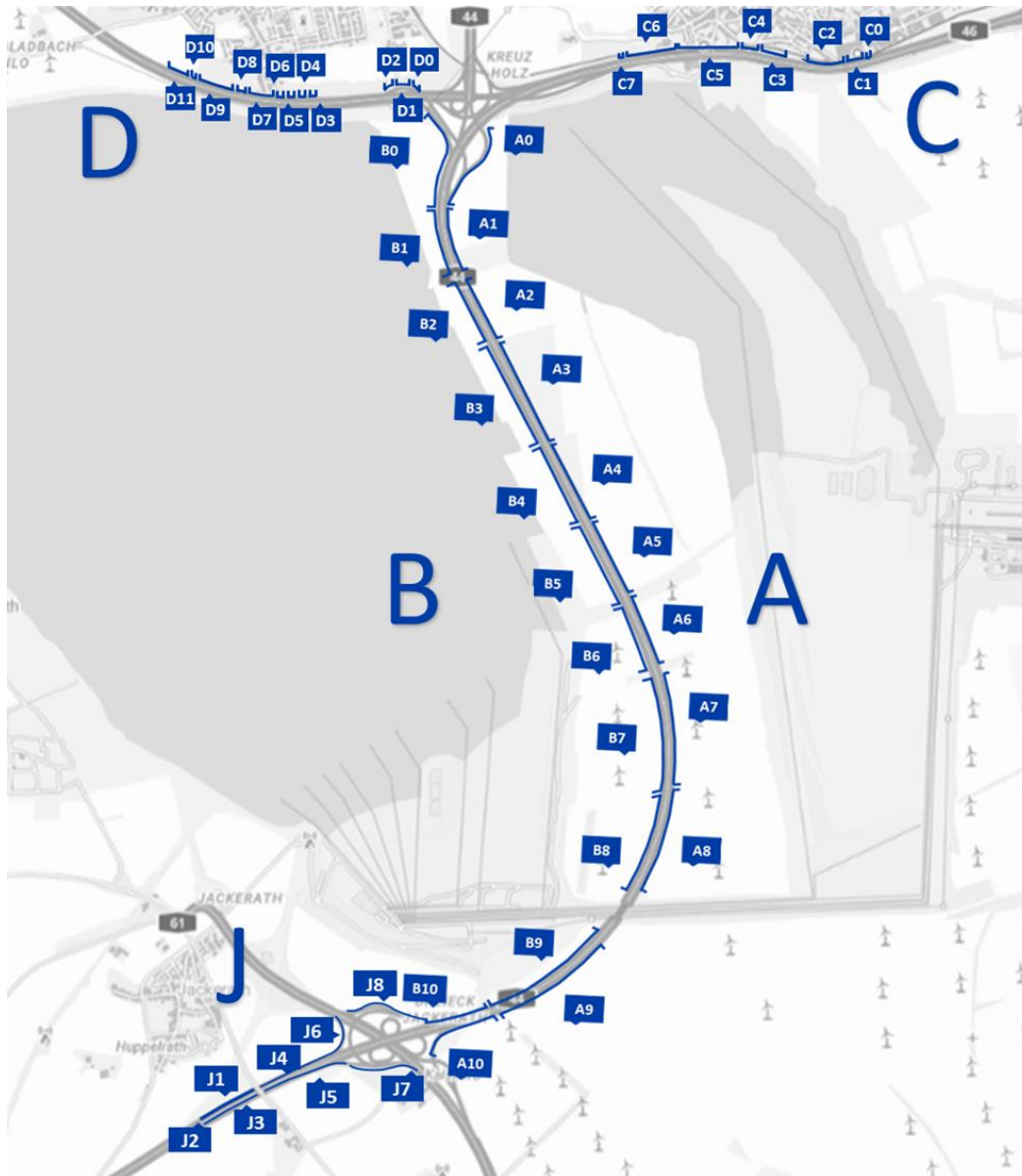


Abbildung 3 Aufteilung in Teilbereiche (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

4.2 IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

Die Identifizierung geeigneter Technologien erfordert eine genaue Analyse der Situation und Gegebenheiten. Dafür wurden Bestandsunterlagen und vorangegangene Studien ausgewertet. Außerdem hat eine Befahrung des Projektgebiets stattgefunden. Darüber hinaus wurden Referenzprojekte und deren Beteiligte recherchiert.

4.2.1 PVA AUF UND AN LÄRMSCHUTZWÄNDEN

Mit Beginn der Studie wurde untersucht, welche Arten von Montage an und auf Lärmschutzwänden möglich oder erprobt sind. Bereits im Jahr 1989 wurde eine der ersten Photovoltaikanlagen auf einer Lärmschutzwand in Chur (Schweiz) errichtet. Das Projekt hatte damals schon Pioniercharakter, sodass in den folgenden Jahren, bis heute, die Lösungen zur Nachrüstung und Integration von Photovoltaik an Lärmschutzwänden weiterentwickelt wurden. Dies zeigen Referenzen aus den Niederlanden und Deutschland. 2018 wurde bei Uden (NL) eine solare Lärm- und Windschutzwand errichtet. Im Jahr 2019 entstand an der A3 bei Aschaffenburg eine ca. 890 Meter lange Lärmschutzwand mit integrierten Photovoltaikmodulen. Davon kann abgeleitet werden, dass der Markt grundsätzlich über eine Auswahl geeigneter Lösungen verfügt. Häufig handelt es sich bei den Lärmschutzwänden jedoch um neu errichtete (oder wenige Jahre alte) Lärmschutzwände. Es galt also weiterhin zu untersuchen, inwieweit sich diese Lösungen auch zur Nachrüstung an bestehenden Lärmschutzwänden eignen.

Zur Nachrüstung an bestehenden Lärmschutzwänden wurden drei mögliche Varianten identifiziert:

1. Aufgesetzt

Hierbei werden die Photovoltaikmodule schräg auf der Lärmschutzwand aufgesetzt. Diese Montageart eignet sich insbesondere für die Nachrüstung von Photovoltaik auf bestehenden Lärmschutzwänden und wurde schon mehrfach umgesetzt.

2. Kassetten

In dieser Variante werden die Photovoltaikmodule direkt auf den Lärmschutzkassetten angebracht. Durch die optimale Neigung der Montagefläche für die Photovoltaikmodule lassen sich vergleichsweise gute Erträge erzielen. Die nach unten abgewinkelte Seite ist dabei meist lärmabsorbierend aufgebaut. Je nach Bauweise der Lärmschutzwand kann diese Lösung zur Nachrüstung oder im Austausch installiert werden.

3. Senkrecht (Vorgesetzt oder Bifazial)

Dabei handelt es sich um eine Technologie, die die Integration oder Nachrüstung von Photovoltaik auch auf Autobahnen mit einem Nord-Süd-Verlauf erlaubt. Die Lärmschutzwand wird dabei mit Standard-Modulen nachgerüstet (einfache senkrechte Montage auf die Lärmschutzmodule) oder es werden bifaziale Module in die Lärmschutzmodule integriert. Bifaziale Module absorbieren die UV-Strahlung auf der Vorder- und Rückseite und generieren so einen höheren Ertrag als Standard-Module.

Referenzen zeigen, dass Projekte dieser Art in Deutschland selten sind. In Österreich hingegen hat die Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFiNAG) in Kooperation mit dem Klimaschutzministerium (BMK) und der IÖB, der Servicestelle für innovationsfördernde öffentliche Beschaffung, neue innovative Möglichkeiten

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

getestet, Lärmschutz mit Energiegewinnung zu kombinieren. Aus diesem Pilot- und Testprojekt der ASFINAG konnten innovative Lösungen identifiziert werden, die für die oben aufgeführten Varianten geeignet und verfügbar sind: [APA, 2021]

- A. Bei dem Produkt „FONOCON Silent Solar“ des österreichischen Herstellers Forster Metallbau GmbH handelt es sich um eine Kombination aus Lärmschutzelement und einem mechanisch und funktional inkludierten Photovoltaikmodul. Das Lärmschutzelement ist einfach zu montieren und hat auf Grund der absorbierenden Oberfläche eine abschirmende Wirkung. Es werden keine zusätzlichen Flächen benötigt und es ist mit allen gängigen Photovoltaikmodulen kompatibel. Die Verkabelung erfolgt innerhalb des Elements mit Hilfe von integrierten Kabeltrassen. Aufgrund der Bauweise eignet sich dieses Produkt sowohl für die Variante 1 (aufgesetzt; mittels Pfostenverlängerung) als auch für die Variante 2 (Kassette). Letztere Montage ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn der Lärmschutz zwischen zwei Pfosten auch aus mehreren Modulen besteht und diese entsprechend getauscht werden können.



Abbildung 4 Fonocon „Silent Solar“ von Forster; links: Produkt rechts: Referenz (Quelle: Colberg & Fordert GmbH, 2024)

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

- B. Der Hersteller DAS Energy aus Wiener Neustadt, Österreich ist selbsternannter Experte für leichte und flexible Photovoltaik. Sein Universal Projektmodul besteht, anstatt aus Glas und Aluminiumrahmen, aus glasfaserverstärktem Kunststoff [Colberg & Fordert GmbH, 2024]. Das macht es leichter, dünner und flexibler als herkömmliche Solarmodule. Insgesamt kommt es auf ein Flächengewicht von nur 3,3 kg/m². Aufgrund dieser Eigenschaft und der Flexibilität in der Montage eignet sich dieses Modul für die Nachrüstung gemäß Variante 3. Die Module können dabei grundsätzlich auf dem bestehenden Lärmschutz verklebt, verschraubt oder vernietet werden.



Abbildung 5 Projektmodul von DAS Energy; links: Produkt, rechts: Referenz (Quelle: Das Energy Ltd., 2024)

- C. Eine weitere Lösung bietet das Unternehmen Fortuna Solar eG, ebenfalls aus Österreich, das an dieser Stelle als Entwickler und Errichter auftritt. Mit der Lösung von Fortuna Solar eG werden die bestehenden Lärmschutzmodule gegen fertig an den Einsatzort gelieferte Modulfelder getauscht [Fortuna Solar EG, 2024]. Die bestehenden Sockel oder Pfosten werden dabei nicht verändert. Dieses Produkt ist auf verschiedene Lärmschutzwände und PV-Module anpassbar. Fortuna Solar eG verwendet standardmäßig bifaziale Module. Die Aufrechterhaltung des Lärmschutzes wird durch eine geschlossene Konstruktion gewährleistet. Dieses Produkt zeichnet sich nach Angaben des Herstellers vor allem durch seine schnelle und einfache Montage aus, da die bestehenden Lärmschutzmodule, wie beschrieben, nur getauscht werden. Auch hier erfolgt aus sicherheitstechnischen und optischen Gründen die Verkabelung innerhalb der Modulfelder.

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN



Abbildung 6 Modulkassetten von Fortuna Solar eG; links: Idee, rechts: Referenz (Quelle: Fortuna Solar, 2021)

Es galt nun die identifizierten Lösungen für die Varianten hinsichtlich der Projektsituation zu bewerten. Ziel war es herauszufinden, welche der ermittelten Lösungen für die Umsetzung empfohlen werden können. Hierbei geht es vorwiegend um die Auswirkungen auf die Statik und den Lärmschutz der bestehenden Lärmschutzwände. Darüber hinaus sind Betrieb und Wartung der Lärmschutzwände und der PVA entscheidende Faktoren. Bewertungsgrundlage sind Erfahrungswerte, Experteninterviews sowie Erkenntnisse aus Gesprächen mit den Herstellern. Die Bewertungen sind ausführlicher in Tabelle 4 dargestellt.

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

Variante	Produkt	Kosten pro kWp (ca.)	Simulierter Ertrag	Betrieb & Wartung in Bezug auf die Zugänglichkeit der Komponenten	Auswirkung auf die Statik bestehender LSW ¹⁾	Auswirkung auf die Schallschutzeigenschaften bestehender LSW
1 – Aufgesetzt	FONOCON Silent Solar	1.500 €	ca. 250 MWh	Sehr hoch, wenn die Anlage der Fahrbahn zugewandt ist. Auch auf der der Fahrbahn abgewandten Seite noch hoher Aufwand aufgrund der Montageart	Durch das Aufsetzen der Technologie entsteht eine hohe zusätzliche Belastung auf das bestehende System	Keine; gleichbleibend hohe Abschirmwirkung durch hochabsorbierende Oberfläche (ggf. Verbesserung Immissionsschutz)
4 – Kasette	FONOCON Silent Solar	1.500 €, zzgl. notwendiger Austausch des Lärmschutz-Betonmoduls	ca. 250 MWh	Sehr hoch, wenn die Anlage der Fahrbahn zugewandt ist. Auch bei Abwendung von der Fahrbahn noch hoher Aufwand aufgrund der Montageart	Durch den Einbau der Technologie wird die Lärmschutzwand geringfügig höher belastet	Keine; gleichbleibend hohe Abschirmwirkung durch hochabsorbierende Oberfläche (ggf. Verbesserung Immissionsschutz)
6 – Senkrecht [Standard]	DAS Energy	1.000 €	ca. 1.850 MWh	Erhöhter Aufwand auf der der Fahrbahn zugewandten Seite; auf der Rückseite der LSW geringer Aufwand	Vernachlässigbar, da geklebt	Geringe negative Auswirkungen auf die Abschirmung, da die Module senkrecht angebracht werden und eine raue Oberfläche vorweisen. ²⁾
6 – Senkrecht [Bifazial]	Fortuna Solar eG	1.500 €	ca. 2.000 MWh	Erhöhter Aufwand auf der der Fahrbahn zugewandten Seite; auf der Rückseite der LSW geringer Aufwand	Keine, da Lärmschutzmodule getauscht werden	Geringe negative Auswirkungen auf den Lärmpegel ⁴⁾

Tabelle 4 Bewertungskriterien

¹⁾ vorbehaltlich einer Statikprüfung

²⁾ Einschätzung D&S, da keine Werte vorliegen

³⁾ basierend auf Erfahrungswerten

⁴⁾ vorbehaltlich eines Schallschutzgutachtens

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

Die Bewertung der Varianten nach Tabelle 4 schafft ein besseres Verständnis der Technologien, lässt aber noch keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Machbarkeit zu. Entscheidend ist letztendlich die Bestandsstatik. Es muss also geprüft werden, ob die Lärmschutzwände statisch zur Nachrüstung von Photovoltaik geeignet sind. Eine Bestandsstatik ist dann geeignet, wenn noch ausreichend Lastreserven vorhanden sind. Ausreichend ist eine Lastreserve dann, wenn das Zusatzgewicht der PVA selbst und der dadurch erhöhten Sog- und Druckkräfte die Lastreserve nicht überschreitet.

Die Autobahn GmbH stellte zur Ermittlung und Überprüfung solcher Lastreserven entsprechende Unterlagen und Informationen zur Bestandsstatik zur Verfügung. Dabei handelt es sich um Baupläne und Auskünfte. Wichtig zu erwähnen ist, dass Lastreserven an Lärmschutzwänden für eine ggf. notwendige Erhöhung des Immissionsschutzes vorgesehen sind. Diese Vorgabe galt es bei der weiteren Bewertung zu berücksichtigen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nicht für jede Lärmschutzwand jede der drei Varianten verwendet werden kann. Stattdessen muss in der Realisierung in Abhängigkeit der Statik die richtige Variante gewählt werden. Ein außenseitiges Applizieren von Photovoltaikmodulen über Verklebung und/oder eine leichte Unterkonstruktion ist dabei eher unproblematisch (Variante 3 „Standard“). Ebenso kann der Austausch von Wandelementen durch Photovoltaikmodule (Variante 3 „Bifazial“) zwischen den Tragpfosten als unkritisch bewertet werden. Wenn der Lärmschutz zwischen zwei Pfosten aus mehreren „Modulen“ besteht und sich das oberste „Modul“ gegen eine „PV-Kassette“ (Variante 2) tauschen lässt, bestehen aus statischer Sicht ebenfalls keine Bedenken. Dies betrifft allerdings nur die Lärmschutzwände in den Teilabschnitten D 6 und D 10. Bei diesen Teilabschnitten handelt es sich um Brücken. Dazu ist anzumerken, dass das oberste „Modul“ dieser Lärmschutzwände aus Glasscheiben besteht und die Pfosten nicht bis oben durchgezogen sind. Der Austausch bestehender Lärmschutzmodule respektive der Glasscheiben gegen die „PV-Kassette“ kann aus diesem Grund als unpraktikabel angesehen werden. Die Nachrüstung in der aufgesetzten Variante (Variante 1) ist nur unter der Voraussetzung möglich, dass eine vorgehaltene Erhöhung einer Lärmschutzwand noch nicht ausgeführt ist. Mit Veröffentlichung dieser Machbarkeitsstudie trifft dies in begrenztem Umfang auf Abschnitt D zu. Die Lärmschutzwände, an denen die Aufstockung bereits durchgeführt wurde, liegen bei nahezu 100 % Ausnutzung. In diesem Fall ist eine weitere Laststeigerung nicht zu empfehlen. Letztendlich steht diese Bewertung unter dem Vorbehalt eines Tragsicherheitsnachweises für die Lärmschutzwände, der in der Umsetzungsphase auf Basis einer Systemstatik eines Herstellers zu erbringen ist.

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

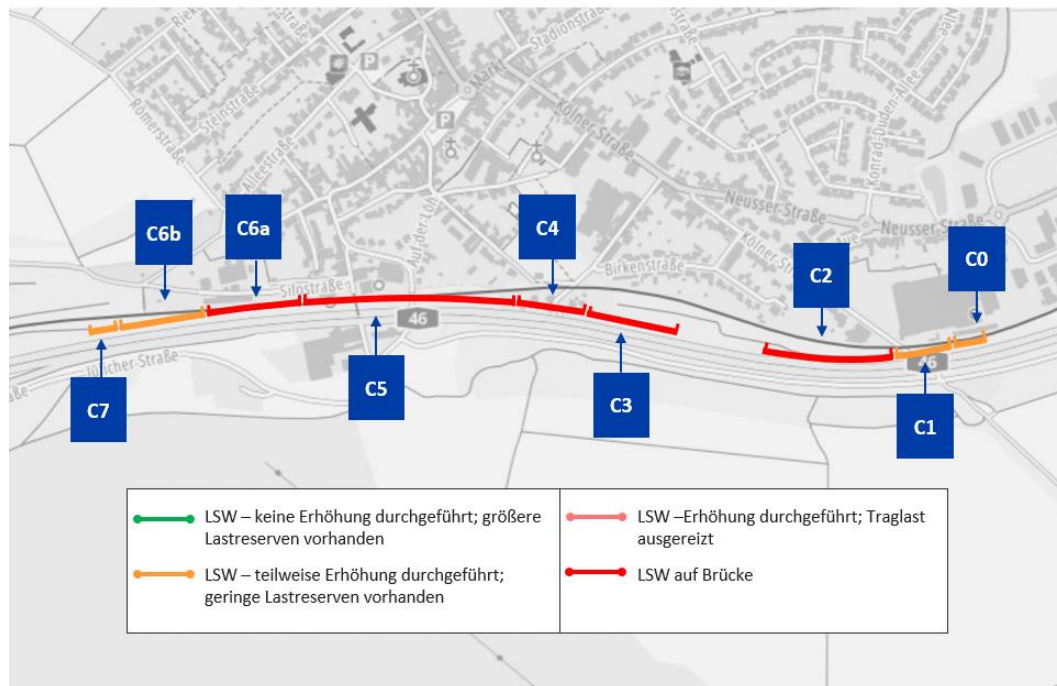


Abbildung 7 Traglast Lärmschutzwände Abschnitt C (Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

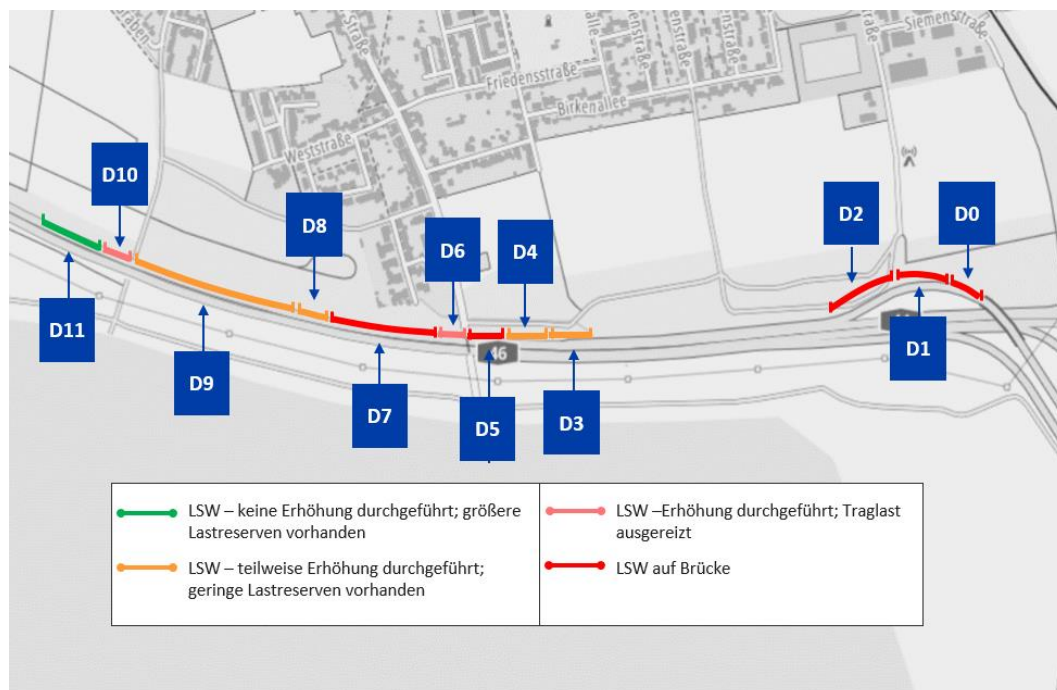


Abbildung 8 Traglast Lärmschutzwände Abschnitt D (Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

Darüber hinaus ist entscheidend, ob die Lärmschutzwand nur eine abschirmende oder auch eine absorbierende Wirkung zur Erzielung des Lärmschutzes erfüllen muss. Ist eine abschirmende Wirkung zu gewährleisten, ist die Veränderung der abschirmenden Eigenschaften bei Anbringung von PVA-Anlagen frontal auf Lärmschutzwänden zu vernachlässigen. Ist eine absorbierende Eigenschaft zu erfüllen, muss der Grad der Absorption auch nach Installation der Photovoltaikmodule gewährleistet sein. In diesem Fall sind entsprechende Kompensationsmaßnahmen umzusetzen.

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

Wenn Photovoltaikmodule an oder auf Lärmschutzwänden errichtet werden, sollte auch immer ein Blendgutachten erstellt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass Verkehrsteilnehmer nicht durch Lichtreflexionen gestört werden. Im Rahmen dieser Studie erfolgte die Bewertung auf Basis von Recherchen und eigenen Erfahrungswerten. Dabei kann in Bezug auf die Varianten 1 und 2 angenommen werden, dass aufgrund der Montagehöhe und der Modulneigung kaum bis keine Blendwirkungen von den Photovoltaikmodulen ausgehen. Je nach Ausrichtung der Lärmschutzwand fällt die Bewertung bei Realisierung der Variante 2 anders aus, wobei hier davon ausgegangen werden kann, dass das Produkt B aufgrund seiner Oberflächeneigenschaften weniger Blendwirkungen hervorruft als die Glasmodule in Produkt C. Jedoch kann mit der Auswahl des richtigen Moduls den Blendwirkungen entgegen gewirkt werden. So sind beispielsweise von dem deutschen Unternehmen Luxor Solar GmbH speziell für die Anwendung an Autobahnen, Bahnstrecken oder Flughäfen reflexionsarme Module erhältlich. [Luxor Solar GmbH, 2024]

4.2.2 PVA IN WINDSCHUTZWÄNDEN

Das von der Autobahn GmbH veranlasste Windschutzgutachten empfiehlt die Errichtung von Windschutzwänden entlang der A44n (siehe Kapitel 3.5.2). Die Erkenntnisse zu „Solarwänden“ aus diesem Gutachten bildeten eine gute Grundlage für die Recherche zu verfügbaren und geeigneten Technologien für PVA in Windschutzwänden. Als passende Technologie wurde dazu das Produkt „Kohlhauer Volta“ des Lärmschutzsystem-Herstellers Kohlhauer identifiziert [Kohlhauer, 2023]. Diese Lärmschutzwand, die auch als Windschutzwand eingesetzt werden kann, bietet den Vorteil einer hohen Standardisierung bei allen Elementen. Die Module sind dabei in die Wand integriert. Auch hier kann zwischen Standard und bifazialen Modulen in Abstimmung mit dem Hersteller gewählt werden. Die Blendwirkungen einer solchen Windschutzwand können erst mit dem Bauantrag beurteilt werden (siehe Kapitel 4.2.1).

4.2.3 PVA AUF BÖSCHUNGEN

PVA auf Böschungen sind vergleichbar mit klassischen Freiflächen-PVA. Bei der Technologieauswahl lag der Fokus auf der Unterkonstruktion (Modultische). Diese muss für die Errichtung in der Neigung der Fläche anpassbar sein, damit sie parallel zum Untergrund installiert werden kann. Die Systeme für die einfachen Solarparks erlauben nur einen bestimmten Neigungswinkel. Ideal ist ein flexibles System zur Geländeanpassung, wie es der Hersteller CWF GmbH [CWF GmbH, 2023] anbietet. Die Systeme können auf einem oder zwei Füßen installiert werden und bieten so ausreichend Standsicherheit. Dies zeigt auch eine Referenz aus Fürholzen an der A9 bei München. Dort wurden 621 kWp auf einem Lärmschutzwand installiert. Der Einsatz von PV-Tracking Systemen wird aufgrund der geringen Platzverhältnisse nicht empfohlen.

IDENTIFIZIERUNG VERFÜGBARER UND GEEIGNETER TECHNOLOGIEN

4.2.4 ZWISCHENFAZIT

Es wurden verschiedene Lösungen und Referenzprojekte vorgestellt. Es sind marktreife und erprobte Produkte erhältlich, sodass keine Sonderlösungen oder Entwicklungen notwendig sind. Für die Nachrüstung auf und an Lärmschutzwänden kommen verschiedene Lösungen in Betracht, die je nach technischer Anforderung verwendet werden können. Daher wird im Rahmen der Machbarkeitsstudie von einer Verwendung verschiedener PVA-Technologien ausgegangen. Auch für den Neubau von Windschutzwänden und für den Bau von PVA auf vergleichbaren Freiflächen gibt es bereits erfahrene Hersteller am Markt, sodass die Identifizierung einer geeigneten Technologie ebenfalls erfolgen konnte.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

4.3 FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Zur Konkretisierung der nutzbaren Flächen findet eine Standortanalyse und darauf aufbauend eine Ertragsanalyse statt. Auf Grund unterschiedlicher Flächen, Ausrichtungen und Verschattungssituationen wurden die unterschiedlichen Teilbereiche betrachtet – so auch für die Standortanalyse. Die Flächenermittlung und Erkenntnisse im Hinblick der Ausrichtungs- und Verschattungssituationen basieren auf Daten zur Topografie der RWE Power Aktiengesellschaft, Planfeststellungsunterlagen, Luftbildern, Befahrungsergebnissen sowie Auswertung von Geoinformationssystemen.

4.3.1 RAUMLANERISCHE EINORDNUNG IM MAKROSTANDORT

Das Teilprojekt Solarautobahn bezieht sich auf die vorhandenen Flächen und Bauwerke der Autobahn A44n im Bereich des Tagebaus Garzweiler, in Mitten der Kreise Rhein-Kreis Neuss, Rhein-Erft-Kreis, Kreis Düren, Kreis Heinsberg und Stadt Mönchengladbach. Gleichsam ist Betrachtungsraum der Anschluss der A44n an die A44 im Bereich Kreuz Jackerath.

Durch das Teilstück der A44n wird der Lückenschluss zwischen der A61 und der A46 geschaffen und die nord-südliche Verbindung sichergestellt. Hierdurch wird die Verbindungsachse Düsseldorf – Mönchengladbach – Aachen maßgeblich gestärkt.

Der Betrachtungsbereich ist dabei durch einen Planfeststellungsbeschluss rechtlich definiert und durch ergänzende Konzeptansätze ausdetailliert. Jene werden im weiteren Verlauf dargestellt und die Relevanz zur Umsetzung des Projektes der Solarautobahn eingeordnet.

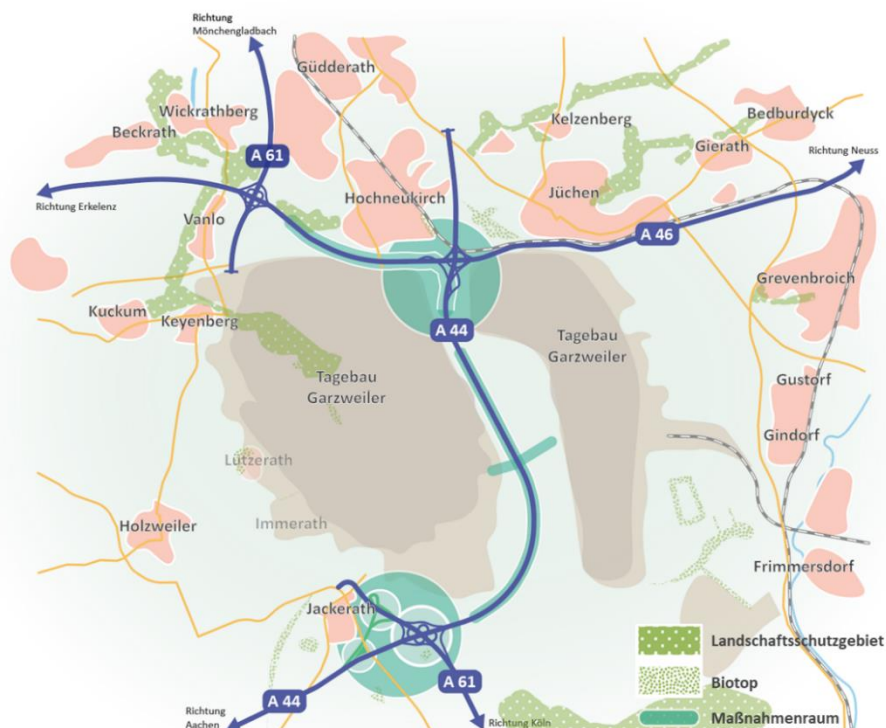


Abbildung 9 Aufteilung in Teilbereiche (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Eine Projektierung von PVA der Solarautobahn ist gem. der Schutzwürdigkeit der Maßnahmen der Planfeststellung im Einzelfall zu beurteilen. Hierzu werden in der beiliegenden Abbildung Maßnahmenräume des Planfeststellungsbeschlusses raumübergreifend verortet.

Hierzu sind im Kontext des Planfeststellungsbeschlusses folgende Maßnahmen integriert, welche in den oben abgebildeten Maßnahmenräumen verortet werden:

- **Ausgleichsmaßnahmen:**
 - Rolle: Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft durch die Schaffung oder Wiederherstellung von ökologisch wertvollem Lebensraum.
 - Bedeutung im Planfeststellungsverfahren: Unverzichtbare Maßnahme zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und zur Minimierung negativer Umweltauswirkungen.

- **Gestaltungsmaßnahmen:**
 - Rolle: Ästhetische und landschaftsgestalterische Maßnahmen, wie die Anpflanzung von Gehölzen und Rasen.
 - Bedeutung im Planfeststellungsverfahren: Tragen zur Integration des Projekts in die Umgebung bei und können die Akzeptanz in der Bevölkerung fördern.

- **Schutzmaßnahmen:**
 - Rolle: Sicherung und Erhalt bestehender Vegetation, des Bodens sowie verantwortungsbewusster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.
 - Bedeutung im Planfeststellungsverfahren: Gewährleistung des Umweltschutzes und Einhaltung von Sicherheitsstandards, was die Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens beeinflusst.

- **Vermeidungs- und Verminderungsaufgabe:**
 - Rolle: Reduzierung der negativen Auswirkungen des Projekts, insbesondere hinsichtlich der Trennwirkung auf bodengebundene Tierarten.
 - Bedeutung im Planfeststellungsverfahren: Erfüllung von Auflagen zur Minimierung ökologischer Beeinträchtigungen, um die Umweltverträglichkeit des Vorhabens sicherzustellen.

Folgend werden die Teilabschnitte betrachtet und einzelnen Maßnahmen des Planfeststellungsbeschlusses hinsichtlich ihrer Relevanz zur Projektierung von PVA eingeordnet.

Im Wesentlichen ist jedoch herauszustellen, dass nur in geringen Teilbereichen die Projektierung von PVA erheblich eingeschränkt wird. In überwiegenden Bereichen der Autobahn sind Projektierungen grundsätzlich möglich und stehen nicht den Maßnahmen des Planfeststellungsbeschlusses entgegen.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

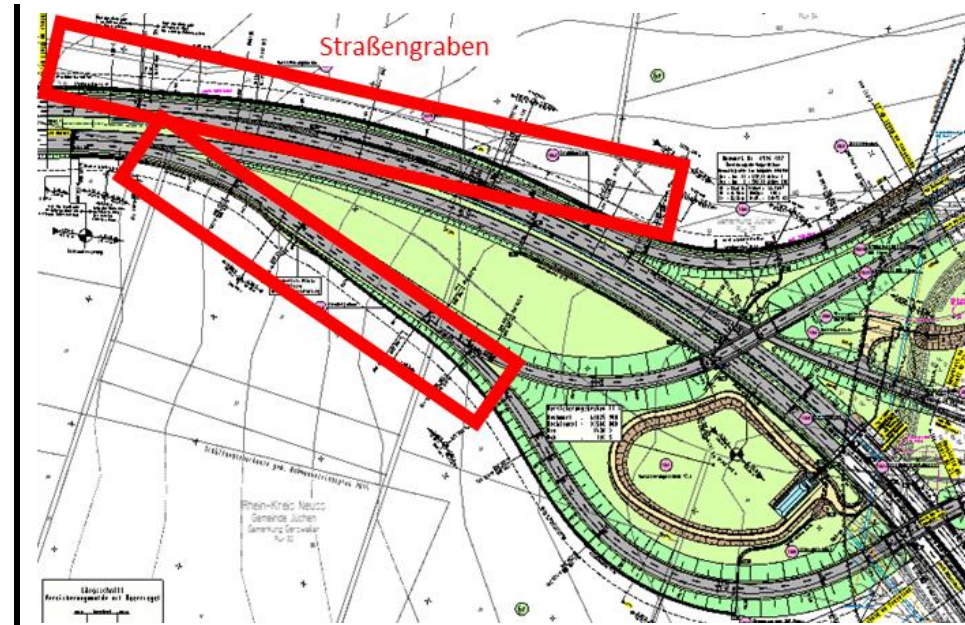
4.3.2 STANDORTANALYSE FLÄCHEN A44N

Tabelle 5 Bewertung Teilbereiche (Quelle: dargestellte Karten aus Planfeststellung RWE Power AG, 2020)

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich A0/B0 und A1/B1

- Eine Projektierung von PVA ist in den Zwischenbereichen beider Fahrtrichtungen denkbar. Eine betriebsbedingte Erschließung der Flächen ist jedoch nur bedingt durch den laufenden Autobahnbetrieb möglich. Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde Schutz- und Gestaltungsmaßnahmen der betroffenen Flächen abzustimmen. Grundsätzliche rechtliche Widersprüche sind jedoch nicht zu erwarten.
 - Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen beider Fahrtrichtungen ist aufgrund von begleitenden Straßengräben nur bedingt bzw. nicht möglich, da Randbereiche lediglich geringe Breiten aufweisen.
 - Eine Projektierung im Bereich des Arbeitsstreifens (10,00 m) kann nicht erfolgen, da lediglich während der Bauzeit das Recht zur Nutzung dieser Geländestreifen besteht.
- **Autobahnabschnitt mit mittlerem Projektierungspotenzial**



FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

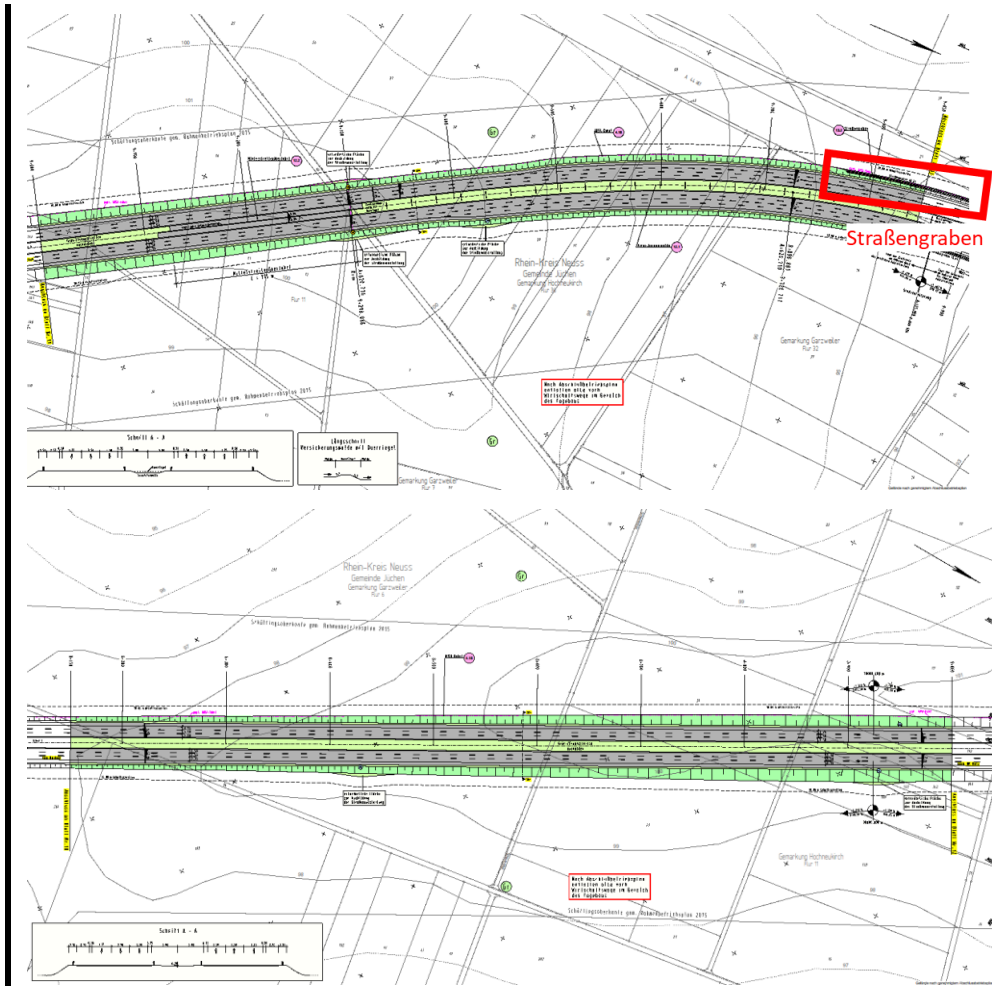
von PVA im Bereich A1/B1 und A2/B2*

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen beider Fahrrichtungen ist möglich, da Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
- Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
- Alleinige Einschränkung stellt der lediglich anteilig vorhandene Straßengraben dar. Eine Projektierung ist aufgrund der geringen Breiten nicht möglich.
- **Autobahnabschnitt mit hohem Projektierungspotenzial**

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich A3/B3

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen beider Fahrrichtungen ist möglich, da Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind. Zudem ist die Dimensionierung der Randbereiche umfangreicher, welches sich positiv zur Projektierung darstellt.
- Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
- **Autobahnabschnitt mit hohem Projektierungspotenzial**



FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

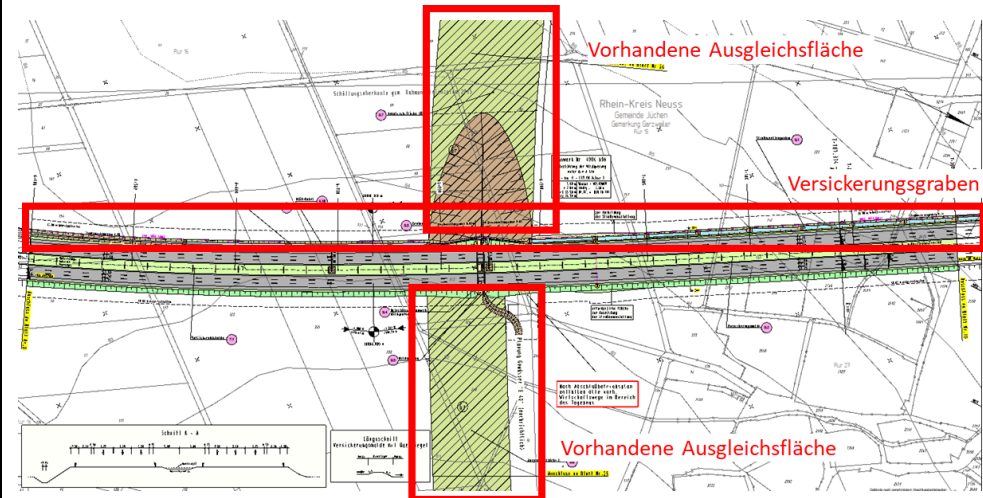
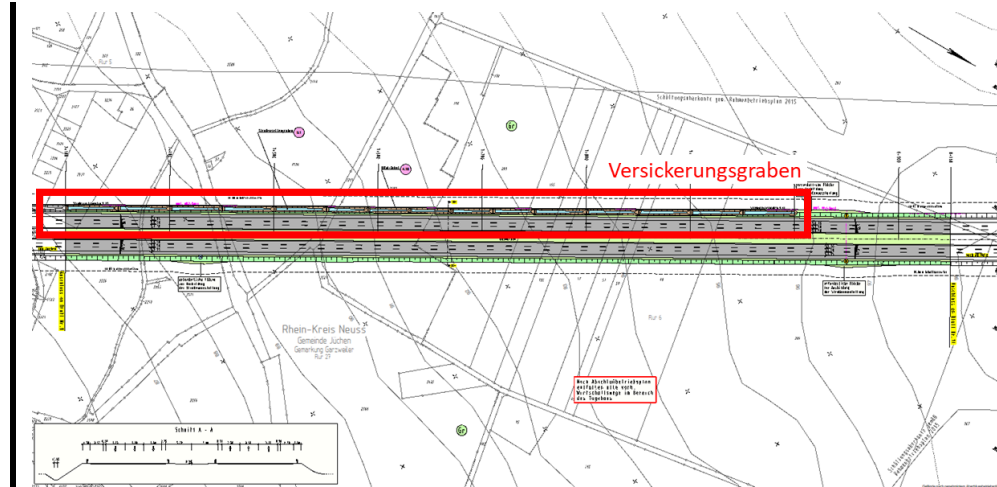
von PVA im Bereich A4/B4 und A5/B5

- Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen ist in einer Fahrtrichtung möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Eine Einschränkung in einer Fahrtrichtung stellt der Versickerungsgraben dar. Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
- **Autobahnabschnitt mit mittleren Projektierungspotenzial**

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich A5/B5 und A6/B6

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen ist in einer Fahrtrichtung möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Eine Einschränkung in einer Fahrtrichtung stellt der Versickerungsgraben dar.
 - Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
 - In den Ausgleichsflächen kann voraussichtlich keine Projektierung von PVA erfolgen, da dort besondere naturschutzrechtliche Belange verortet werden.
- **Autobahnabschnitt mit mittleren Projektierungspotenzial**



Ergänzender Hinweis: Wenn eine anderweitige Nutzung für die Ausgleichsfläche geplant ist, darf die Nutzung diesem Zweck der Fläche und den Ausgleichszielen nicht entgegenstehen. Andernfalls würde der Eingriffsverursacher gegen seine Verpflichtung verstoßen. Die Errichtung einer PV-Anlage wäre nur dann vereinbar, wenn sie das Erreichen des Ausgleichsziels nicht in Frage stellt

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

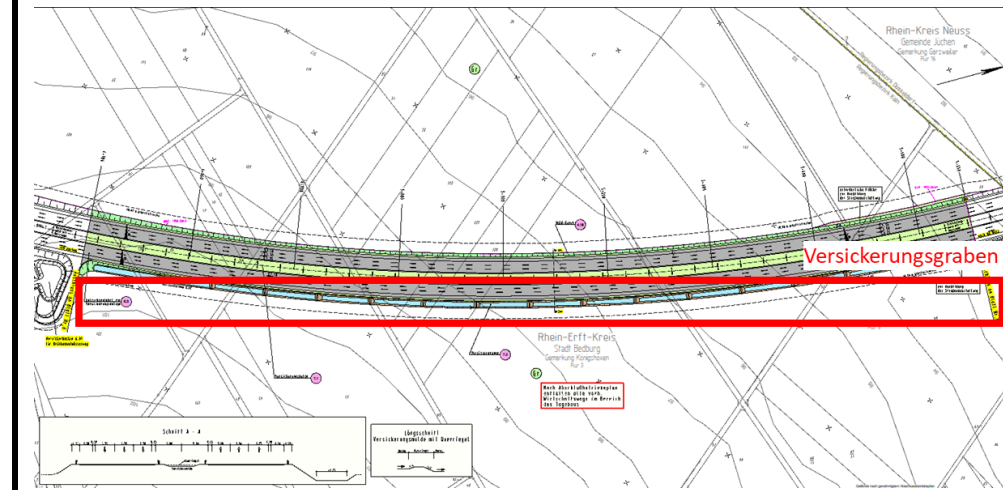
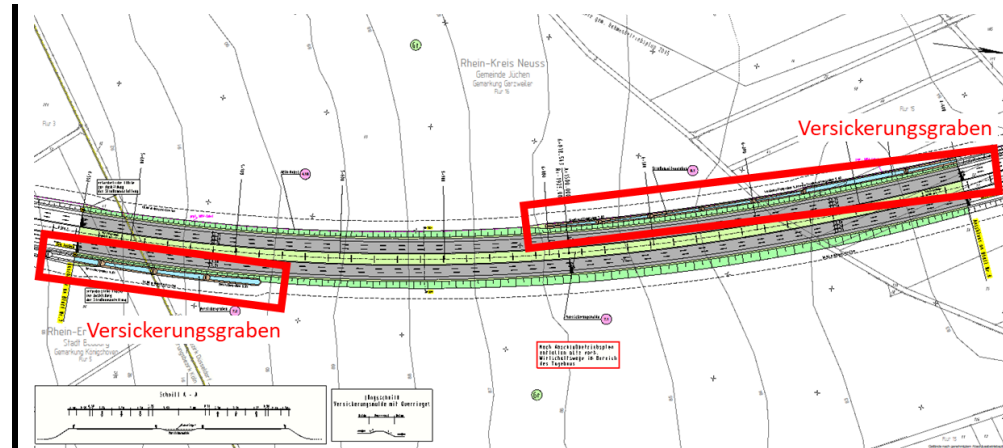
von PVA im Bereich A6/B6 und A7/B7

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen ist teilw. in beiden Fahrrichtungen möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Eine Einschränkung stellen die Versickerungsgräben dar.
 - Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
- **Autobahnabschnitt mit mittleren Projektierungspotenzial**

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich A7/B7 und A8/B8

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen ist in einer Fahrrichtung möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Eine Einschränkung in einer Fahrrichtung stellt der Versickerungsgraben dar.
 - Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
- **Autobahnabschnitt mit mittleren Projektierungspotenzial**



FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

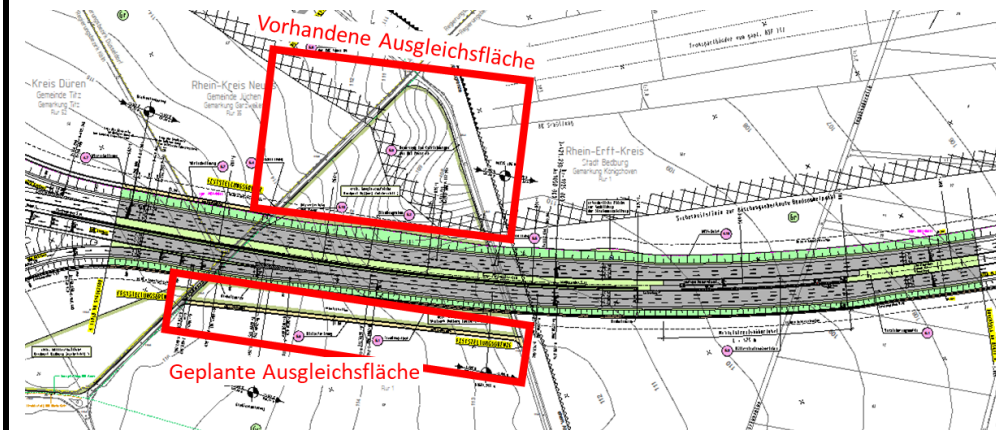
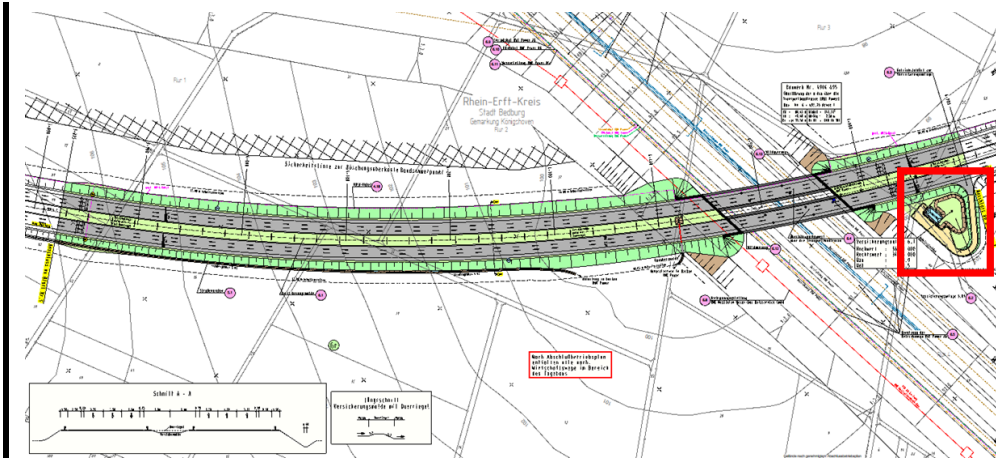
von PVA im Bereich A8/B8 und A9/B9

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen beider Fahrtrichtungen ist möglich, da Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind. Zudem ist die Dimensionierung der Randbereiche umfangreicher, welches sich positiv zur Projektierung darstellt.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
- **Autobahnabschnitt mit hohem Projektierungspotenzial**

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich A9/B9 und A10/B10

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen beider Fahrtrichtungen ist möglich, da Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
- **Autobahnabschnitt mit hohem Projektierungspotenzial**



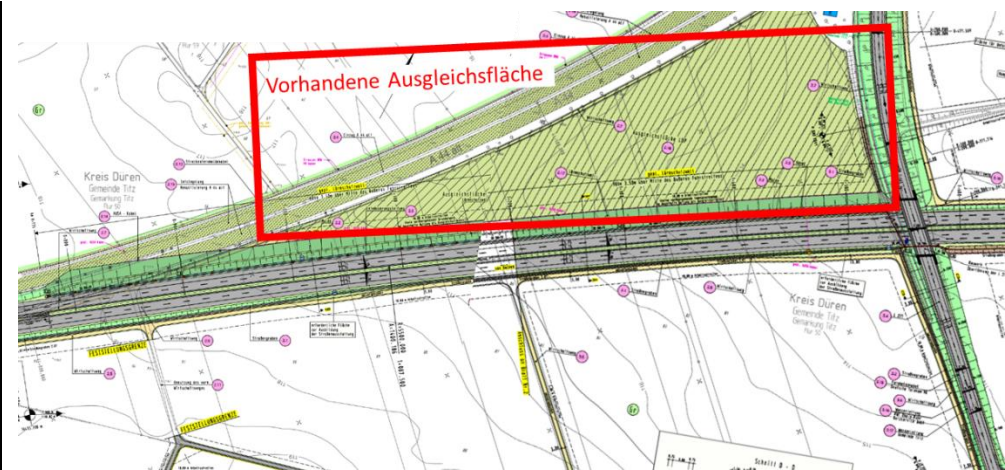
Ergänzender Hinweis: Wenn eine anderweitige Nutzung für die Ausgleichsfläche geplant ist, darf die Nutzung diesem Zweck der Fläche und den Ausgleichszielen nicht entgegenstehen. Andernfalls würde der Eingriffsverursacher gegen seine Verpflichtung verstoßen. Die Errichtung einer PV-Anlage wäre nur dann vereinbar, wenn sie das Erreichen des Ausgleichsziels nicht in Frage stellt.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich J1/J2/J3

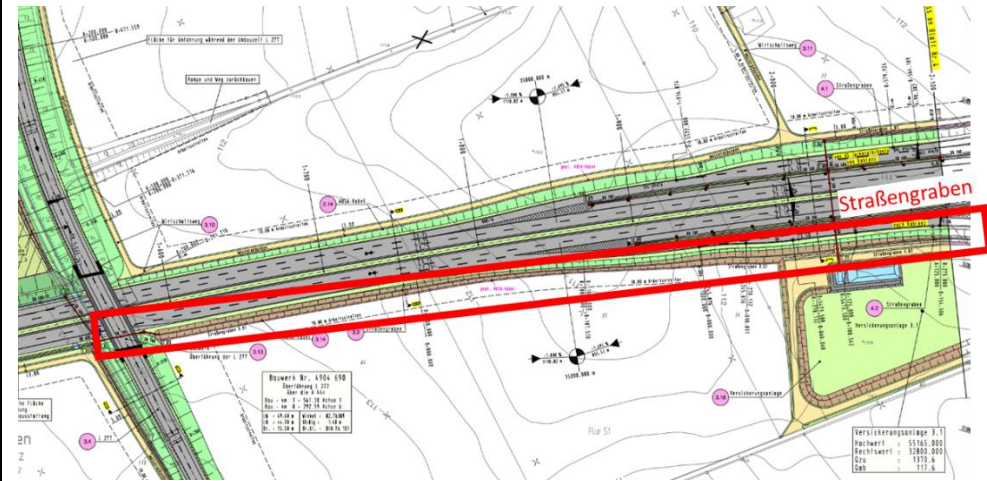
- Eine Projektierung an dem nördlichen Lärmschutzwall und südlichen Randbereichen ist teilw. in beiden Fahrtrichtungen möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Bei einer Projektierung ist insbesondere darauf zu achten, dass die unmittelbar angrenzenden Ausgleichsflächen nicht maßnahmensseitig tangiert werden.
- **Autobahnabschnitt mit hohem Projektierungspotenzial**



Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich J4/J5

- Eine Projektierung an den Böschungsflächen und Randbereichen ist in einer Fahrtrichtung möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Eine Einschränkung in einer Fahrtrichtung stellt der Straßengraben dar.
 - Die Aufstellung der PVA muss im Rahmen der Planung so ausgeführt werden, dass die Versickerung nicht beeinträchtigt wird.
- **Autobahnabschnitt mit mittleren Projektierungspotenzial**

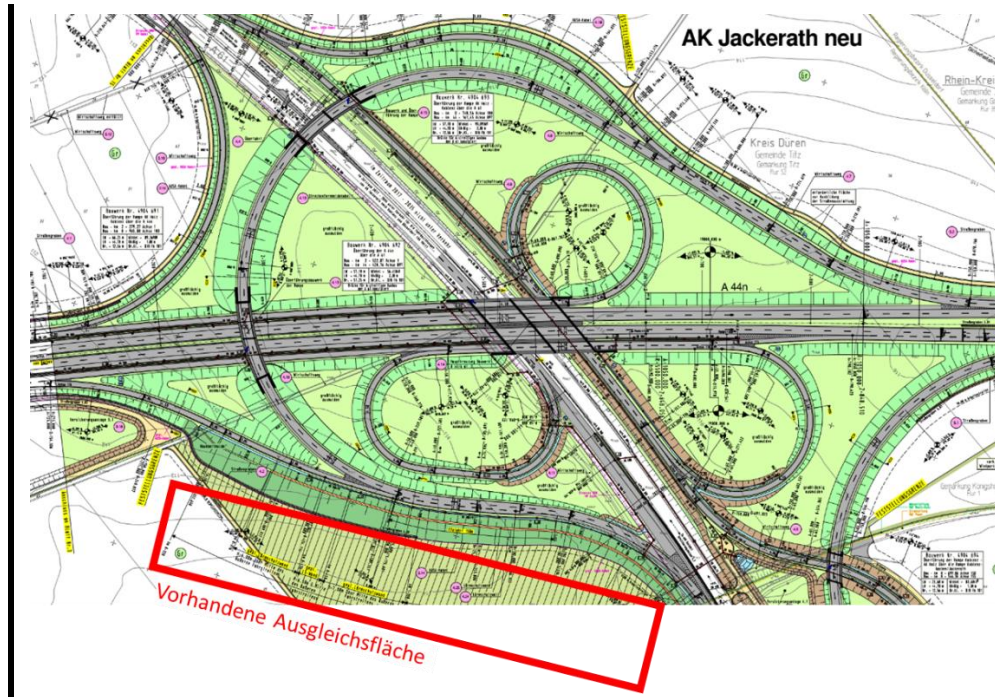


FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Einschätzung zum Projektierungspotenzial

von PVA im Bereich J6/J7/J8

- Eine Projektierung an dem südlichen Lärmschutzwall und weiteren Randbereichen ist in beiden Fahrtrichtungen möglich, da dortige Randbereiche keinen besonderen Schutzstatus aufweisen oder weitere Maßnahmen verortet sind.
 - Bei einer dortigen Projektierung sind in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde bauordnungs- und bauplanungsrechtliche Pflichten abzustimmen. Jene sind Bestandteil eines regulären Genehmigungsprozesses, sodass keine rechtlichen Widersprüche zu erwarten sind.
 - Im Rahmen des Autobahnkreuzes und gekurvten Fahrstreifen sind Blendwirkungen der PVA zu berücksichtigen.
 - Bei einer Projektierung ist insbesondere darauf zu achten, dass die unmittelbar angrenzenden Ausgleichsflächen nicht maßnahmensseitig tangiert werden.
- **Autobahnabschnitt mit hohem Projektierungspotenzial**



4.3.3 PVA AUF LÄRMSCHUTZWÄNDEN

Entlang der A46 wurden die relevanten Lärmschutzwände der A46 ausgehend vom Dreieck Wanlo, über das Kreuz Holz bis zur Abfahrt Jüchen analysiert und die verfügbaren Flächen durch Informationen der Autobahn GmbH, Geoinformationssystemen sowie Befahrungsergebnissen ermittelt. Diese bilden die Grundlagen, um die entsprechenden Erträge anhand der empfohlenen Technologie zu bestimmen.

Des Weiteren wurden Ertragsminderungen auf Grund von Verschmutzungen, Bewuchs sowie Verschattung von gegenüberliegenden Bäumen, vorbeifahrenden Fahrzeugen sowie Verschmutzungen berücksichtigt. Insbesondere in Teilbereichen in denen Baukronen über die PVA hinweg ragen würden, wird eine entsprechende Gehölzpflege angenommen, um das Überragen zu vermeiden.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die Leistungen und Erträge der entsprechenden Lärmschutzwände je Fahrbahnbereich in der Tabelle 6 zusammengeführt und ermittelt. Da je nach technischen Anforderungen eine andere Art der empfohlenen Technologien verwendet wird, wurden hier die denkbaren Erträge der drei verschiedenen Technologien bewertet.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Tabelle 6 Erträge der Teilbereiche – Lärmschutz Abschnitt C & D

Autobahnab- schnitt	Kassette 30°		Geklebt 90°		Bifazial 90°	
	Leistung [kWp]	Ertrag [MWh/a]	Leis- tung [kWp]	Ertrag [MWh/a]	Leis- tung [kWp]	Ertrag [MWh/a]
C0	1	1	3	4	4	5
C1	8	10	49	56	61	69
C2	21	28	163	188	195	218
C3	12	16	105	119	129	145
C4	8	10	24	28	29	33
C5	34	43	287	331	353	397
C6	23	29	173	202	207	238
C7	1	1	3	4	4	5
D0	4	5	26	30	33	37
D1	6	8	37	43	45	52
D2	8	10	49	56	61	71
D3	5	7	58	68	71	81
D4	5	6	35	40	41	47
D5	5	6	55	64	66	75
D6	4	5	38	45	47	53
D7	15	19	214	248	256	291
D8	2	3	19	22	24	27
D9	21	28	182	210	224	255
D10	3	3	22	25	27	31
D11	8	11	91	104	111	127
Summe	191	248	1.633	1.885	1.989	2.256
Technologie Mittelwert		Ø 1.271 kWp		Ø 1.463 MWh		

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und im weiteren Verlauf der Studie wird davon ausgegangen, dass die Anwendung der Technologie gleichverteilt ist. Dies muss im Rahmen der Planung konkretisiert werden. In Abbildung 10 und Abbildung 11 sind die Erträge je Abschnitt abgebildet.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

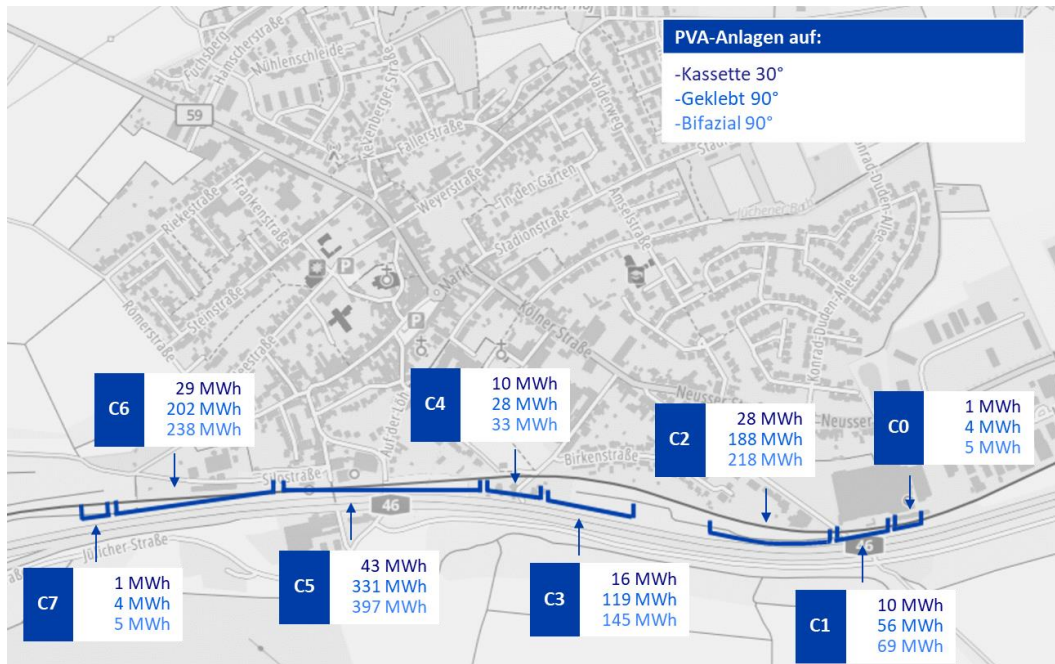


Abbildung 10 PV-Erträge der unterschiedlichen Technologien C östlich Autobahnkreuz Holz (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

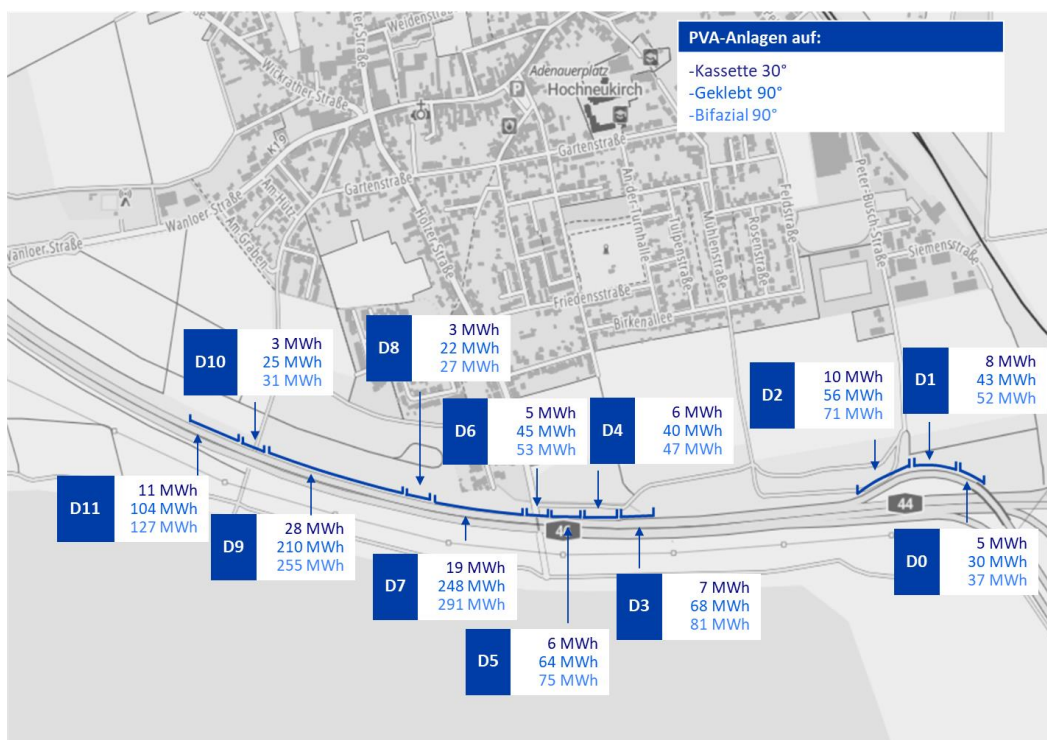


Abbildung 11 PV-Erträge der unterschiedlichen Technologien in Abschnitt D zwischen Autobahnkreuz Holz und Dreieck Wanlo (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

Im Rahmen der weiteren Planung sind Gutachten zu Blendschutz, Schallschutz sowie vertiefte statische Beurteilungen zu erstellen. Sollte hier deutlich werden, dass Teilbereiche für die Verwendung von PVA nicht geeignet wäre, sind die Leistungen entsprechend zu reduzieren.

4.3.4 PVA AUF WINDSCHUTZWÄNDEN

Entlang der A44n wird die Verwendung von PVA an Windschutzwänden geprüft. Zum jetzigen Zeitpunkt sind Windschutzwände entlang der A44n nicht installiert. Im Gegensatz zur A46 würden die PVA auf der A44n auf Grund Ihres Streckenverlaufes unterschiedliche Ausrichtungen aufweisen. Der Einfluss der Ausrichtung auf den Ertrag der PVA ist im Rahmen der Ertragsberechnung berücksichtigt.

Die erwarteten Mindererträge basieren auf einem Vergleich zwischen der erwarteten durchschnittlichen jährlichen Sonneneinstrahlung bei optimaler Ausrichtung und der tatsächlichen Einstrahlung auf Flächen mit anderer Ausrichtung gemäß Autobahnabschnitt, während der Neigungswinkel der Module konstant bei 90° bleibt.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Tabelle 7 Bewertung der Teilbereiche – Windschutz Bifazial, Abschnitt A & B

Autobahn- abschnitt	Leistung [kWp]	Spez. Ertrag [kWh/kWp]	Ertrag [MWh]	Ertrags- minderung bez. Opti- mum	Priorität
A0	213	1.063	250	0%	Hoch
A1	153	1.047	178	2%	Hoch
A2	155	1.047	180	2%	Hoch
A3	264	1.047	306	2%	Hoch
A4	198	1.047	229	2%	Hoch
A5	190	1.047	220	2%	hoch
A6	175	1.047	203	2%	hoch
A7	259	1.031	296	3%	hoch
A8	238	1.047	275	2%	hoch
A9	290	1.059	340	0%	hoch
A10	201	1.039	231	2%	hoch
B0	241	1.031	275	3%	Hoch
B1	155	1.047	180	2%	Hoch
B2	160	1.047	185	2%	Hoch
B3	259	1.047	300	2%	Hoch
B4	201	1.047	233	2%	Hoch
B5	190	1.047	220	2%	hoch
B6	132	1.047	153	2%	hoch
B7	257	1.031	294	3%	hoch
B8	274	1.047	317	2%	hoch
B9	314	1.059	367	0%	hoch
Summe	4.872 kWp		5.640 MWh		

Im Rahmen der weiteren Planung sind Blendschutzgutachten zu erstellen. Sollte hier deutlich werden, dass Teilbereiche für die Verwendung von PVA nicht geeignet wären, sind die Leistungen entsprechend zu reduzieren. Da es sich hierbei um Neubauten handelt, können technische Vorgaben bereits in der Planung berücksichtigt werden.

4.3.5 PVA AUF BÖSCHUNGEN

Neben den PVA auf Windschutzwänden der A44n wurde ebenfalls die Verwendung von PVA auf den Böschungsflächen entlang des Straßenabschnittes geprüft. Sowohl auf der östlichen als auch auf der westlichen Seite der A44n befinden sich zahlreiche Flächen, die für eine Projektierung zur Verfügung stehen. Im Rahmen der Erarbeitung des Kapitels 4.3.2 wurden die zu Verfügung stehenden Flächen konkretisiert. Hier wurde zusätzlich eine reduzierte Verfügbarkeit von Flächen in unmittelbarer Nähe des Versickerungskanals angenommen sowie Flächen für eine weitere Betrachtung ausgeschlossen, die eine sehr aufwändige Erschließung bedingen sowie als Ausgleichflächen bewertet sind. Zudem sind Abstände zwischen den Modulen berücksichtigt, um die Einstrahlung von Sonnenenergie auf die darunter liegenden Grünflächen zu erhöhen.

Die Flächen entlang der Autobahnböschungen der A44n sind in der Regel abschüssig gestaltet. Diese Neigung trägt dazu bei, dass die Sonneneinstrahlung über den Tagesverlauf auf diese Flächen erheblich reduziert wird. Dies wurde neben der unterschiedlichen Ausrichtung der geneigten Flächen im Rahmen der Ertragsberechnung berücksichtigt.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

In der Tabelle 8 Bewertung der Teilbereiche – Böschungsflächen, Abschnitt A, B & C sind die entsprechenden Erträge der Böschungsflächen ermittelt und aufgeführt. Hier sei angemerkt, dass es sich hierbei um die Erträge der Böschungsanlagen singular handelt, also ohne Berücksichtigung der Verschattungseffekte von Windschutzanlagen.

Tabelle 8 Bewertung der Teilbereiche – Böschungsflächen, Abschnitt A, B & C

Autobahn- abschnitt	Leistung [kWp]	Spez. Ertrag [kWh/kWp]	Ertrag [MWh]	Ertragsmin- derung bez. Optimum	Priorität
A0	683	1.218	832	6%	hoch
A1	167	960	160	26%	gering
A2	535	960	514	26%	gering
A3	950	960	912	26%	gering
A4	337	960	323	26%	gering
A5	360	960	345	26%	gering
A6	376	960	361	26%	gering
A7	777	1.056	821	19%	mittel
A8	376	1.102	414	15%	mittel
A9	946	1.247	1.180	4%	hoch
A10	578	1.286	743	1%	hoch
B0	440	1.046	460	19%	mittel
B1	275	1.134	312	13%	mittel
B2	466	1.134	529	13%	mittel
B3	899	1.134	1.019	13%	mittel
B4	421	1.134	478	13%	mittel
B5	335	1.134	380	13%	mittel
B6	401	1.134	455	13%	mittel
B7	654	1.046	684	19%	mittel
B8	307	1.000	307	23%	mittel
B9	532	824	438	37%	gering
B10	331	772	256	41%	gering
J1	877	804	705	39%	gering
J2	930	1.282	1.192	2%	hoch
J3	605	1.282	775	2%	hoch
J4	421	804	338	39%	gering
J5	760	1282	974	2%	hoch
J6	184	1060	195	19%	hoch
J7	1246	1311	1634	0%	hoch
J8	693	764	530	42%	gering
Summe	16.863 kWp		18.265 MWh		

Sollten die Böschungsanlagen gemeinsam mit der Windschutzanlage projektiert werden, könnte es zu Teil-Verschattungen kommen. Hier wurde der Verschattungseffekt für verschiedenen Ausrichtungen bewertet und in der Abbildung 12 visualisiert.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

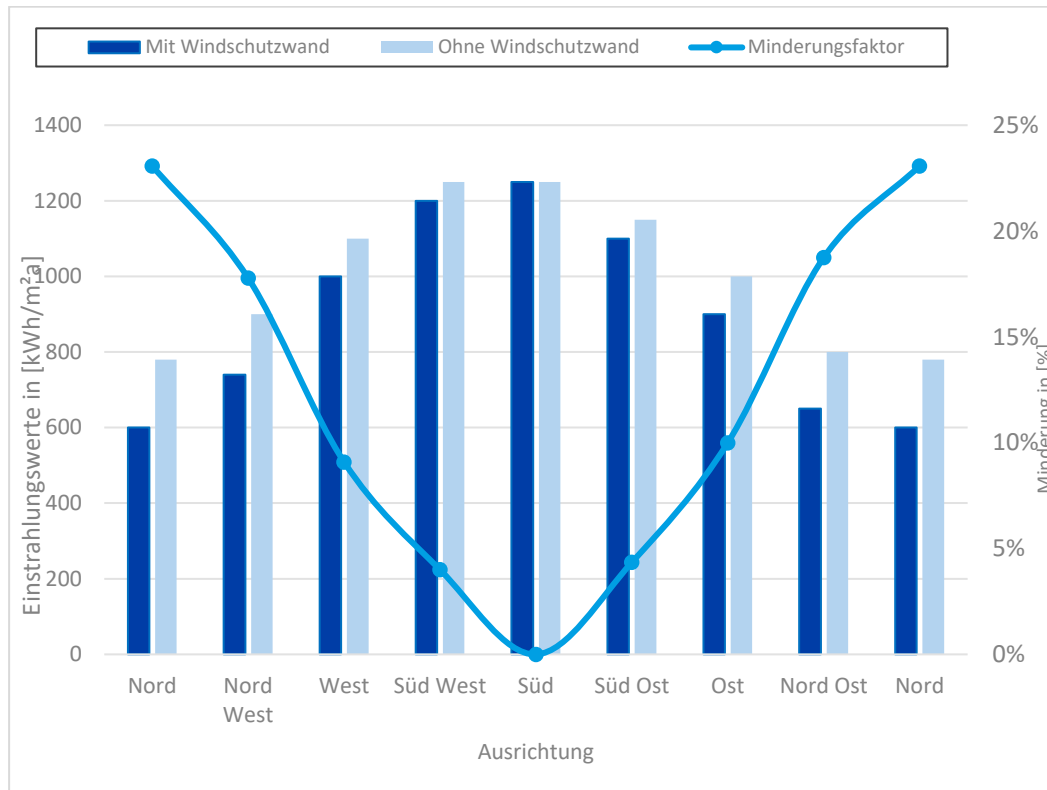


Abbildung 12 Prognostizierte Auswirkungen der Teil-Verschattung der Böschungsanlagen durch Windschutzwände
(Quelle: eigene Darstellung)

Wie in der Abbildung 12 dargestellt, ist die Minderung der Erträge auf die Böschungsflächen abhängig von der jeweiligen Ausrichtung. Hier kann festgehalten werden, dass Minderungseffekte bei einer südlich ausgerichteten Anlage zu vernachlässigen sind. Bei einer nordausgerichteten Anlage können die Minderungseffekte etwa 23 % betragen. In der Tabelle 9 sind die entsprechenden Erträge der Böschungsflächen mit einer Verwendung von Windschutzanlagen ermittelt und aufgeführt.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Tabelle 9 Bewertung der Teilbereiche – Böschungsflächen mit Wand, Abschnitt A & B

Autobahn- abschnitt	Leistung [kWp]	Spez. Ertrag [kWh/kWp]	Ertrag [MWh]	Ertragsmin- derung bez. Optimum	Priorität
A0	683	1.157	791	11%	mittel
A1	167	826	138	36%	gering
A2	535	826	443	36%	gering
A3	950	826	785	36%	gering
A4	337	826	278	36%	gering
A5	360	826	297	36%	gering
A6	376	826	311	36%	gering
A7	777	950	739	27%	gering
A8	376	1.005	378	23%	mittel
A9	946	1.199	1,135	8%	hoch
A10	578	1.261	729	3%	hoch
B0	440	951	418	27%	gering
B1	275	1.056	291	19%	mittel
B2	466	1.056	493	19%	mittel
B3	899	1.056	949	19%	mittel
B4	421	1.056	445	19%	mittel
B5	335	1.056	354	19%	mittel
B6	401	1.056	424	19%	mittel
B7	654	951	622	27%	gering
B8	307	890	273	31%	gering
B9	532	672	357	48%	gering
Summe	16.863 kWp		17.194 MWh		

In der Abbildung 13 sind sich ergebenden Erträge für die Teilabschnitte A und B für Böschungsanlagen sowie Windschutzanlagen und Böschungsanlagen unter Berücksichtigung des Einflusses der Verschattung durch die Windschutzanlagen bestimmt und den Teilbereichen zugeordnet worden. Hier werden die prognostizierten Erträge der PVA für die Autobahnabschnitte differenziert nach den drei technologischen Konfigurationen dargestellt. Die Konfiguration „Windschutz“ repräsentiert die Erträge von bifazialen Photovoltaikmodulen, die in eine 4 Meter hohe Windschutzwand integriert sind. Daneben werden unter der Bezeichnung „Böschung“ die Erträge der entlang des Fahrbahnrandes installierten PVA aufgeführt. Die dritte Konfiguration, „Böschung mit Windschutz-Verschattung“, quantifiziert die reduzierten Erträge der Böschungsanlagen unter Berücksichtigung der teilweisen Verschattung durch die Windschutzwand. In der Abbildung 13 sind die weitere Erträge der Böschungsfläche Im Bereich J dargestellt.

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

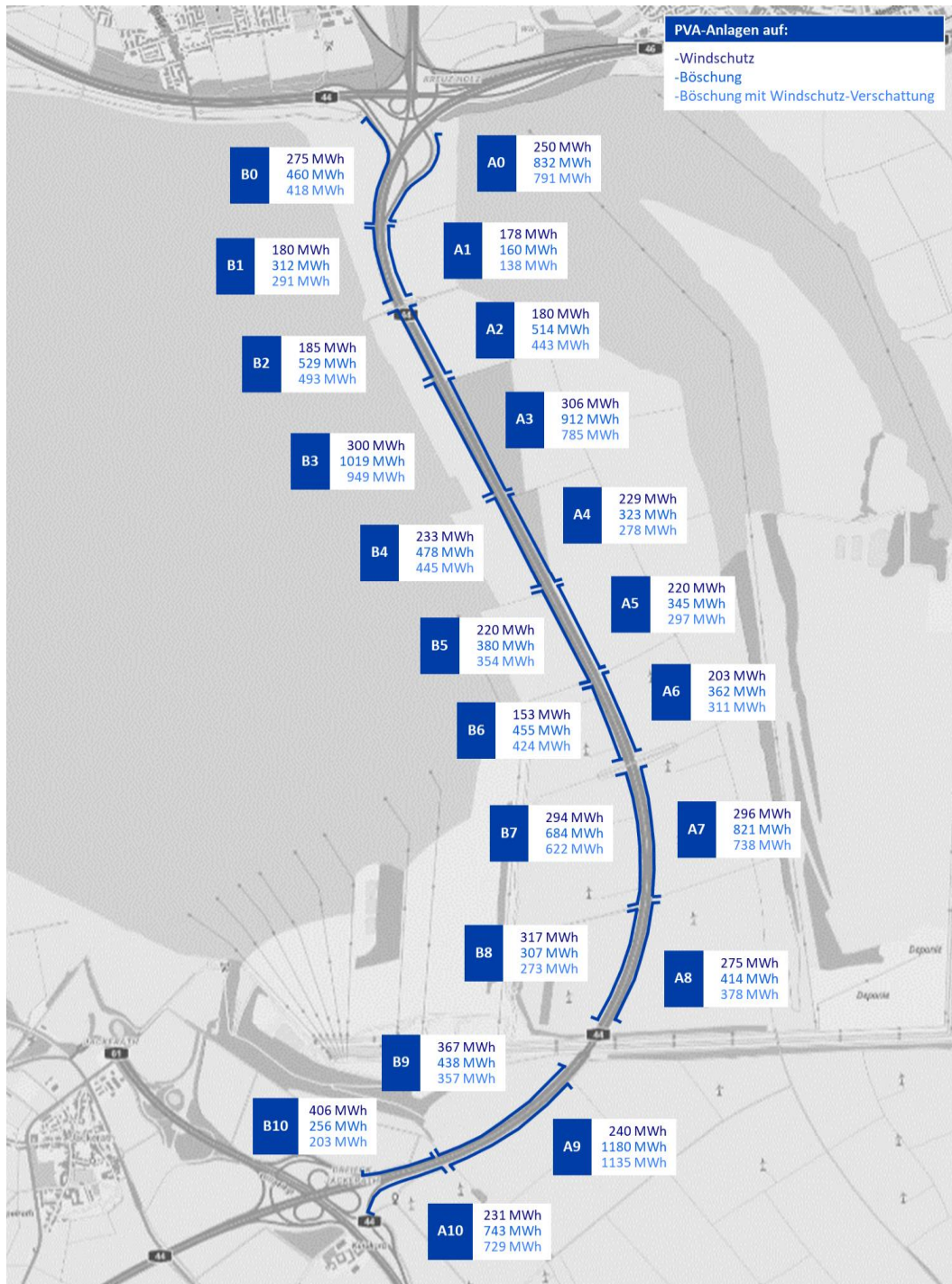


Abbildung 13 PV-Erträge der unterschiedlichen Technologien in Abschnitt A & B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

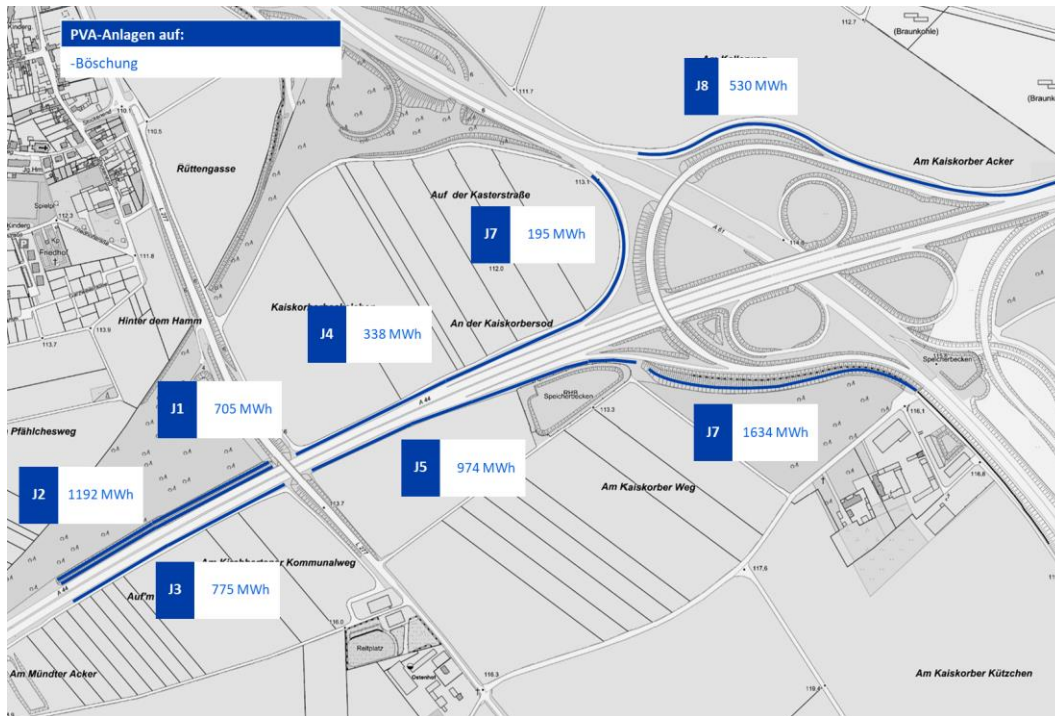


Abbildung 14 PV-Erträge der Böschungsanlagen im Bereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

4.3.6 ZWISCHENFAZIT

Im Rahmen der Ertragsanalyse wurden für die Verwendung von PVA die Leistungen und Erträge gesondert nach Anlagen an der A44n auf Böschungen, integriert in die Windschutzwand, sowie auf Flächen der Bestandslärmschutzwände der A46 ermittelt. Insbesondere für die denkbaren Anlagen der A44n wurde nach Ausrichtung eine entsprechende Priorisierung auf Grund der geminderten Erträge durchgeführt. Hierdurch ergeben sich je nach Spannungsfeld der Ertragsmaximierung und Ertragsoptimierung unterschiedliche Werte. Diese sind zusammenfassend in der Tabelle 10 dargestellt worden.

Tabelle 10 Ertragsüberblick der Varianten

Bezeichnung des Szenarios	Ertragsmaximierung	mittlere Erträge	Ertragsoptimierung
Anlagen auf	Böschung, Wind, und Lärmschutz	Böschung, Wind, und Lärmschutz	Böschung, Wind, und Lärmschutz
Betrachtete Prioritäten	Gering, mittel, hoch	mittel, hoch	hoch
Leistung Böschung	16.863 kWp	9.107 kWp	5.065 kWp
Leistung Windschutz	4.872 kWp	4.872 kWp	4.872 kWp
Leistung Lärmschutz	1.271 kWp	1.271 kWp	1.271 kWp
Ertrag Böschung	17.194 MWh	10.758 MWh	6.438 MWh
Ertrag Windschutz	5.640 MWh	5.640 MWh	5.640 MWh
Ertrag Lärmschutz	1.463 MWh	1.463 MWh	1.463 MWh
Summe Leistung	23.007 kWp	15.250 kWp	11.209 kWp
Summe Ertrag	24.297 MWh	17.861 MWh	13.541 MWh

FLÄCHEN UND ERTRAGSANALYSEN

Durch die Projektierung der Anlagen lassen sich insgesamt Leistungen von 23 MWp sowie 24 GWh erzielen. Da insbesondere Freiflächenanlagen, worunter die Böschungsanlagen fallen, die geringsten Investitionskosten in Relation zum Ertrag aufweisen und zukünftig in der Region hohe Energiemengen benötigt werden, wird eine Ertragsoptimierung bei den Böschungssystemen angestrebt und die Ertragsmaximierung im weiteren Verlauf der Studie weiterverfolgt. Welchen Einfluss die Ertragsoptimierung auf die Wirtschaftlichkeit hat, wird durch die Sensitivitätsanalyse in Kapitel 0 beschrieben.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4 ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.1 STANDORTANALYSE - LOKALISIERUNG MÖGLICHER VERBRAUCHER

Im Rahmen der Standortanalyse werden mögliche zukünftige Stromabnehmer lokalisiert. Hierzu zählen insbesondere folgende Ortschaften, Gewerbegebiete, Raststätten oder sonstige Verbraucher, die in der Abbildung 15 visualisiert wurden:

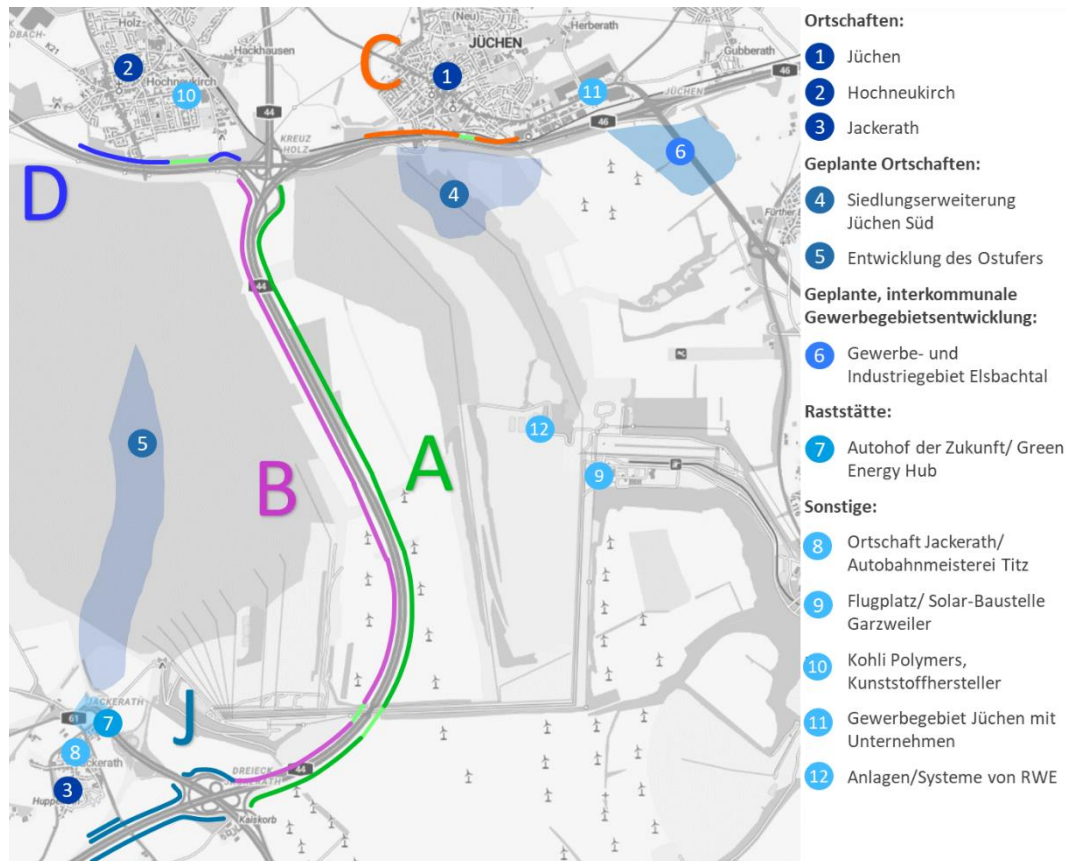


Abbildung 15 Standortanalyse (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

Die Lage und Beschreibung der möglichen Stromabnehmer basieren insbesondere auf Angaben der Konzeptstudie „Innovationspark Erneuerbare Energien Jüchen“ und einer durchgeführten Standortanalyse mit dem Fokus auf Abnehmer mit einem potenziell hohen Strombedarf. Insbesondere im Hinblick auf die Lage bzw. Entfernung zu den PVA, der abgeschätzten benötigten Energiebedarfe und Energieverbräuche der Stromabnehmer als auch im Hinblick einer möglichen gemeinsamen Entwicklung und Nutzung von gemeinsamen Energieinfrastrukturen sowie der Verknüpfung der verschiedenen Teilprojekte der Innovationsparks Erneuerbare Energien erschienen insbesondere der Autohof der Zukunft als auch die zukünftige entwickelte Ortschaft Jüchen Süd als geeignetste Stromabnehmer für eine Direktlieferung (Direktleitung).

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

Der Autohof der Zukunft – Green Energy Hub für alternative Mobilität mit Strom und Wasserstoff ist ein Pilotprojekt. Dort soll gezeigt werden, wie die einzelnen Erzeuger, Verbraucher und Energiespeicher eng miteinander vernetzt werden können. Auf diesem soll eine Tankstelle für E- sowie wasserstoffbasierte Mobilität, sowohl für den Privat- als auch den Straßengüterverkehr, realisiert werden. Ein möglicher Standort ist eine Fläche im Süden des Projektgebiets. Sowohl die A44n als auch die A61, die dort verlaufen, sind Haupttrouten der Logistik. Langfristig muss auch der Straßengüterverkehr CO₂-neutral werden. Für die Bereitstellung von Wasserstoff und Strom für die E-Ladesäulen wird ein Stromverbrauch i.H.v. 74 GWh erwartet. Damit würde der Autohof der Zukunft deutlich mehr Strom verbrauchen, als mit Hilfe der PVA auf dem Projektgebiet erzeugt werden kann, sodass hier davon ausgegangen werden kann, dass ein Großteil des Stroms ggf. mit anteiliger Zwischenspeicherung durchgängig verbraucht werden kann [Zweckverband Landfolge Garzweiler, 2021].

Daneben soll das Siedlungsgebiet der Stadt Jüchen in Zukunft (ca. 2040) südlich der Autobahn A46 erweitert werden. Vergleichbar zum „grünen“ Industriepark „Elsbachtal“ Jüchen-Grevenbroich bietet sich hier durch die Neuentwicklung die Möglichkeit, bereits im Vorhinein ein nachhaltiges Energiesystem zu entwickeln. Die Versorgung der Gebäude aber insbesondere der zentralen Wärmeerzeugungseinheiten können durch die Verwendung von Strom aus den PVA verwendet werden. Insbesondere der Anlagenbetreiber der Wärmepumpe oder andere Großverbraucher für Mobilitätsanwendungen könnten direkt mit Strom aus den PVA versorgt werden. Insgesamt wurde der Energiebedarf auf 8,6 WWh im Rahmen der Konzeptstudie geschätzt [Zweckverband Landfolge Garzweiler, 2021]. Auch hierbei wäre denkbar, dass der Strom aus den Anlagen, insbesondere auf den Flächen der Lärmschutzwände des Teilbereiches C, direkt bereitgestellt und vollständig verbraucht wird.

Darüber hinaus wurde als zusätzliche Variante die Direkteinspeisung in das RWE Netz für den Betrieb der Anlagen im Tagebau als praktikabel bewertet. Inwieweit zusätzlicher Bedarf seitens RWE für den Betrieb der Anlagen im Tagebau besteht, konnte im Rahmen der Analyse auf Grund der Geheimhaltung nicht konkretisiert werden.

Neben der Möglichkeit einer Direktanbindung der möglichen Stromabnehmer, werden im Rahmen der Konzeptentwicklung auch technische Konzepte der Einspeisung ins öffentliche Netz betrachtet.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.2 TECHNISCHES KONZEPT – AUFBAU UND PRINZIP

Das technische Konzept soll die Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung der Solarautobahn bilden. Im Folgenden werden die technischen Rahmenbedingungen, Zielsetzungen und Anforderungen, die für die erfolgreiche Durchführung erforderlich sind, beschrieben. Dadurch sollen Risiken minimiert, Kosten gespart und die Qualität gesichert werden. Bei der Erstellung des technischen Konzepts mussten viele Faktoren berücksichtigt werden. Herausforderungen waren hier vor allem die Ermittlung und Identifikation möglicher Netzverknüpfungspunkte zur Netzeinspeisung der erzeugten Energie und die Berücksichtigung von Risiken und Unsicherheiten, die das Projekt beeinflussen können. Die Ermittlung und Identifikation möglicher Netzverknüpfungspunkte gestaltete sich zunehmend schwierig, da sich das Projektgebiet über Versorgungsgebiete verschiedener Verteilnetzbetreiber erstreckt und der größte Teil (die A44n) dabei auf dem Gelände der RWE Power AG, dem Tagebau Garzweiler, liegt. Im Bereich der A46 ist die NEW-Netz GmbH der zuständige Netzbetreiber. Den Bereich des Autobahnabschnitts der A44 ab Kreuz Jackerath Richtung Süden (Abschnitt J) versorgt Regio-Netz. Bei der Ermittlung von Netzverknüpfungspunkten geht es darum zu wissen, welche Leistung das vorhandene Stromnetz an welchem Punkt aufnehmen kann (vgl. Kapitel 3.4.6). Bei öffentlichen Netzbetreibern wird dafür im ersten Schritt eine Planauskunft eingeholt und auf dessen Basis bei/mit dem Netzbetreiber der Verknüpfungspunkt angefragt/abgestimmt. Ersteres wurde von NEW-Netz GmbH und Regio-Netz erteilt. Für den zweiten Schritt sehen die (in der Regel standardisierten) Prozesse der Netzbetreiber eine offizielle und formelle Netzanfrage vor, die Grundlage für eine Netzberechnung ist. Diese Berechnung liefert schlussendlich das Ergebnis zur möglichen Einspeiseleistung und den tatsächlich möglichen Netzverknüpfungspunkt. Diese Art Netzanfragen sind auf einen fortgeschrittenen Projektstatus ausgelegt, da unter anderem Angaben zum Anschlussnehmer und der genauen Anlagenleistung gemacht sowie Lagepläne eingereicht werden müssen. Aufgrund der Besonderheit des Projekts und zu vielen unbekanntem Variablen war eine Netzanfrage in dieser Form nicht möglich. Zu gestellten Anfragen abweichend von dem beschriebenen Prozess konnte keine Auskunft gegeben werden. Im Tagebaugelände Garzweiler stellt das betriebliche Leitungsnetz der RWE Power AG eine kritische Infrastruktur für das Unternehmen dar, sodass dazu keinerlei Auskünfte erteilt werden. Aufgrund dieser Umstände wurden im Rahmen der Konzeptentwicklung mögliche Netzverknüpfungskonzepte angenommen, die in der Umsetzungsphase mit den Netzbetreibern und der RWE Power AG verifiziert und abgestimmt werden müssen. Gleiches gilt auch für die Leitungswege innerhalb des Tagebaus Garzweiler.

In der Betrachtung des Status Quo mit Blick auf die Entwicklung und Fertigstellung der Energielandschaft sind insgesamt drei Konzeptvarianten entstanden. Die Konzepte sind dabei in ihrer Grundgestaltung gleich und unterscheiden sich in der Integration in die Projektlandschaft. Alle Konzepte sehen in Bezug auf den Innovationscharakter den maximalen Ausbau mit Photovoltaik vor. Dabei soll ein zentrales Anlagenlayout umgesetzt werden. Zentrales Anlagenlayout bedeutet, dass die Wechselrichter zentral in möglichst unmittelbarer Nähe zu den Trafostationen angeordnet werden. Dadurch können die Leitungen zwischen Wechselrichter und Trafostationen sowie die Kommunikationsleitungen der Geräte untereinander möglichst kurz gehalten werden. Der Aufwand mehradrige Kabel mit großen Querschnitten zu verlegen reduziert sich deutlich gegenüber einer dezentralen Anordnung der Wechselrichter. Darüber hinaus verringern sich mit dem zentralen Anlagenlayout die Übertragungsverluste auf der Gleichstromseite spürbar, was sich wiederum positiv auf den Ertrag der Anlagen auswirkt. Auch der Wartungsaufwand für die Wechselrichter verringert sich bei zentraler Anordnung. Dies macht deutlich, dass ein

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

zentrales Anlagenlayout für den/die Investor/en und Betreiber der PV-Anlage nicht nur technische sondern auch wirtschaftliche Vorteile bietet.

Die Aufstellung der Wechselrichter erfolgt dabei im Freien auf dem Boden. Der benötigte Platzbedarf je Wechselrichter beträgt ca. 1,5 m² und je ca. 300 kWp Anlagenleistung wird ein Wechselrichter benötigt. Die Trafostation(en) sollte(n) aufgrund nicht vorhandener Gebäude begehbar sein. So können alle Komponenten der PV-Anlage, die nicht für eine Außenaufstellung geeignet sind, geschützt untergebracht werden. Für eine begehbare Trafostationen ist eine Fläche von ca. 20 m² erforderlich. Die Aufstellungsorte für die Wechselrichter und Trafostationen sollten zu Errichtungs- und Wartungszwecken gut zugänglich sein. Gut zugänglich bedeutet, direkt mit dem PKW erreichbar. Dies trifft grundsätzlich auf alle Flächen im Bereich der Böschungen zu, jedoch handelt es sich dabei um landwirtschaftlich genutzte Flächen. Damit diese für den Anschluss der PVA nicht beansprucht werden müssen, was ggf. zusätzliche Vertragsverhandlungen mit sich zieht, wurden die Flächen im Bereich der oberirdischen Autobahnüberquerungen, sowie im Süden eine Fläche zwischen der Autobahn und den landwirtschaftlichen Flächen, als geeignet identifiziert. Mit durchschnittlich knapp 2.600 m² bieten diese Flächen ausreichend Platz zur Aufstellung und Einfriedung der Komponenten. Die definierten Abschnitte werden für die Realisierung des Anlagenlayouts aus technischen und wirtschaftlichen Gründen unterteilt (grüne Linien in Abbildung 16 bis Abbildung 18). Für die Anbindung an das Mittelspannungsnetz ist das Verlegen zusätzlicher Mittelspannungsleitungen erforderlich. Um auch dabei die landwirtschaftlichen Flächen nicht zu tangieren, sollten alle Leitungen unterirdisch parallel zu den Fahrwegen verlegt werden. Dabei sind die Leitungswege so zu wählen, dass Unterquerungen der Autobahn auf ein Minimum reduziert werden. Vermeiden lässt es sich ersten Einschätzungen aufgrund der nicht vollumfänglich bekannten Netzinfrastruktur nicht.

Die drei erwähnten Konzeptvarianten werden im Folgenden dargestellt. Die mögliche wirtschaftliche Herangehensweise dazu wird in Kapitel 0 beschrieben.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.3 VARIANTE 1 – EINSPEISUNG INS ÖFFENTLICHE NETZ

Diese Konzeptvariante stellt den Status Quo dar. Bis zur Realisierung weiterer Teilprojekte der Energielandschaft wird der produzierte Strom zu 100 % in das öffentliche Stromnetz der angrenzenden Netzbetreiber eingespeist. Mögliche Einspeisepunkte befinden sich nach ersten Einschätzungen im Norden in Jüchen und Hochneukirch. An diesen Punkten können Ortsnetzstationen des Netzbetreibers verortet werden. Im Süden kann nach erster Einschätzung in Jackerath an der L241 eingespeist werden. Dort verläuft parallel eine Mittelspannungsleitung. Eine Einspeisung in das Tagebaugebiet ist in diesem Konzept nicht vorgesehen.



Abbildung 16 Konzeptvariante 1 (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.4 VARIANTE 2A – DIREKTEINSPEISUNG IN DIE ENERGIELANDSCHAFT

Diese Konzeptvariante entspricht der Idee aus dem Drehbuch des Zweckverbands Landfolge Garzweiler. Der Strom aus den PVA wird ausschließlich für die (Teil-)Versorgung des Projektgebietes Innovationspark Erneuerbare Energien genutzt. Mit Ausnahme des Abschnitts C speisen alle PVA in den größten Verbraucher der Energielandschaft, den Autohof der Zukunft „Green Energy Hub“, ein. Abschnitt C soll aufgrund der Nähe den neuen Stadtteil Jüchen Süd mit versorgen. Netzverknüpfungspunkte können in diesem Konzept nicht festgelegt werden, da sich die anderen Teilprojekte zum Abschluss dieser Machbarkeitsstudie noch in der gleichen Phase befinden. Für die weitere Bearbeitung wird angenommen, dass sich mögliche Einspeisepunkte im Bereich der in Abbildung 17 dargestellten grünen Flächen befinden. Ein weiterer Unterschied zu Variante 1 besteht darin, dass die Verbraucher per Direktleitung versorgt werden sollen. Voraussetzung dafür wird sein, dass es auf der Kunden- bzw. Abnehmerseite eigene Trafostationen gibt, in die eingespeist werden kann. Der Tagebau ist in diesem Konzept bereits abgewickelt.



Abbildung 17 Konzeptvariante 2a (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.5 VARIANTE 2B – EINSPEISUNG IN DEN TAGEBAU (RWE-NETZ)

Diese Konzeptvariante ist eine Kombination aus Variante 1 und 2a (Volleinspeisung und Direktversorgung) und stellt einen möglichen Kompromiss bis zur Realisierung der fertigen Energielandschaft dar (Interimskonzept). Die Volleinspeisung ins öffentliche Stromnetz soll nur aus den an die Versorgungsgebiete angrenzenden PV-Anlagen erfolgen: Die Abschnitte C und D speisen in die Ortsnetzstationen der Ortschaften Jüchen und Hochneukirch ein. Im Süden wird der Abschnitt J in das Stromnetz in Jackerath einspeisen. Die Abschnitte A und B werden an vorhandener Infrastruktur im Tagebau angeschlossen und versorgen so zusätzlich die Anlagen für den Braunkohleabbau (z.B. Schaufelradbagger, Förderbänder o.ä.). Bezüglich vorhandener Infrastruktur wird angenommen, dass diese für die Windenergieanlagen (WEA) aufgebaut wurde und genutzt werden kann. So sind die Netzverknüpfungspunkte im Bereich Tagebau an den Trafostationen der WEA (oder in deren Nähe) definiert.



Abbildung 18 Konzeptvariante 2a (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

Aufgrund der beschriebenen Thematik zu der RWE Power AG in Kapitel 4.3.2 steht dieses Konzept unter dem Vorbehalt der Ab- und Zustimmung der RWE Power AG.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.6 ROLLEN UND KOOPERATIONSPARTNER

Dieses Kapitel beschreibt die wesentlichen Rollen im Projekt und mögliche Kooperationspartner, die für die Projektierung und den weiteren Verlauf der Planung und Umsetzung relevant sind. In Abbildung 19 sind die wesentlichen Kooperationspartner dargestellt.

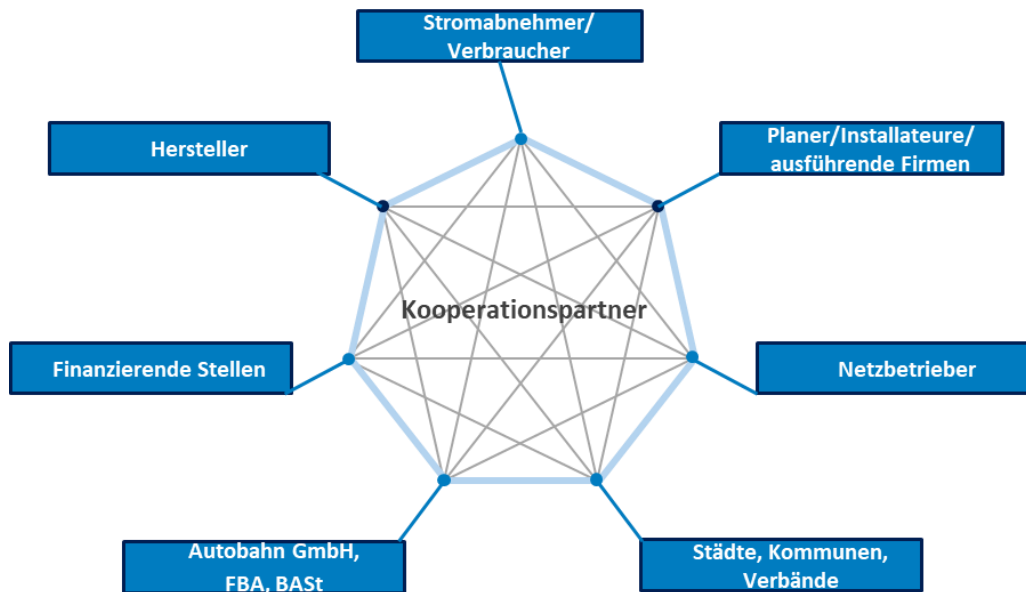


Abbildung 19 Kooperationspartner (Quelle: Eigene Darstellung)

Autobahn GmbH:

Die Autobahn GmbH des Bundes ist eine Organisation, die im September 2018 gegründet wurde und unter der Aufsicht des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr steht. Seit dem 1. Januar 2021 ist die Autobahn GmbH des Bundes zuständig für die Autobahnen in Deutschland. Sie ist verantwortlich für die Planung, den Bau, den Betrieb, die Erhaltung, die Finanzierung und die Verwaltung der Autobahnen in der Bundesrepublik. Mit rund 13.000 km Autobahnnetz ist die Autobahn GmbH eine der größten Infrastrukturbetreiberinnen in Deutschland [Autobahn GmbH, 2021]. Die Autobahn GmbH spielt eine entscheidende Rolle im Rahmen einer möglichen Projektierung der PVA auf den Böschungen und Windschutzanlagen entlang der A44n und den Lärmschutzwänden entlang der A46. Laut der Pressemitteilung des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr ist sie bereits dabei Standorte zu identifizieren, an denen Solaranlagen errichtet werden können [BMDV,2023]. Darüber hinaus erleichtert sie es Kommunen sowie Anliegern und Investoren Photovoltaikmodule im Bereich der Bundesautobahnen zu installieren [BMDV, 2023]. Da die betrachteten Flächen in der Verantwortung der Autobahn GmbH liegen, sind entsprechende Genehmigungen einzuholen und die Autobahn GmbH einzubinden. Denkbare Rollen, die die Autobahn GmbH einnehmen könnte, ist die des Betreibers, als Verpächter der PVA oder als Verpächter der Flächen (vgl. Kapitel 0). Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, muss hierzu insbesondere geklärt werden inwieweit bzw. in welchem Umfang die Autobahn GmbH als Betreiber von PVA oder als Verpächter von Flächen für solche Betreiber wirtschaftlich agieren darf.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

Fernstraßen-Bundesamt:

Das Fernstraßen-Bundesamt (FBA) wurde am 26.09.2018 errichtet und ist eine selbstständige, einstufige Aufsichts- und Genehmigungsbehörde für die Bundesautobahnen und -straßen in Bundesverwaltung. Hierbei handelt es sich um eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV), die überwiegend hoheitliche Aufgaben wahrnimmt [Fernstraßen-Bundesamt, 2021]. Gemäß § 9 Abs. 2c FStrG ist die oberste Landesstraßenbaubehörde oder, soweit dem Bund die Verwaltung einer Bundesfernstraße zusteht, das Fernstraßen-Bundesamt im Genehmigungsverfahren für eine Anlage zur Erzeugung solarer Strahlungsenergie zu beteiligen, wenn eine solche Anlage längs einer Bundesautobahn in Entfernung bis zu 100 m, jeweils gemessen vom äußeren Rand der befestigten Anlage, errichtet oder erheblich geändert werden soll [Fernstraßenbundesamt, 2024]. Da sich die betrachteten Anlagen in diesem Bereich befinden, ist grundsätzlich das Fernstraßenbundesamt in den weiteren Planungsschritten mit einzubinden.

Bundesamt für Straßenwesen (BASt):

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ist die praxisorientierte, technisch-wissenschaftliche Forschungseinrichtung des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr auf dem Gebiet des Straßenwesens [Bundesanstalt für Straßenwesen, 2021]. Hierbei ist ihr wesentlicher Auftrag die Sicherheit, Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit der Straßen zu verbessern. Insbesondere in Bezug auf das Projekt der Solarautobahn wurden und werden zahlreiche Berichte und Forschungsergebnisse mit dem Themenschwerpunkt erneuerbare Energien veröffentlicht. Diese Einrichtung ist ein wichtiger Wissensträger für die erfolgreiche Umsetzung des Projektes.

Netzbetreiber:

Bei Netzbetreibern wird grundlegend zwischen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) und Verteilungs- oder Versorgungsnetzbetreiber (VNB) unterschieden. Die Übertragungsnetzbetreiber betreiben die überregionalen Stromnetze und transportieren Strom auf Höchstspannungsebene (>220 kV) über längere Distanzen. Verteilungsnetzbetreiber sind für die regionalen und lokalen Netze zuständig. Sie verteilen den Strom auf Mittelspannungs- und Niederspannungsebene und gewährleisten den Anschluss der Verbrauchsstellen an das Netz. Jeder Verteilungsnetzbetreiber hat Konzessionen für bestimmte Gebiete. Damit haben sie in ihrem Versorgungsbereich eine natürliche Monopolstellung. Die für das Projekt relevanten Verteilungsnetzbetreiber sind die NEW-Netz GmbH und die Regio Netz GmbH. Die Versorgungsnetzbetreiber sind ebenso für die Integration von Erneuerbare Energien Anlagen in die Stromnetze verantwortlich. Sie müssen den Anschluss von z.B. PVA an das öffentliche Netz prüfen und genehmigen (vgl. Kapitel 4.3.2). Auf der anderen Seite sind sie jedoch auch verpflichtet den Strom abzunehmen und ggf. zu vergüten. Somit ist der Verteilungsnetzbetreiber ein unumgänglicher und wichtiger Partner in der Realisierung von PV-Projekten.

Gemeinden Jüchen, Bedburg, Titz:

Das betrachtete Projektgebiet durchläuft die Gemeinden Jüchen, Titz und Bedburg. Die Gemeinden haben die Kontrolle über die Flächennutzung und können so die Planung und Umsetzung von Photovoltaik-Projekten beeinflussen. Wenn eine Gemeinde über geeignete Flächen verfügt, kann sie diese für Photovoltaik-Projekte nutzen und dabei die lokale Bevölkerung einbinden, um sicherzustellen, dass die Vorteile in der Region bleiben.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

Darüber hinaus können Gemeinden durch den Bau von Photovoltaik-Anlagen ihre CO₂-Bilanz verbessern und die lokale Wirtschaft stärken. Daher spielen die Gemeinden eine wichtige Rolle bei der Entwicklung des Projektes.

Bezirksregierung Köln:

Durch die Bezirksregierung Köln wurde der Planfeststellungsbeschluss der Autobahn getroffen. Demzufolge obliegt der Bezirksregierung die Genehmigung von Vorhaben im Geltungsbereich planfestgestellter Flächen. Eine frühzeitige Konsultation sollte erwogen werden, um die Sicherstellung der Projektierung zu gewährleisten.

Hersteller:

Hersteller von Komponenten für PVA können in Projekten wie diesem auch eine wichtige Rolle einnehmen. Sie haben oft vergleichbare Projekterfahrungen und können so in verschiedenen Projektphasen unterstützen. Vor allem, wenn es darum geht Sonderlösungen zu entwickeln oder Pilotprojekte zu realisieren. Relevante Hersteller sind meist die für Module und Wechselrichter. Erstere haben teilweise auch Cradle-2-Cradle zertifizierte Module im Portfolio. Dies könnte den Innovationscharakter der Solarautobahn stärken, sofern die Module technisch für die Anwendungen geeignet sind. Während der Durchführung der Studie wurden verschiedene Hersteller bereits kontaktiert, um die Anwendung in den ermittelten Technologien zu verifizieren (vgl. Kapitel 4.1).

Planer, Installateure, EPC-Unternehmen:

Planer sind Fachleute, die sich neben der Erstellung von Planunterlagen auch mit deren Umsetzung beschäftigen. Der Installateur ist derjenige, der die Planung umsetzt und das notwendige Material beschafft. Im Wohnungsbau ist der Planer und Installateur oft das gleiche Unternehmen, im gewerblichen Sektor ist häufiger die Kombination aus Planer und Installateur anzutreffen. Ein EPC-Unternehmen hingegen agiert als Generalunternehmer und ist verantwortlich für die Planung, Beschaffung und den Bau der Anlagen. Sie treten oft als schlüsselfertiger Anbieter auf. Grundsätzlich ist bei der Realisierung von PV-Projekten jede Konstellation denkbar, wobei es letztendlich auch von den Anforderungen des Investors oder Betreibers abhängt. Zur Stärkung der lokalen Wertschöpfung könnte die Einbindung lokaler Unternehmen einen Mehrwert für das Projekt bringen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie konnten nur wenige lokale Unternehmen mit Expertise im Fachbereich Photovoltaik ausfindig gemacht werden. Der Großteil dieser Unternehmen ist darüber hinaus im Wohnungsbau tätig. Im Zuge der Umsetzung könnten die Planungs- und Ausführungsleistungen regional ausgeschrieben werden, um lokale Anbieter zu unterstützen.

Projektentwickler

Projektentwickler sind an allen Schritten des Planungsprozesses beteiligt, einschließlich der Standortsuche und Flächenprüfung für das Projekt. Die Erstellung von Kalkulationen und Risikobewertungen, Sicherung geeigneter Flächen durch einen Pacht- oder Kaufvertrag sind auch Bestandteil ihrer Leistung. Je nach Auftragsumfang übernehmen sie auch die erste Koordination mit dem Verteilungsnetzbetreiber (vgl. oben und Kapitel 4.3.2). Sie koordinieren darüber hinaus die konkrete Planung der PV-Anlage und stimmen sich mit allen Beteiligten (Behörden, Verbänden, Auftraggebern, Netzbetreibern etc.) ab. Im Rahmen der Umsetzung könnten entsprechende Leistungen regional ausgeschrieben werden, um lokale Anbieter zu unterstützen.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

Finanzierende Stellen/ Fördermittelgeber:

Fördermittelgeber sind Organisationen oder Institutionen, die finanzielle Unterstützung für bestimmte Projekte oder Programme bereitstellen. Um die Wirtschaftlichkeit im Projekt zu erhöhen werden in Kapitel 0 verschiedenen Förderprogramme vorgestellt und entsprechend bewertet. Im Rahmen des Projektes sind Fördermittelgeber frühzeitig einzubinden und Anträge vor dem Maßnahmenbeginn zu beantragen, um eine entsprechende Förderschädlichkeit entgegenzuwirken. Einige Fördermittelgeber bieten auch mehrstufige Verfahren an, in denen mit Antragstellung entsprechende Projektskizzen eingereicht und erstellt werden müssen.

Stromabnehmer/Verbraucher:

Wie bereits in Kapitel 4.4 beschrieben, könnten die Teilprojekte als zukünftige Stromabnehmer bzw. Verbraucher fungieren. Um eine direkte Vermarktung bspw. über einen On-Site PPA (vgl. Kapitel 5.3.5) zu gewährleisten, ist es sinnvoll zukünftige Abnehmer in die Konzeptentwicklung einzubinden. Eine gemeinsame (zeitliche) Entwicklung würde im Hinblick auf die Realisierbarkeit die Chancen erhöhen.

Eine weitere Alternative könnte die Einbindung oder Gründung von Energiegemeinschaften sein. Energiegemeinschaften sind Zusammenschlüsse, die sich organisieren, um gemeinsam im Bereich der Energieerzeugung, -speicherung, -verbrauch und -verkauf tätig zu werden. Diese können als Verein, Genossenschaft oder Gesellschaft auftreten. Energiegemeinschaften tragen dadurch zur lokalen Wertschöpfung bei. Außerdem steigern sie die Bürgerbeteiligung und Akzeptanz in solchen Projekten und unterstützen so bei der Erreichung lokaler Klimaziele. Insbesondere bei einer Vermarktung von Strom aus PVA über PPA, können Energiegemeinschaften eingebunden und so die lokale Vermarktung und Wertschöpfung ermöglicht werden. Darüber hinaus beginnt bei Energiegemeinschaften die im EEG festgelegte Ausschreibungsverpflichtung von Freiflächenanlagen nicht ab einer Anlagengröße von 1 MWp sondern 6 MWp f. Im Rahmen der Studie wurde bereits eine Energiegemeinschaft identifiziert, die lokal vertreten ist.

RWE Power AG / RWE Renewables GmbH

Die RWE Power AG spielt in diesem Projekt eine wichtige Rolle, da sich das Projektgebiet größtenteils über den Tagebau erstreckt. Während der Durchführung der Studie konnten von der RWE Power AG nur bedingt Informationen bereitgestellt werden (siehe Kapitel 4.3.2). Darüber hinaus ist sie Eigentümerin der Flächen rund um die Autobahn A44n, allerdings nur für 10 Jahre nach der Verfüllung. Dann werden die Grundstücke an die ursprünglichen Eigentümer zurückgegeben. Aus diesen Gründen kann es in der Umsetzungsphase sinnvoll sein, mit der RWE Power AG über mögliche Kooperationen zu verhandeln. Darüber hinaus könnte der Strom aus den PVA die Anlagen des Tagebaus mitversorgen (siehe Kapitel 4.3.5). Die Entwicklung und Umsetzung bestehender Erneuerbare-Energien Anlagen auf dem Gelände der RWE innerhalb des Projektgebiets erfolgte durch die RWE Renewables GmbH. Weitere Projekte sind geplant. Somit nimmt auch diese Gesellschaft des RWE-Konzerns eine wichtige Rolle in diesem Projekt ein, da in Bezug auf die zukünftige Energieerzeugung im Tagebau Garzweiler ähnliche Interessen bestehen und folglich durchaus Synergien vorhanden sein können.

ENTWICKLUNG VON KONZEPTVARIANTEN

4.4.7 ZWISCHENFAZIT

Ein zentrales Anlagenlayout ist die beste Wahl für diese groß angelegten PV-Projekte. Aufgrund der verschiedenen Anwendungen (Lärmschutz, Windschutz, Böschung) und der Dynamik im Projekt werden für das zentrale Layout mehrere kleine Wechselrichter anstatt einem Zentralwechselrichter empfohlen. Ein dezentrales Systemkonzept ist aus finanzieller Sicht in Bezug auf den Kosten-Nutzen-Faktor nicht zu empfehlen. Die Konzepte sind inhaltlich so aufgebaut, dass sie im Zuge der Entwicklung der Energielandschaft angepasst werden können. Mit Blick auf die Vernetzung der Teilprojekte und zur Schaffung von Synergien, ist langfristig die Umsetzung der Konzeptvariante 2a zu empfehlen. Bis dahin könnte gegebenenfalls Konzeptvariante 2b als „Zwischenlösung“ Anwendung finden.

5 FINANZIERUNG UND WIRTSCHAFTLICHE BEURTEILUNG

5.1 IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Zur Identifikation geeigneter Förderzugänge für Solarautobahnen wurde eine Analyse potentieller Förderprogramme durchgeführt. Hierzu wurden Fördermöglichkeiten des Landes NRW, der Bundesrepublik sowie der EU zusammengetragen und im Hinblick auf die Förderfähigkeit für die Konzeptvarianten qualitativ bewertet. Neben der Zuschussförderung wurden auch zinsvergünstigte Kredite berücksichtigt und die Förderprogramme im Hinblick auf Art des Fördergebers, Förderumfang, wesentliche Voraussetzungen sowie das eingeschätzte Förderpotenzial bewertet.

In der Tabelle 11 sind alle Förderprogramme aufgeführt, die für das Projekt Solarautobahn aber auch im Zusammenspiel mit den betrachteten Teilprojekten in Frage kommen können. Um die Relevanz des Förderprogrammes zu bewerten, wurde folgende Bewertungsskala verwendet:

Grün Programme mit hoher Förderwahrscheinlichkeit

Gelb Programme mit mittlerer Förderwahrscheinlichkeit

Rot Programme mit geringer/keiner Förderwahrscheinlichkeit

Unberührt ist allerdings die Verfügbarkeit von Fördermitteln auf Grund der aktuellen Haushaltslage (Stand: Februar 2024). Inwieweit aktuell ausgesetzte Förderprogramme in Zukunft wieder zur Verfügung stehen, kann zum Zeitpunkt der Machbarkeitsstudie nicht bewertet werden. In der Tabelle wurde entsprechend kommentiert, welche Programme zum Zeitpunkt der Studie ausgesetzt sind.

Machbarkeitsstudie Solarautobahn

Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler

IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Tabelle 11 Förderpotenziale

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderhöhe	Quick Check Förderfähigkeit			
							Konzeptvariante	1	2a	2b
Förderung von Photovoltaikanlagen	progres NRW	Anteilfinanzierung	<ul style="list-style-type: none"> - Privatpersonen, WE-Gemeinschaften, GbR, Sozietäten - Freiberuflich Tätige - Unternehmen - Körperschaften und Anstalten des öfftl. Rechts, z.B. Hochschulen, Verbände, Stiftungen - Juristische Personen des Privatrechts - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Freiflächenanlagen mit und ohne Eigenversorgung, - Agri-PVA Anlagen ab 100 kWp 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlage detaillierte Anlagenbeschreibung - Auswahl der Projekte erfolgt per Einzelfallentscheidung - Anlagen, die keine EEG-Vergütung erhalten haben 	<ul style="list-style-type: none"> - Freiflächenanlagen ohne Eigenversorgung: max. 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (max. 500.000,- €) - Freiflächenanlagen mit Eigenversorgung: max. 15 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (max. 500.000,- €) - Agri-PV-Anlage mit/ohne Eigenversorgung max. 25 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (max. 1.000.000,- €) - Förderung auf Grund der Haushaltslage ausgesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> - Förderfähig beispielsweise für Böschungen an der A44 - Für PVA, die EEG nicht in Anspruch nehmen - Vermarktung über sonstige Vermarktung denkbar 			
Förderung von Beratungsleistungen zum Photovoltaikausbau	progres NRW	Anteilfinanzierung	<ul style="list-style-type: none"> - Städte - Gemeinden - Zusammenschlüsse - Zweckverbände - Unternehmen - Private Hochschulen und Forschungseinrichtungen - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Machbarkeitsstudien, Konzepterstellung, Potenzial-, Wirtschaftlichkeitsanalysen - Erstellung von Umwelt-/ Blendgutachten - Voruntersuchung der Statik und Standsicherheit - Prüfung von Netzanschlüssen 	<ul style="list-style-type: none"> - Anbieterneutrale und unabhängige Beratungsleistung - Förderung je Netzanschluss und Standort nur ein Mal - Nachweis fachspezifischer Beratungsleistungen in den letzten zwei Jahren 	<ul style="list-style-type: none"> - für Städte, Gemeinden und Zweckverbände 90-100 %, max. 50.000,- € (finanzschwache Kommunen 100 %) - Unternehmen je nach Größe, Hochschulen und Forschungseinrichtungen 70 % max. 35.000,- € - Förderung auf Grund der Haushaltslage ausgesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung von weiterführenden Studien förderfähig, die auf die Machbarkeitsstudie aufbauen - Für vorgelagerte notwendige Studien z.B. Statik, Blendgutachten, Schallschutz aber nicht als Zuschuss für Umsetzung von PV-Anlage geeignet 			
Energieinfrastruktur	NRW.Bank	Zinsvergünstigung Annuitäten-/Ratendarlehen	<ul style="list-style-type: none"> - Inl. und ausl. Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft - Unternehmen mit mehrheitlich öfftl. Gesellschaftshintergrund - Gemeinnützige Organisationsformen - Freiberuflich Tätige - Private Investoren - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Investitionen in Anlagen zur Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung in NRW - Anschaffung von Einrichtungen und Maschinen - Betriebs- und Geschäftsausstattung - Erwerb von Grundstücken/Gebäuden - Gewerbliche Baukosten 	<ul style="list-style-type: none"> - Investitionsort in NRW - Überwiegender Teil der erzeugten Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist (telefonischer Hinweis) 	<ul style="list-style-type: none"> - bis zu 100 % der förderfähigen Kosten - Mindestbetrag: 125.000,- € - Höchstbetrag: 150 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzbar für die Finanzierung von PVA sowie Anlagen zur Speicherung und Verteilung des erzeugten Stroms - Lediglich für Konzepte anwendbar, die den erzeugten Strom überwiegend ins Netz einspeisen 			
Programmbereich Innovation	Land NRW	Zuschuss	<ul style="list-style-type: none"> - Jur. Personen des öffentlichen Rechts und des Privatrechts mit Betriebsstätte oder Niederlassung in NRW - Unternehmen - Hochschulen, Forschungseinrichtungen - Gemeinden und Gemeindeverbände - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Innovative Vorhaben in anderen Energiethemenfeldern bei außerordentlichem Landesinteresse - Demonstrations- und Pilotprojekte - Industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> - Klar erkennbarer Innovationscharakter - Realisierung überwiegend in NRW - Vorhaben wird nicht vor Be-willigung begonnen - Indikatoren vorlegen zur Überprüfung der Zielerreichung - Bevorzugte Förderung an folgende Kooperationen: - Unternehmen untereinander - Wissenschaft und Wirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Kleine Unternehmen: 80 % der förderfähigen Kosten - Mittlere Unternehmen: 75 % der förderfähigen Kosten - Große Unternehmen: 65 % der förderfähigen Kosten - Hochschulen und Forschungseinrichtungen: 100 % der förderfähigen Kosten - Bagatellgrenze: 25.000,- € 	<ul style="list-style-type: none"> - Mehrstufiges Verfahren, Projektskizze muss in der ersten Stufe erstellt werden. - Nach Rücksprache mit dem Fördermittelgeber, werden hier lediglich hochinnovative Konzepte (erstmalige Ausführung, im vorwettbewerblichen Bereich) gefördert - Laut Ersteinschätzung des Fördermittelgebers ist die Förderfähigkeit sehr gering 			

Machbarkeitsstudie Solarautobahn

Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler

IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderpotenzial	Quick Check Förderfähigkeit			
							Konzeptvariante	1	2a	2b
KfW-Programm Erneuerbare Energien – Standard	KfW	Zinsvergünstigung/Kredit	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunale Zweckverbände - Nat. und jur. Personen und rechtsfähige Personengesellschaften - Körperschaften des öfftl. Rechts - Gemeinnützige Antragsteller - Unternehmen mit min. 50 %-iger öfftl.-rechtlicher Beteiligung - Unternehmen, die mit Contracting Dienstleistungen für Dritte erbringen - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien einschließlich der zugehörigen Kosten für Planung, Projektierung und Installation - PVA auf Dächern, an Fassaden und auf Freiflächen - Anlagen zur Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien 	<ul style="list-style-type: none"> - Erfüllung Anf. EEG - Teil des Stroms muss verkauft oder eingespeist werden (private und gemeinnützige Antragsteller) - Vereinbar mit Ausschussliste der KfW - Kreditinstitut darf bis zu 25 % am geförderten Unternehmen beteiligt sein 	<ul style="list-style-type: none"> - Zinsvergünstigung - Kredit bis zu 100 % der förderfähigen Kosten max. 150 Mio. € je Vorhaben 	<ul style="list-style-type: none"> - Kombinierbar mit anderen Fördermitteln - Kredit kommt infrage, allerdings werden folgende Vorhaben nicht gefördert: - Bund, Bundesländer und deren Einrichtungen - Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften & kommunale Unselbstständige Eigenbetriebe 			
Förderung von stationären wasserstoffbasierten Energiesystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage	progres NRW	Anteilfinanzierung	<ul style="list-style-type: none"> - Privatpersonen - Freiberuflich Tätige - Kommunale Gebietskörperschaften, Gemeinde- und Zweckverbände - Unternehmen - Juristische Personen des Privatrechts - ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyseure und Wasserstoffspeicher - Wasserstoffbasierte Heizkessel 	<ul style="list-style-type: none"> - System min. aus: Elektrolyseur, Wasserstoffspeicher, PV, wasserstoffbasierter Energiewandler - Bei Kombination mit anderen Förderprogrammen keine Kumulation möglich, jede Komponente nur 1x 	<ul style="list-style-type: none"> Förderung von Elektrolyseuren und Wasserstoffspeicher: - 40 % der zuwendungsfähigen Kosten, max. 100.000,- € je Anlagensystem - Wasserstoffbasierte Heizkessel: - Max. 40 % der zuwendungsfähigen Kosten, max. 110.000,- € 	<ul style="list-style-type: none"> - "Wasserstoffbasierter Energiewandler" benötigt - Ansatz für wasserstoffbasierte Heizkessel - Nur als Gesamtsystem mit Elektrolyseuren denkbar. Förderung bezieht sich allerdings auf die Wasserstoffsysteme. 			
Förderung von kommunalen Konzepten für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur	progres NRW	Anteilfinanzierung	<ul style="list-style-type: none"> - Gemeinden, Gemeindeverbände und Zweckverbände nach dem Gesetz über kommunale Gemeinschaftsarbeit - Kommunale Betriebe, sobald diese keine wirtschaftliche Tätigkeit nach europäischem Beihilferecht ausüben 	<ul style="list-style-type: none"> - Standortkonzepte durch externe Berater - Bedarfsermittlung, Identifizierung geeigneter Flächen, Netzinfrastruktur und Netzanbindung, ... 	<ul style="list-style-type: none"> - Neutrale, unabhängige und qualifizierte Beratung - Antragsberechtigte dürfen im Rahmen der Verwertung der Ergebnisse keine eigene wirtschaftliche Aktivität planen 	<ul style="list-style-type: none"> - Max. 80 % der zuwendungsfähigen Kosten, max. 64.000,- € - Ein Antrag kann bis zum 31.12.2025 gestellt werden 	<ul style="list-style-type: none"> - Lediglich Förderung von Konzepten in Bezug auf Ladeinfrastruktur 			

Machbarkeitsstudie Solarautobahn

Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler

IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderpotenzial	Quick Check Förderfähigkeit			
							Konzeptvarianten	1	2a	2b
BMUV-Umweltinnovationsprogramm	BMUV/ KfW	Zinsvergünstigung - Kredit oder Zuschuss	<ul style="list-style-type: none"> - In- und ausländische gewerbliche Unternehmen mit einer Betriebsstätte in Deutschland - Unternehmen mit kommunaler Beteiligung - Kommunale Gebietskörperschaften, deren Eigenbetriebe, Zweckverbände 	<ul style="list-style-type: none"> - Erstmalig fortschrittliche technologische Verfahren und Verfahrenskombinationen zur Vermeidung oder Verminderung von Umweltbelastungen in großtechnischem Maßstab - Energieeinsparung, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien - Modellhafte Investitionsvorhaben, mit denen eine Anpassung an den Klimawandel erreicht werden soll, sofern dadurch Umweltbelastungen unmittelbar vermieden oder vermindert werden 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Anlagen und Verfahren gehen über den Stand der Technik hinaus - Oder stellen eine neuartige Verfahrenskombination im ausgewählten Anwendungsbereich dar und haben im technischen Sinne Demonstrationscharakter (großtechnische Demonstration) 	<ul style="list-style-type: none"> - Zinszuschuss bis 70 % der förderfähigen Ausgaben ohne Höchstbetrag - Investitionszuschuss: - bis 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (Großunternehmen) - bis 30 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (KMU & sonst. Antragstellende) - bis 50 % für Messungen und Untersuchungsprogramme zur Erfolgskontrolle - Höhe im Einzelfall festgelegt 	<ul style="list-style-type: none"> - Erläuterung Erstmaligkeit: "erstmalig fortschrittliche technologische Verfahren und Verfahrenskombinationen zur Vermeidung oder Verminderung von Umweltbelastungen in großtechnischem Maßstab" - Nicht kombinierbar mit Bundes- oder Landesfördermitteln - Nach Rücksprache mit dem Fördermitelgeber wurde vergleichbare Projekte bereits abgelehnt. Auch C2C und Verwendung der Baustoffe zählen nicht als technische Innovationen 			
Horizont Europa – Rahmenprogramm für Forschung und Innovation (2021–2027)	Europäische Union	Zuschuss, Preisgelder, öffntl. Aufträge und Stipendien	<ul style="list-style-type: none"> - Im Rahmen der Antragstellung je nach Cluster und Destination zu erübrigen 	<ul style="list-style-type: none"> - Gesundheit - Kultur, Kreativität und inklusive Gesellschaft - Zivile Sicherheit für die Gesellschaft - Digitalisierung, Industrie und Weltraum - Klima, Energie und Mobilität - Lebensmittel, Bioökonomie, natürliche Ressourcen, Landwirtschaft und Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> - Min. drei voneinander unabhängige Unternehmen aus drei verschiedenen Ländern müssen beteiligt sein (in verschiedenen Bereichen Einzelanträge möglich) - Projekt muss zwei Cluster bedienen 	<ul style="list-style-type: none"> - Je nach Vorhaben bis zu 100 %, bei Innovationsmaßnahmen grundsätzlich 70 % der Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> - Dann Förderung im Bereich Klima, Energie und Mobilität denkbar - Einbindung von drei Unternehmen aus drei verschiedenen Ländern auf Grund dem Ziel einer lokaleren Wertschöpfung untergeordnet zu betrachten 			
Angewandte nichtnukleare Forschungsförderung	BMWK	Zuschuss	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft - Freiberuflich Tätige mit Betriebsstätte oder Niederlassung in Deutschland - Hochschulen und Forschungseinrichtung - Gebietskörperschaften und Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung 	<ul style="list-style-type: none"> - Energieerzeugung: - Photovoltaik, Windenergie - Energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe - Geothermie, Wasserkraft und Meeresenergie - Thermische Kraftwerke 	<ul style="list-style-type: none"> - Stand der Technik wird fortentwickelt - Projekt ist mit hohem technischem und wirtschaftlichem Risiko verbunden - Stärken der Kompetenz zur Lösung definierter Probleme 	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft: 50 % der förderfähigen Kosten - KMU unter bestimmten Voraussetzungen Bonus - Als Hochschule bis zu 100 % der förderfähigen Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfen, ob geforderter Innovationsgrad erreicht und was zur Forschung zählt - Dann Förderung im Bereich Photovoltaik und Windenergie denkbar - Hierbei handelt es sich um ein mehrstufiges Verfahren, bei dem vor Bewilligung der Fördergelder eine Projektskizze erstellen muss. Bzgl. des Projektes könnte lediglich das Projekt als Reallabor der Energiewende dargestellt werden - Laut telefonischer Ersteinschätzung des Fördermitelgebers erscheint die Wahrscheinlichkeit der Förderung gering, da der Fokus aktuell nicht auf der Förderung von PVA liegt - Daher wird die Erstellung einer Projektskizze (1. Stufe) empfohlen, um eine finale Rückmeldung zu erhalten 			

Machbarkeitsstudie Solarautobahn

Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler



IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderpotenzial	Quick Check Förderfähigkeit			
							Konzeptvariante	1	2a	2b
Innovationswettbewerb Energie.IN.NRW	EFRE	Zuschuss	<ul style="list-style-type: none"> - KMU - Große Unternehmen - Kommunale Einrichtungen - Kommunale Unternehmen - Forschungs- und Bildungseinrichtungen - Kammern, Vereine und Stiftungen mit Sitz in NRW 	<p>Auszug der relevanten Förderthemen: Themenbereich Sektorenübergreifendes Energiesystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Systemübergreifende Betrachtung und Weiterentwicklung der Energieinfrastruktur (Flexibilitäten, Wasserstoff) sowie innovative Sektorenkopplungstechnologien und -konzepte (einschließlich Power-to-X-Anwendungen) - Technologische Weiterentwicklungen zum Ausbau der erneuerbaren Energien (z.B. PV, Wind- und Wasserkraft, Bioenergie) - Modernisierung und systemdienlicher Ausbau der Wärme- und Kältenetze sowie Nutzung von Abwärmepotenzialen 	<ul style="list-style-type: none"> - Vorhaben von mindestens zwei Teilnehmereberechtigten - Bei mindestens einem Teilnehmereberechtigten muss es sich um ein KMU in NRW handeln - Bei mehreren Teilnehmereberechtigten dürfen auf jeden min. 10 % und max. 70 % der förderfähigen Gesamtausgaben entfallen - Beachtung klimapolitischer Standards und Prioritäten der EU - Großunternehmen nur in Kooperation mit KMU förderfähig - Vorhaben muss vorwiegend in NRW umgesetzt werden 	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmen mit: <ul style="list-style-type: none"> - 1 bis 49 Beschäftigten (JAE) und einem Umsatz bis 10 Mio. € oder einer Jahresbilanzsumme bis 10 Mio. € höchstens 80 % - 50 bis 249 Beschäftigten (JAE) und einem Umsatz bis 50 Mio. € oder einer Jahresbilanzsumme bis 43 Mio. € höchstens 75 % - Mehr als 249 Beschäftigten (JAE) und einem Umsatz ab 50 Mio. € oder einer Jahresbilanzsumme ab 43 Mio. € höchstens 65 % - Hochschulen und Forschungseinrichtungen, max. 90 % - Einreichungsrunde 3 bis 22.11.2024 	<ul style="list-style-type: none"> - Anhand gewichteter Auswahlkriterien findet die Entscheidung über die Zuwendung statt - Höhe der Förderung und Förderfähigkeit abhängig von Scoring-System - Hierzu müssen entsprechende Projektskizzen eingereicht werden - Förderpotentiale insbesondere im Themengebiet Sektorenübergreifendes Energiesystem der Zukunft für das Konzept 2a - Konkrete Einschätzung Förderpotentiale erst nach Einreichung der Projektskizze 			
Regio.NRW – Transformation	EFRE	Zuschuss	<ul style="list-style-type: none"> - KMU - Kommunen - Kommunale Unternehmen und Einrichtungen - Forschungs- und Bildungseinrichtungen - Kammern, Vereine und Stiftungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Projekte, die einen Beitrag zu regionalen Transformationsprozessen im Bezug auf <ul style="list-style-type: none"> - „Wissens- und Technologietransfer“ - „Klimagerechte, urbane Energielösungen“ - „circular economy“ - „Klimaanpassung auf lokaler und regionaler Ebene“ leisten 	<ul style="list-style-type: none"> - Standort in NRW - Mindestens in drei Kreisen oder min. 1 Mio. Einwohner - Projektlaufzeit < 36 Monate - „Kooperationsvorhaben werden ausdrücklich begrüßt“ - „Idealerweise Projekte aus einer bestehenden Entwicklungsstrategie hergeleitet“ 	<ul style="list-style-type: none"> - Förderumfang richtet sich nach Projekt, inwiefern Richtlinien des Scoring-Systems erfüllt werden, bspw. Innovationsgrad - Einstufung des Projektes entsprechend - Bis maximal 90 % der zuwendungsfähigen Kosten möglich - Fördermittel wird im Herbst 2024 neu aufgesetzt, Förderumfang, Voraussetzungen und Antragsberechtigte können stark von den jetzigen Angaben abweichen - Stichtag Einreichungsrunde 2: 31.01.2025 	<ul style="list-style-type: none"> - Anhand gewichteter Auswahlkriterien findet die Entscheidung über die Zuwendung statt - Hierzu müssen entsprechende Projektskizzen eingereicht werden - Voraussetzung von mindestens drei Kreisen mit Rhein-Kreis Neuss, Kreis Düren und Kreis Heinsberg voraussichtlich erfüllt - Höhe der Förderung und Förderfähigkeit abhängig von Scoring-System - Aufgrund der Neuauflage im Herbst 2024 kann zum jetzigen Zeitpunkt keine belastbare Einschätzung abgegeben werden 			
Förderbausteine zum Photovoltaikausbau im Rheinischen Revier	Bund/ Land NRW	Zuschuss	<ul style="list-style-type: none"> - Städte, Gemeinden und Kreise sowie deren Zusammenschlüsse und Zweckverbände im Rheinischen Revier 	<ul style="list-style-type: none"> - Systeme aus Photovoltaik-Dachanlagen und Batteriespeichern auf kommunalen Gebäuden für den Eigenverbrauch - Planungsvorhaben zur Vorbereitung von investiven Maßnahmen zur Errichtung oder Erweiterung von PV-Anlagen. Förderung nur 1x je Standort und Netzanschluss - Bei mehreren unterschiedlichen Netzanschlüssen mehrere Anträge möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Nutzung der Gebäude für wirtschaftliche Tätigkeiten im Sinne des europäischen Beihilferechts - Jahresertrag der PV darf nicht höher sein als der prognostizierte Stromverbrauch - Eigenverbrauchsquote min 80% - Gewinne sind in nicht wirtschaftliche Tätigkeiten der Kommune zu reinvestieren 	<ul style="list-style-type: none"> - Förderhöchstgrenze PV auf Dachanlagen: 350.000,- € - Förderhöchstgrenze Planungsleistungen zum Photovoltaikausbau: 35.000,- € je Standort und Netzanschluss - Bis zu 95% der zuwendungsfähigen Ausgaben - Mögliche Förderquote 2024 für Jüchen bei 92,5 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Förderung bezieht sich auf PV-Dachanlagen auf kommunalen Gebäuden 			

Machbarkeitsstudie Solarautobahn

Zweckverband LANDFOLGE Garzweiler

IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Förderprogramme	Fördergeber	Art der Förderung	Antragsberechtigte	Förderumfang	Wesentliche Voraussetzungen	Förderpotenzial	Quick Check Förderfähigkeit			
							Konzeptvariante	1	2a	2b
Stadtentwicklung für das „Rheinische Revier der Zukunft“	Bund/ Land NRW	Anteilsfinanzierung mit Höchstbetragsregelung	<ul style="list-style-type: none"> - Gemeinden und Gemeindeverbände im Rheinischen Revier. Düren, Euskirchen und Heinsberg, Rhein-Erft-Kreis, Rhein-Kreis Neuss, Städteregion Aachen, Stadt Mönchengladbach - Jur. Personen, die sich ausschließlich in öfftl. Hand der genannten Gemeinden befinden 	<ul style="list-style-type: none"> - Städtebauliche Neuordnung durch Neu-, Wieder- und Zwischennutzung von Industrie-, Verkehrs- oder Militärbrachen - Maßnahmen des Klimaschutzes, zur Anpassung an den Klimawandel und zur Verbesserung der grünen Infrastruktur (z.B. energetische Gebäudesanierung, Bodenentsiegelung, klimafreundliche Mobilität, Nutzung klimaschonender Baustoffe, Schaffung/Erhalt oder Erweiterung von Grünflächen und Freiräumen, Vernetzung von Grün- und Freiflächen, Begrünung von Bauwerksflächen Projekte der wassersensiblen Stadt- und Freiraumplanung) - Maßnahmen mit hohem Innovations- und Experimentiercharakter in außerordentlichen Stadtentwicklungsformaten 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgaben des Grunderwerbs nicht mehr als 50% der förderfähigen Gesamtausgaben - Die Mittel für den Strukturwandel im Rheinischen Revier sind zusätzliche Hilfen [...] Antragsteller haben im Antrag zu erklären, dass andere öffentliche Finanzierungsmöglichkeiten nicht zur Verfügung stehen - Steht in Verbindung mit städtebaulichen Projekten 	<ul style="list-style-type: none"> - Bis zu 95% der zuwendungsfähigen Ausgaben - Bagatellgrenze: Beantragte Förderung mindestens 100.000,- € - Die Fördersätze werden jährlich von IT.NRW rechnerisch ermittelt und der Bewilligungsbehörde mitgeteilt 	<ul style="list-style-type: none"> - „Sterneverfahren“ als Vorstufe zur Aufnahme in das Stadtentwicklungsprogramm - Zweistufiges Antragsverfahren - Da Fokus auf Stadtviertel und Zentren Förderfähigkeit fraglich; Lediglich in Verbindung mit den anderen Teilprojekten denkbar - Konkrete Einschätzung Förderpotentiale erst nach Einreichung der Projektskizze 			

IDENTIFIKATION MÖGLICHER FÖRDERZUGÄNGE

Im Rahmen der Fördermittelanalyse wurden zahlreiche Förderprogramme identifiziert. Im Wesentlichen konnten folgenden Förderprogramme mit einem hohen Förderpotential ermittelt werden:

- Zuschussförderung von Photovoltaikanlagen durch progres-NRW: Förderhöhen bei zwischen 15-20 % je Konzeptvariante und einer maximalen Förderhöhe von 500.000 € beim Bau der Anlagen (zum Zeitpunkt der Machbarkeitsstudie ausgesetzt)
- Zuschussförderung von Beratungsleistungen zum Photovoltaikausbau durch progres-NRW: Förderhöhen für Beratungsleistungen bei zwischen 90-100 % je Konzeptvariante und einer maximalen Förderhöhe von 35.000 € (zum Zeitpunkt der Machbarkeitsstudie ausgesetzt)
- Förderung (Zinsvergünstigte Kredite) der Energieinfrastruktur durch die NRW.Bank: 100 % förderfähige Investitionskosten ansetzbar bei den Konzepten 1 und in Teilen Konzeptvariante 2b

Zum Zeitpunkt der Durchführung der Machbarkeitsstudie können einige Förderprogramme von progres.NRW auf Grund der Haushaltslage nicht verwendet werden. Sollten die Gelder hierfür erneut freigegeben werden, wären Zuschussförderungen von bis zu 535.0000 € möglich. Im Hinblick auf die notwendige Gesamtinvestition würden dadurch ca. 3 % der Investitionskosten bezuschusst werden. Wie hoch die zinsvergünstigten Kredite ausfallen, muss im Einzelfall geprüft werden. Höhere Fördermittel können lediglich durch die Förderprogramme, deren Wahrscheinlichkeit mit „mittel“ bewertet wurde, erzielt werden. Hier wurde z.T. laut Aussagen der Fördermittelgeber die Wahrscheinlichkeit auf Grund des eventuell nicht ausreichenden Innovationsgrades oder einer nötigen Kombination mit anderen Technologien mit „wenig aussichtsreich“ bewertet. Darüber hinaus wird über die Höhe der Zuwendung des EFRE-Förderprogramms mit einem Scoring-Modell entschieden. Im Hinblick auf das Förderprogramm „Stadtentwicklung für das „Rheinische Revier der Zukunft“ können lediglich höhere Förderchancen erzielt werden, wenn das Projekt Solarautobahn in Verbindung mit anderen Teilprojekten erarbeitet und gestellt wird.

Inwieweit Förderungen bei den mit mittel bewerteten Förderprogrammen hier erzielt werden können, kann erst durch die Erstellung von Projektskizzen, einer geklärten Betreiberverantwortung und weiteren notwendigen Detailinformationen geklärt werden.

BETREIBERMODELLE

5.2 BETREIBERMODELLE

Betreibermodelle für PVA beschreiben die Art und Weise, wie die PVA errichtet, betrieben und finanziert werden, wer den erzeugten Strom nutzt bzw. verkauft und wer für die Wartung und Instandhaltung der Anlage verantwortlich ist. Sie ermöglichen die Realisierung eines wirtschaftlichen Betriebs der Anlagen. Im Rahmen der Studie werden hier im Wesentlichen die Betreibermodelle Eigenbetrieb und Anlagenpacht sowie Flächenpacht betrachtet und erläutert.

Eigenbetrieb: Bei diesem Modell hat ein Unternehmen, eine juristische Person oder eine Privatperson eine PVA gekauft oder finanziert und installieren lässt. Der Eigentümer kann den erzeugten Strom selbst verbrauchen und/oder ins öffentliche Netz einspeisen. Dem Eigentümer obliegt die volle Kontrolle über die Stromproduktion, die Nutzung und den Verkauf des erzeugten Solarstroms. Er trägt außerdem die volle Verantwortung für Betrieb, Instandhaltung, Reinigung, mögliche Reparaturen und Wartung der Anlage selbst. Somit liegt im Eigenbetrieb die Koordination der Planung und des Baus sowie der Betrieb beim Eigentümer der Anlage. Insgesamt liegt der volle Kapitaleinsatz, aber auch die höchste Einspar- bzw. flexibelsten Vermarktungsmöglichkeit beim Eigentümer.

Anlagenpacht: Bei diesem Modell finden die Planung und Bau einer PV-Anlage durch den Verpächter der Anlage statt. Die Anlage wird im Anschluss an einen Nutzer (Verbraucher) verpachtet und die Betriebsführung erfolgt durch den Anlagenpächter. Die Anlage verbleibt weiterhin im Eigentum des Verpächters. Der Anlagenpächter betreibt die Anlage auf das eigene wirtschaftliche Risiko. Nach Pachtende wird die Anlage dem Eigentümer zurückgegeben.

Flächenpacht: Flächeneigentümer können diese an Dritte zur Errichtung einer PVA vermieten oder verpachten. Sie erzielen dann Einnahmen aus der Vermietung oder Verpachtung der Flächen. Der Investor der PVA ist vollumfänglich für die Anlage zuständig und verantwortlich und vermarktet die Stromerzeugnisse selbst. Hierbei werden keine Ressourcen seitens des Flächeneigentümers gebunden. Es werden zum Eigentumsschutz i.d.R. Dienstbarkeiten eingetragen. Da zum Zeitpunkt der Studie noch nicht geklärt ist, in welcher Art Flächen verpachtet werden können und wer eventuell als Eigentümer oder Anlagenbetreiber auftritt, wird im weiteren Verlauf eine Bewertung der verschiedenen Betreibermodellen empfohlen.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird für die Vermarktungsmöglichkeiten und die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung angenommen, dass der Eigentümer der Anlagen gleichzeitig der Anlagenbetreiber ist (Eigenbetrieb).

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

5.3 STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

5.3.1 VORGEHEN UND BERECHNUNGSGRUNDLAGE

Um ökonomisch die PVA an den Böschungen, Lärmschutz und Windschutzanlagen zu bewerten, werden die Stromgestehungskosten der verschiedenen Anlagentypen bestimmt. Die Anlage erzielt Gewinne, wenn die Gestehungskosten unterhalb eines über die Ausschreibung oder durch eine PPA (On-Site/Off-Site) erzielten Erlöses liegen.

Stromgestehungskosten für Photovoltaik beschreiben die Gesamtkosten, die für die Erzeugung von Solarstrom aus Photovoltaikanlagen anfallen und werden meist je kWh angegeben [Fraunhofer ISE, 2021]. Die hier betrachteten Stromgestehungskosten setzen sich somit aus Kapital- und Betriebskosten während des gesamten Anlagenbetriebes zusammen. Um vergleichbare Stromgestehungskosten zu erhalten, werden die Kostenbestandteile im Rahmen der Studie über die gesamte technische Nutzungsdauer kumuliert, auf den Gegenwartwert abdiskontiert und auf die erzeugte Strommenge bezogen.

5.3.2 KAPITAL – UND BETRIEBSKOSTEN

Um die Kapitalkosten zu quantifizieren wurden die Investitionskosten für den Bau der Anlagen im Rahmen der Studie ermittelt. Diese sind in Tabelle 12 dargestellt worden.

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

Tabelle 12 Übersicht Kapital- und Betriebskosten

Investitionskosten je Konzeptvariante				
<i>Technologie</i>	<i>Bestandteile</i>	<i>Konzept 1- Volleinspeisung</i>	<i>Konzept 2a- Energiewirtschaften</i>	<i>Konzept 2b- Einspeisung RWE</i>
1. Lärmschutz	Module/ Aufständering / Unterkonstruktion	1.660.000 €	1.660.000 €	1.660.000 €
	Wechselrichter	30.000 €	30.000 €	30.000 €
	Sonstiges DC* ¹	10.000 €	10.000 €	10.000 €
	Sonstiges AC* ²	30.000 €	30.000 €	30.000 €
	Montage DC* ³	30.000 €	30.000 €	30.000 €
	Montage AC* ⁴	30.000 €	30.000 €	30.000 €
	Sicherheitstechnik	60.000 €	60.000 €	60.000 €
2. Windschutz	Module	1.170.000 €	1.170.000 €	1.170.000 €
	Windschutzwand inkl. Gründen etc.	34.500.000 €	34.500.000 €	34.500.000 €
	Wechselrichter	110.000 €	110.000 €	110.000 €
	Sonstiges DC	100.000 €	100.000 €	100.000 €
	Sonstiges AC	90.000 €	90.000 €	90.000 €
	Montage DC	350.000 €	350.000 €	350.000 €
	Montage AC	100.000 €	100.000 €	100.000 €
Sicherheitstechnik	300.000 €	300.000 €	300.000 €	
3. Böschungen	Module	4.080.000 €	4.080.000 €	4.080.000 €
	Aufständering / UK	1.240.000 €	1.240.000 €	1.240.000 €
	Wechselrichter	360.000 €	360.000 €	360.000 €
	Sonstiges DC	330.000 €	330.000 €	330.000 €
	Sonstiges AC	290.000 €	290.000 €	290.000 €
	Montage DC	1.190.000 €	1.190.000 €	1.190.000 €
	Montage AC	340.000 €	340.000 €	340.000 €
Sicherheitstechnik	350.000 €	350.000 €	350.000 €	
4. Tiefbau, Lei- tungen MS, Trafos	Tiefbau	680.000 €	840.000 €	450.000 €
	Trafostationen	4.000.000 €	4.000.000 €	4.000.000 €
	Versorgungsleitung MS	510.000 €	630.000 €	340.000 €
<i>Summe Anlagen Lärmschutz</i>		<i>1.850.000 €</i>	<i>1.850.000 €</i>	<i>1.850.000 €</i>
<i>Summe Anlagen Windschutz</i>		<i>2.220.000 €</i>	<i>2.220.000 €</i>	<i>2.220.000 €</i>
<i>Summe Anlagen Böschungen</i>		<i>8.180.000 €</i>	<i>8.180.000 €</i>	<i>8.180.000 €</i>
<i>Summe Bau Windschutzwand</i>		<i>34.500.000 €</i>	<i>34.500.000 €</i>	<i>34.500.000 €</i>
<i>Summe Tiefbau, Leitungen Mittelspannung, Trafostationen</i>		<i>5.190.000 €</i>	<i>5.470.000 €</i>	<i>4.790.000 €</i>
<i>Gesamtkosten exkl. Windschutzwand</i>		<i>17.440.000 €</i>	<i>17.720.000 €</i>	<i>17.040.000 €</i>
<i>Gesamtkosten inkl. Windschutzwand</i>		<i>51.940.000 €</i>	<i>52.220.000 €</i>	<i>51.540.000 €</i>

*¹ Kabel, Kabeltrassen, Kleinmaterial *³ Unterkonstruktion, Module, Leitungen etc.

*² Kabel, Kabeltrassen, etc.

*⁴ WR, Trafo, Leitungen etc.

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

Die Investitionskosten wurden an Hand von Kennwerten, Erfahrungswerten sowie Informationen von Herstellern ermittelt. Die Kosten für den Bau einer Windschutzwand wurden separat ausgewiesen, da zum Zeitpunkt der Studie nicht eindeutig geklärt werden konnte, inwieweit diese gebaut werden und welche Organisation für die notwendigen Investitionen aufkommen wird. Bei den Kosten unter „Summe Anlagen Windschutz“ handelt es sich somit um zusätzliche Kosten, die entstehen würden, wenn die Windschutzwand mit PVA ausgerüstet werden würde. Die in der Tabelle separat aufgeführten Investitionskosten unter „4. Tiefbau, Leistungen Mittelspannung und Trafos“ sind Kosten für die Elektroinfrastruktur, die allerdings bei der Ermittlung der Stromgestehungskosten anteilig pro kWp den verschiedenen Anlagentechnologien zugewiesen werden.

Insgesamt belaufen sich die Kosten je Konzeptvariante zwischen **17 Mio. € und 17,7 Mio. €** bei Nichtberücksichtigung der Baukosten für die Windschutzwand und **51,5 Mio. € und 52,2 Mio. €** bei Berücksichtigung der Baukosten. Somit unterscheiden sich die Investitionskosten um maximal 4 % je Konzeptvariante exkl. Kosten der Windschutzwand und 2 % inkl. Kosten der Windschutzwand. Auf Grund der marginalen Unterscheidung der Investitionskosten werden im weiteren Verlauf die gemittelten Stromgestehungskosten aller Konzeptvarianten ermittelt.

Die Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten wurden mit einer jährlichen Pauschale von durchschnittlich 3 % der Investitionskosten der PVA für Windschutz, Lärmschutz sowie Böschungen inkl. Elektroinfrastruktur angenommen. Die Betriebs- und Wartungskosten ergeben sich insbesondere auf Grundlage einer teils erschwerten Zugänglichkeit, einem berücksichtigten Austausch von Wechselrichtern, Reinigung der Anlage auf Grund von Verschmutzungen sowie einem höheren Aufwand der Pflege der Grünflächen.

5.3.3 ERMITTLUNG DER STROMGESTEHUNGSKOSTEN

Unter Berücksichtigung der Investitionskosten und Betriebskosten werden die Stromgestehungskosten für die PVA auf den Lärmschutzanlagen, Windschutzanlagen, Böschungsanlagen sowie das Gesamtsystem inklusive und exklusive des Baus der Windschutzwand ermittelt. Im Rahmen der Berechnung der Stromgestehungskosten wird ein kalkulatorischer Zinssatz von 3 % und eine technische Lebensdauer von durchschnittlich 30 Jahren angenommen. Die Volllaststunden der Anlage pro Jahr ergeben sich aus der maximale Leistung in kWp sowie den Erträgen je Technologie aus der Ertragsberechnung. Die Ergebnisse der Berechnung der Stromgestehungskosten sind in

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

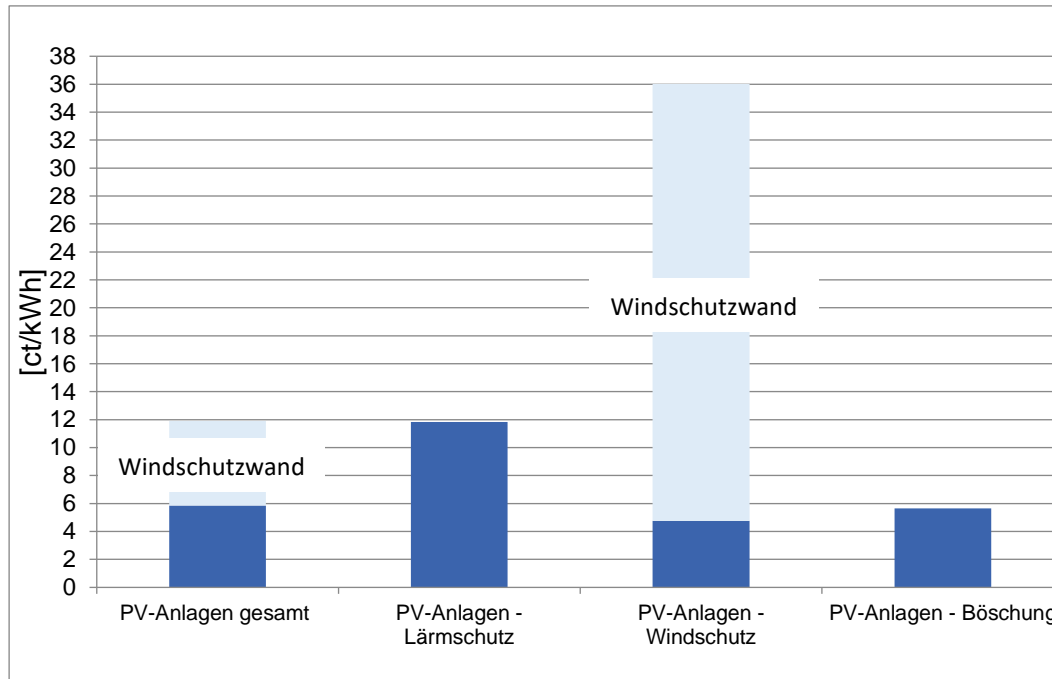


Abbildung 20 Stromgestehungskosten (Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013)

Geringe Stromgestehungskosten weisen die PVA auf Böschungen und die Mehrkosten durch Verwendung von PVA auf Windschutzanlagen auf. Ungefähr doppelt so hoch liegen die Stromgestehungskosten der PVA auf Lärmschutzwänden. Zudem sei darauf hingewiesen, dass Stromgestehungskosten der PVA auf Windschutzanlagen ca. versiebenfacht und die Stromgestehungskosten des Gesamtsystems ca. verdoppelt werden, wenn die Investitionskosten der Windschutzwand berücksichtigt werden.

5.3.4 SENSITIVITÄTSANALYSE

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird bewertet und dargestellt, wie empfindlich eine Zielgröße der Stromgestehungskosten auf Veränderungen von Einflussgrößen (z.B. Investitionskosten, Kapitalverzinsung) reagiert. Im Kontext der Stromgestehungskosten von PVA kann eine Sensitivitätsanalyse dazu dienen, zu verstehen, wie verschiedene Faktoren die Rentabilität der Anlage beeinflussen. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, Risiken zu identifizieren und zu managen, Investitionsentscheidungen zu treffen und Strategien für den Betrieb und die Wartung der Anlage zu entwickeln. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie konnte festgestellt werden, dass die Ausprägung der Sensitivität auf die Stromgestehungskosten bei allen Technologien sehr vergleichbar ist. Daher wird im Rahmen der Studie lediglich die Sensitivitätsanalyse der PVA auf Lärmschutzwänden detailliert beschrieben.

Im Rahmen der Analyse wird eine Variation der Parameter mit einer Bandbreite von +25 % angenommen. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind in der Abbildung 21 dargestellt.

Die Sensitivität der fixen Betriebskosten sowie des Zinssatzes wirken sich am schwächsten auf die Stromgestehungskosten aus. Hier schwanken die Stromgestehungskosten im

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

Rahmen der festgelegten Bandbreite zwischen 11,1 ct/kWh und 12,5 ct/kWh bei den Variationen der Zinssätze und zwischen 10,3 ct/kWh und 12,9 ct/kWh bei der Variation der Betriebs-, Wartungs-, und Instandhaltungskosten. Höhere Einflüsse weisen hingegen die Variationen der technischen Lebensdauer mit Veränderungen zwischen 10,9 und 13,4 ct/kWh auf. Einen ebenfalls hohen Einfluss weist die Variation der Investitionskosten auf. Hierbei können durch Variation der Investitionskosten Stromgestehungskosten zwischen 10,0 ct/kWh und 13,7 ct/kWh erzielt werden. Somit können durch eine entsprechend hohe Förderung der PVA von 25 % der Investitionskosten Stromgestehungskosten um nahezu 2 ct/kWh eingespart werden. Diese Einsparungen von ca. 15 % - 20 % der Stromgestehungskosten lassen sich auch bei der Sensitivitätsanalyse der anderen Technologien erzielen und können daher als vergleichbar angenommen werden. Den höchsten Einfluss weist die Auslastung, also die Vollbenutzungsstunden der Anlage, auf. Hier variieren die Stromgestehungskosten zwischen 9,5 ct/kWh und 15,8 ct/kWh. Somit sollten vor allem Verschattungen durch entsprechende Wartungsarbeiten (z.B. Pflege der Bepflanzung, Reinigung der Anlagen), vermieden werden.

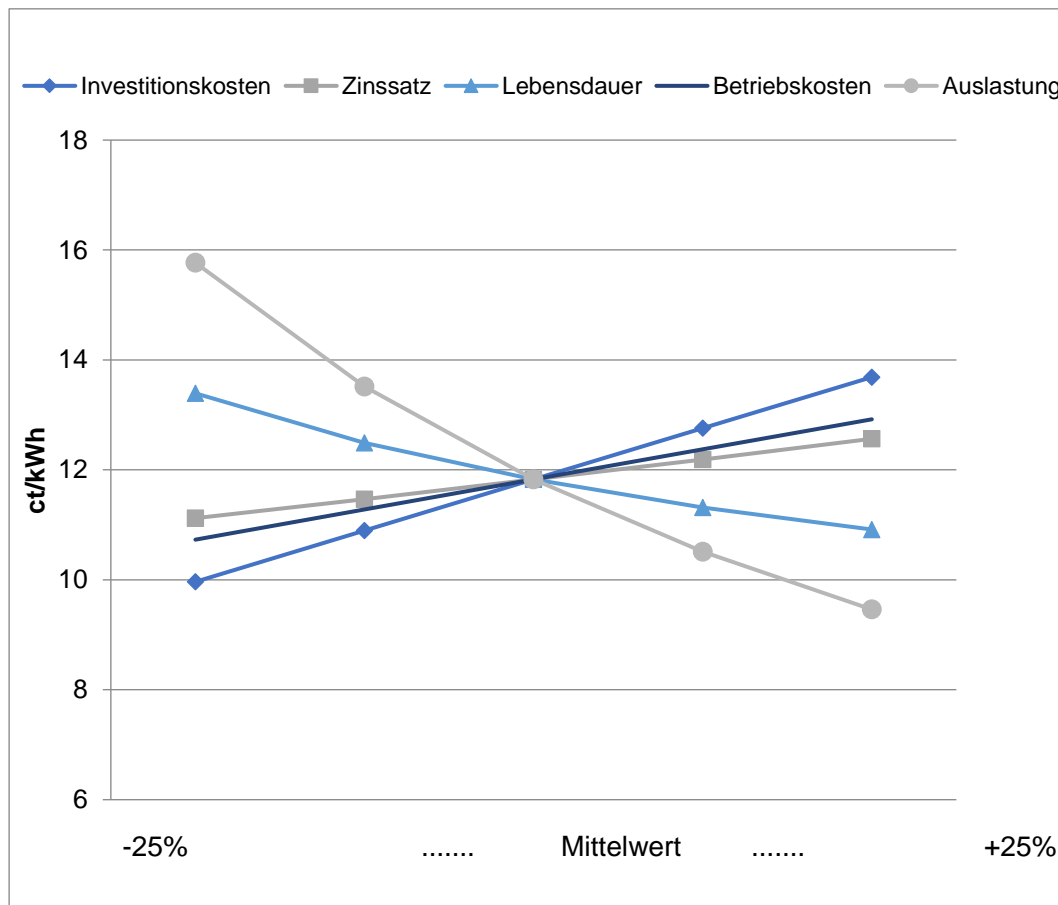


Abbildung 21 Abbildung 8 Sensitivitätsanalyse ((Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013)

5.3.5 VERMARKTUNGSMÖGLICHKEIT DES ERZEUGTEN STROMS

Um eine Rentabilität der PVA zu gewährleisten, muss die Höhe der erzielten Strompreise mindestens der Höhe der angegebenen Stromgestehungskosten entsprechen. In

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

Abbildung 22 sind die verschiedenen Vermarktungsmöglichkeiten von eingespeistem oder direkt geliefertem PVA-Strom dargestellt.

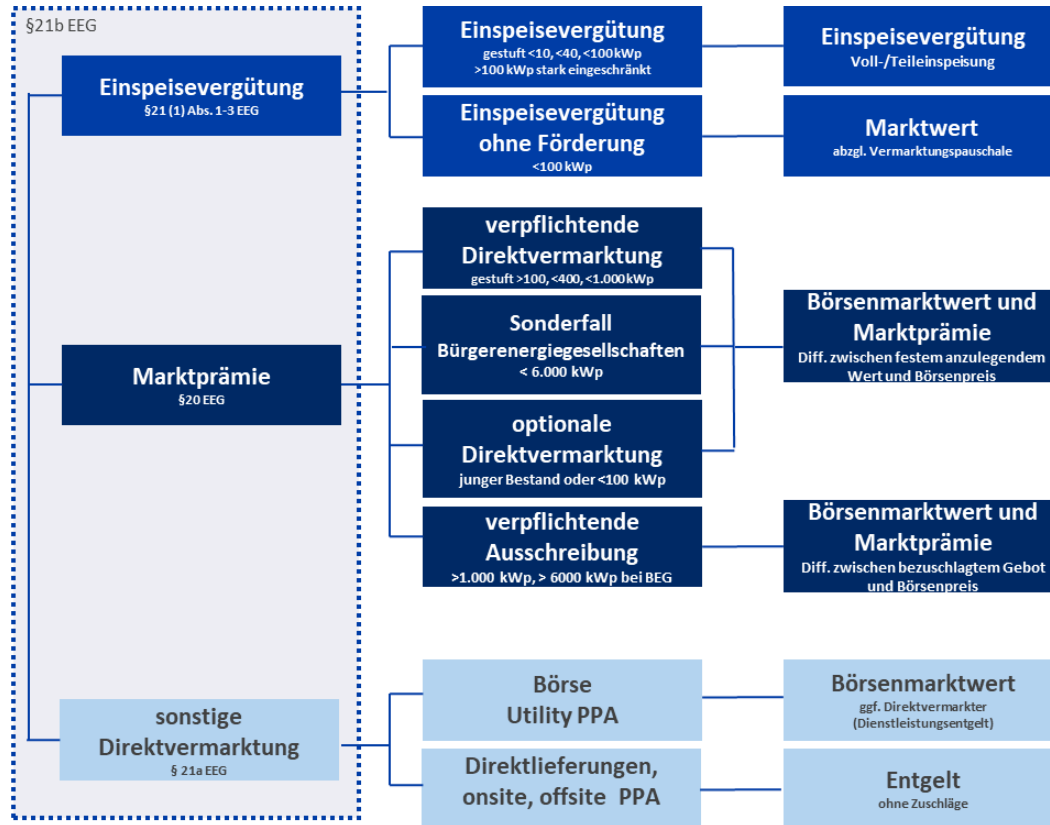


Abbildung 22 Überblick Vermarktungsmöglichkeiten (Quelle: eigene Darstellung)

Im Rahmen der Studie werden die für das Projekt relevanten Vermarktungsmöglichkeiten, insbesondere das Marktprämienmodell nach EEG und die Vermarktungsmöglichkeit nach der sonstigen Direktvermarktung mittels PPA betrachtet. Vertiefte Erläuterungen zu den Vermarktungsmöglichkeiten sind im Anhang zu finden.

Im Folgenden werden die Stromgestehungskosten der verschiedenen Konzeptideen sowie der Technologien nach Lärmschutz, Windschutz und Böschung den verschiedenen Vermarktungsmöglichkeiten gegenübergestellt. Darüber hinaus erfolgt eine Unterscheidung der Technologien, da zu erzielende Marktprämien abhängig von der Art der Technologie (Windschutz, Böschung, Lärmschutz) sind. Die hier angegebenen zu erzielenden Marktpreise basieren auf den Vorgaben des EEG, Archivdaten bereits durchgeführter Ausschreibungen der Bundesnetzagentur, Preisblättern der NEW-Netz GmbH und Regionetz sowie Marktpreisdaten von Enervis [Bundesnetzagentur, 2024; NEW-Netz GmbH, 2024; Regionetz GmbH, 2024; PV Magazin Deutschland, 2024]. In Abbildung 22 sind die Stromgestehungskosten der PV-Lärmschutzanlagen verschiedener, für die Konzepte relevanter Vermarktungsmöglichkeiten gegenübergestellt. Die blauen Linien visualisieren konservativ errechnete Vermarktungsmöglichkeiten bei der Einspeisung des Stromes in das öffentliche Netz. Somit bilden die blauen Linien Vermarktungsmöglichkeiten ab, die bei der Umsetzung der Konzeptvariante 1 (Volleinspeisung) und z.T. für die Konzeptvariante 2b (Teileinspeisung ins öffentliche Netz) in Betracht kommen würden. Die grünen Linien stellen die Vermarktungsmöglichkeiten für Konzepte mittels Direktleitung dar, die relevant für Konzept 2a sowie in Teilen das Konzept 2b sind. Hieraus wird deutlich, dass die

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

Marktprämienmodelle der Ausschreibung und der Direktvermarktung lediglich untergeordnet zu betrachten sind, da die Werte ca. 2 ct/kWh – 4 ct/kWh unterhalb der Stromgestehungskosten liegen. Hier sind ebenfalls höhere Erträge denkbar, diese sind allerdings variabel und auf Grund schwankender Marktpreise nicht planbar.

Die aktuellen Marktpreise von On-Site PPA liegen dagegen bei Anlagen, bei denen die Stromsteuerbefreiung geltend gemacht werden kann, bei ca. 2,8 ct/kWh und bei der On-Site PPA-Variante inkl. Stromsteuer bei ca. 0,7 ct/kWh über den Stromgestehungskosten. Die aktuellen zu erzielenden Erlöse von Off-Site PPA Anlagen liegen dagegen unterhalb der Stromgestehungskosten. Da die Strombezugspreise der PPA-Varianten frei verhandelbar und die Preise somit entsprechend festgelegt werden können, sind höhere Preise möglich. Daher sind zur Sicherstellung der Rentabilität die PPA-Varianten, insbesondere die On-Site PPA Variante und somit das Konzept 2a, zu empfehlen. Sollte dennoch die Konzeptvariante 1 umgesetzt werden, ist die Vermarktung mittels Off-Site PPA den Marktprämienmodellen Direktvermarktung bzw. Ausschreibung vorzuziehen.

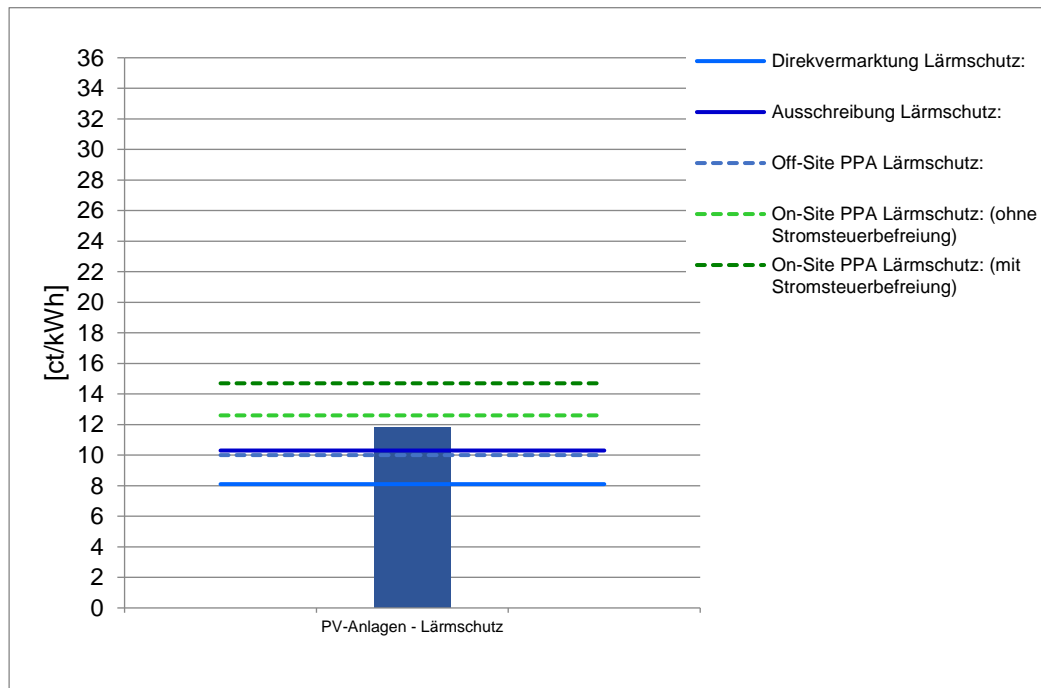


Abbildung 23 Stromgestehungskosten PVA-Lärmschutz mit Vermarktungsmöglichkeiten
(Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013)

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

In Abbildung 24 sind die Stromgestehungskosten der PVA auf/an Windschutzanlagen sowie der PVA auf den Böschungen mit den relevanten Vermarktungsmöglichkeiten gegenübergestellt. Auch hier visualisieren die blauen Linien konservativ errechnete Vermarktungsmöglichkeiten bei der Einspeisung des Stromes in das öffentliche Netz, die insbesondere für die Konzeptvariante 1 und in Teilen Konzeptvariante 2b zutreffen. Die grünen Linien bilden die Vermarktungsmöglichkeit für Konzepte mittels Direktleitung ab (Konzept 2, z.T. Konzept 2b).

Auf Grund der Leistungsklasse der Anlagen sind insbesondere die Vermarktungsmöglichkeiten mittels PPA und Ausschreibung relevant. Die Abbildung zeigt, dass die erzielbaren Preise für die Vermarktung über den Stromgestehungskosten der Anlagen liegen. Die Vermarktung mittels Direktleitung über On-Site PPA weist auf Grund der zusätzlichen Einsparung von Netzentgelten die höchsten Werte auf. Somit wird hier die Konzeptvariante mittels Direktleitung, also Konzeptvariante 2a und in Teilen Konzeptvariante 2b, empfohlen. Sollte dennoch die Konzeptvariante 1 umgesetzt werden, ist die Vermarktung mittels Off-Site PPA dem Marktprämienmodell vorzuziehen, da PPAs frei verhandelbar sind und höhere gesicherte Erträge erzielen werden können. Zudem wurde der Einfluss der Investitionskosten der Windschutzwand auf die Stromgestehungskosten in Relation zu den Vermarktungsoptionen dargestellt. Die hierdurch erwartbaren zu erzielenden Preise aus der Vermarktung liegen deutlich unter den Stromgestehungskosten. Um hier eine Rentabilität zu erzielen, sind entsprechend hohe Preise für den Verkauf von Strom mit dem Abnehmer zu verhandeln. Dies erscheint zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie nicht realistisch. Um die Mehrkosten für eine in die Windschutzwand integrierte PVA zu bewerten, wurden die Stromgestehungskosten hierfür ebenfalls ermittelt. Hier wird deutlich, dass die Mehrkosten unterhalb der erzielbaren Marktpreise für PV-Strom liegen. Daher ist beim Bau einer Windschutzwand eine Windschutzwand mit integrierten PV-Modulen zu empfehlen und der Strom mittels PPA zu vermarkten.

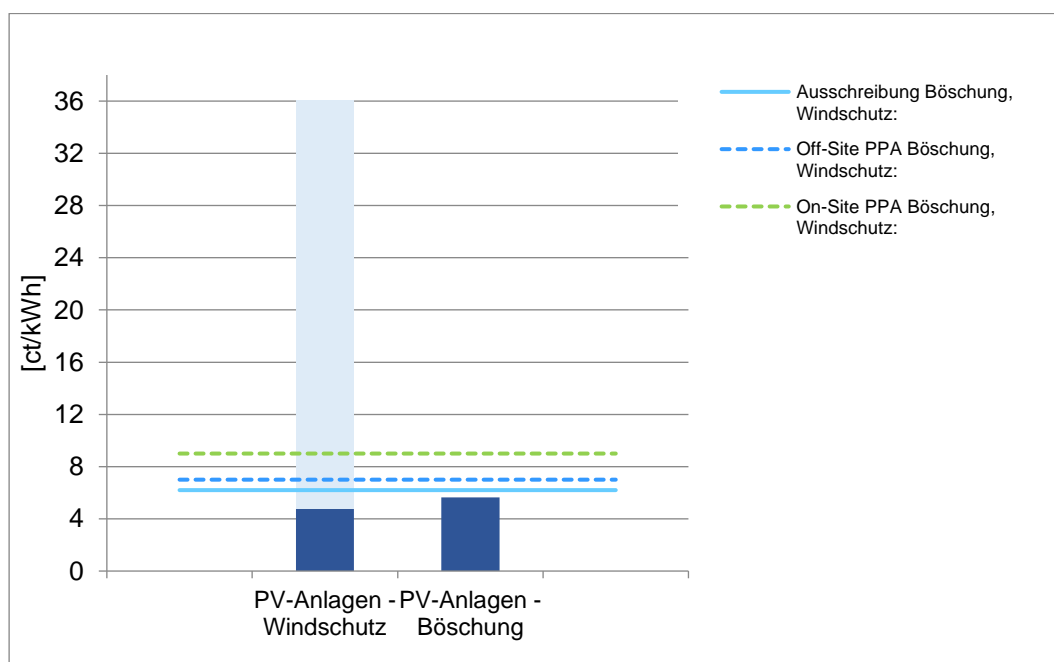


Abbildung 24 Stromgestehungskosten PVA-Windschutz & PVA-Böschungen mit Vermarktungsmöglichkeiten (Quelle: eigene Darstellung und Berechnung auf Grundlage Agora Energiewende, 2013)

STROMGESTEHUNGSKOSTEN UND ÖKONOMISCHE BEURTEILUNG

5.3.6 ZWISCHENFAZIT

Es wurden Fördermöglichkeiten identifiziert, die die Investitionskosten reduzieren oder zinsvergünstigte Kredite in Aussicht stellen. Die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit festgestellten Zuschussförderungen würden das benötigte Kapital im einstelligen Prozentbereich reduzieren. Höhere Zuschüsse sind bei Förderprogrammen denkbar, die einer weiteren Analyse der Förderfähigkeit mittels konkreter Anfrage, z.T. Förderantragstellung, sowie Erstellung einer Projektskizze bedürfen. Die Bewertung der Förderfähigkeit basiert auf Sichtung der entsprechenden Förderrichtlinien, Merkblätter sowie ersten Voranfragen.

Im Rahmen der wirtschaftlichen Beurteilung wurde festgestellt, dass eine rentable Vermarktung des erzeugten Stroms für alle Technologien realistisch ist. Geringe Stromgestehungskosten und höchste Vermarktungspotenziale weisen die PVA auf den Böschungsflächen und die Mehrkosten der PVA in Windschutzwänden entlang der A44n auf. Die Stromgestehungskosten der PVA auf Lärmschutzwänden befinden sich oberhalb der fest zugesicherten Vergütungen aus Ausschreibung und Direktvermarktung. Höhere und für die PVA auf Lärmschutzwänden rentable Strompreise werden durch Verkauf an direkt angebundene und lokale Verbraucher erzielt (On-Site-PPA). Dies gilt ebenfalls für die PVA auf Böschungen und Windschutz. Daher wird auf Grundlage der wirtschaftlichen Beurteilung die Konzeptvariante 2a und die Ausarbeitung eines Stromlieferungsvertrages mittels On-Site PPA empfohlen.

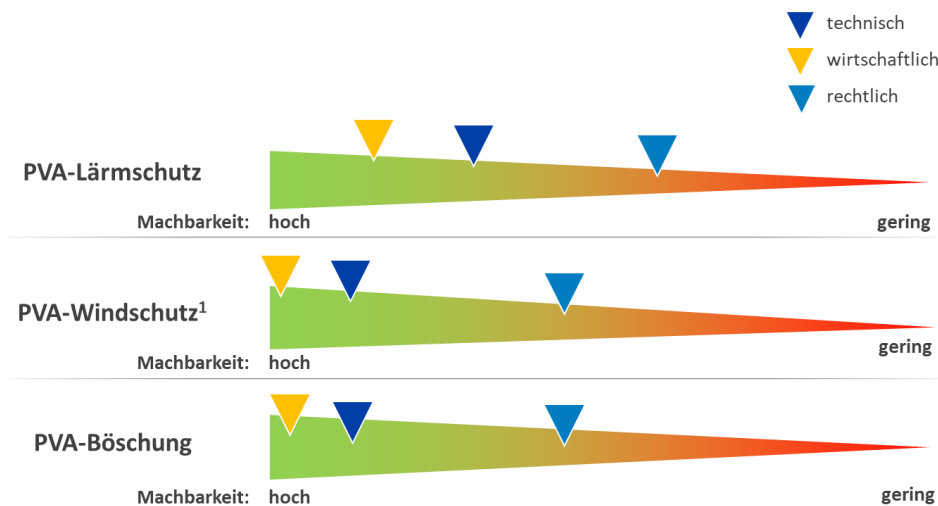
FAZIT UND AUSBLICK

6 FAZIT UND AUSBLICK

Dieses Kapitel gibt eine finale Einschätzung zur wirtschaftlichen, technischen und rechtlichen Machbarkeit. Außerdem wird eine Handlungsempfehlung abgegeben sowie eine zeitliche Einschätzung der nächsten Schritte zur Umsetzung.

6.1 BEURTEILUNG DER MACHBARKEIT

In Abbildung 25 ist die Bewertung der Machbarkeit je Technologie und unter Berücksichtigung der technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte dargestellt.



¹ Ohne Berücksichtigung des Baus der Windschutzwand

Abbildung 25 qualitative Bewertung Machbarkeit (Quelle: eigene Darstellung)

Wirtschaftliche Beurteilung:

Im Hinblick auf die Bewertung von Fördermöglichkeiten wurden verschiedene Förderpotentiale identifiziert. Laut Einschätzung und Mitteilung zahlreicher Fördermittelgeber können einige Fördermittel nicht in Anspruch genommen werden bzw. weisen geringe Förderwahrscheinlichkeiten auf, da die Höhe des Innovationsgrades nicht ausreichend ist. Für eine finale Bewertung der Fördermöglichkeit besteht in vielen Fällen die Möglichkeit entsprechende Projektskizzen beim Fördermittelgeber einzureichen. Daneben wurden insbesondere vereinzelte Förderprogramme mit Zuschussförderung und zinsvergünstigten Krediten mit hoher Förderwahrscheinlichkeit ausgewiesen, die sich allerdings auf Grund der Förderhöchstgrenzen lediglich im einstelligen Prozentbereich der Gesamtinvestitionskosten befinden. Daher wird empfohlen, entsprechende Projektskizzen, wie in Kapitel 5.1 beschrieben, anzufertigen und Förderanträge zu stellen, um eine finale Bewertung zu ermöglichen.

BEURTEILUNG DER MACHBARKEIT

Auf Grundlage der Erkenntnisse der Ermittlung der Stromgestehungskosten wurde festgestellt, dass insbesondere PVA auf Böschungen, Lärmschutzanlagen sowie die zusätzliche Verwendung von PVA auf Windschutzanlagen eine hohe Wahrscheinlichkeit auf Rentabilität aufweisen. Dies gilt insbesondere, sollte das Konzept 2a umgesetzt werden, da mit höheren Vermarktungsmöglichkeiten mittels On-Seite PPA zu rechnen ist. Hier gilt es allerdings zu klären, ob der zukünftige Betreiber und Errichter der Anlage auch die Investitionskosten der Windschutzwand zu tragen hat. Sollte dies der Fall sein, würden sich die Stromgestehungskosten auf den Windschutzanlagen deutlich erhöhen und einem rentablen Betrieb und Amortisation der Anlage entgegenstehen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine Umsetzung aller Systeme zu empfehlen ist.

Technische Beurteilung:

Die technische Beurteilung der Machbarkeit ist ein wichtiger Schritt zur Bewertung der praktischen Umsetzbarkeit. Die Beurteilung im Rahmen dieser Studie berücksichtigt dabei nicht nur den Stand der Technik, sondern auch ggf. notwendige Lärm- und Windschutzmaßnahmen, bauliche Gegebenheiten sowie Genehmigungen und Vorschriften. Fakt ist, dass es für jede Anforderung eine technische Lösung gibt, teils sogar verschiedene.

In Bezug auf die Lärmschutzwände bestehen die Anforderungen insbesondere an die Statik. Diese wurde im Rahmen der Studie nur überprüft und eingeschätzt, aber nicht berechnet. Je nach Ergebnis der statischen Berechnung und Standort der Lärmschutzwand kann eine der in Kapitel 4.2 beschriebenen Produkt-Varianten installiert werden. Möglicherweise bedarf es dafür einer Einzelfallprüfung und Genehmigung durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Das liegt darin begründet, dass die installierten Elemente regelkonform und die Wartung der Lärmschutzwände weiterhin ermöglicht werden müssen.

Geringere Anforderungen bestehen an die Böschungsanlagen, da sie in ihrer Art und Weise Freiflächenanlagen ähnlich sind. In welchem Umfang die Böschungsanlagen tatsächlich errichtet werden können, werden Boden- und Umweltgutachten zeigen. Beides nimmt Einfluss auf die Gestaltung des Anlagenlayouts und den Aufbau der Unterkonstruktion und somit der PV-Anlage. Vorbehaltlich der baurechtlichen Genehmigung ist die Errichtung der Windschutzwände relativ einfach umzusetzen. In der Produktauswahl grundsätzlich flexibel, müssen keine besonderen Anforderungen an z.B. Lärmschutz erfüllt werden.

Es kann also festgehalten werden, dass in allen Bereichen im Projektgebiet die Errichtung oder Nachrüstung von PVA grundsätzlich technisch möglich ist. Was vor der Umsetzung der technischen Lösungen jedoch erforderlich und ggf. eine Herausforderung sein wird, sind Prüfungen und Genehmigungen durch die Netzbetreiber, RWE Power AG und Behörden (vgl. Kapitel 3). Denn PVA sind nach LBO im Allgemeinen nur dann genehmigungsfrei, wenn sie auf oder an Gebäuden gebaut werden. Außerdem erteilen zumindest viele VNB Auskünfte zu (geplanten) PV-Projekten erst bei Umsetzungsabsicht und nach langer Wartezeit. Das bedeutet, dass für verbindliche Informationen zu Netzverknüpfungspunkten oder Anschlusskapazitäten oft eine Ausführungsplanung vorliegen muss. Gleiches gilt für Baugenehmigungen sowie Blend- und Schallschutzgutachten.

BEURTEILUNG DER MACHBARKEIT

Rechtliche Beurteilung:

Als Ingenieure dürfen wir keine Rechtsberatung leisten. Wir haben uns daher darauf beschränkt, die rechtlichen Grundlagen allgemein darzustellen und auf mögliche Chancen sowie etwaige rechtliche Problemstellungen hinzuweisen. Für die rechtliche Beurteilung im Einzelfall empfehlen wir grundsätzlich die Einholung von Rechtsrat durch eine qualifizierte rechtliche Beratung.

PVA können grundsätzlich durch Privilegierung von dem Anbauverbot des Fernstraßenbundesamtes befreit bzw. auf Grund Änderung des Bundesfernstraßengesetztes vom 23.12.2003 errichtet werden. Hierfür sind entsprechende Genehmigungen/ Bescheide einzuholen.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass sich das Projektgebiet im Eigentum der Autobahn GmbH befindet. Sollte die Autobahn GmbH als Betreiber von Anlagen oder Verpächter von Flächen in Erscheinung treten wollen, ist rechtlich zu prüfen inwieweit bzw. in welchem Umfang die Autobahn GmbH als Betreiber von PV Anlagen oder als Verpächter von Flächen für solche Betreiber als öffentliches Unternehmen wirtschaftlich agieren darf, bzw. wann sie in steuerrechtlicher Hinsicht nicht mehr als „juristische Person des öffentlichen Rechts“ angesehen werden kann. Zudem wird zur verstärkten Einbindung der Autobahn GmbH und Klärung der offenen rechtlichen Fragestellungen die Entwicklung einer Pilotanlage auf dem Projektgebiet empfohlen. Denn im Rahmen der Machbarkeitsstudie und auf Grundlage einiger Pressemitteilungen wird die Bereitschaft gesehen, den Genehmigungsprozess zu ermöglichen und entsprechende Potentialflächen, insbesondere auf Lärmschutzwänden, auszuweisen [Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2023].

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

6.2 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND ENTWICKLUNGSOPTIONEN

Um das Projekt der Solarautobahn in die Umsetzung zu führen, ist insbesondere der rechtliche und organisatorische Rahmen zu klären. Wir empfehlen der Autobahn GmbH oder dem zukünftigen Projektierer oder Investor als nächsten Schritt die Einholung von Rechtsrat durch eine qualifizierte anwaltliche Beratung, insbesondere im Hinblick auf die mögliche wirtschaftliche Tätigkeit der Autobahn GmbH. Da sich die hier betrachteten Projektflächen im Eigentum der Autobahn GmbH befinden, ist im weiteren Vorgehen die Einbindung der Autobahn GmbH notwendig.

Bevor wesentliche Schritte der Umsetzung erfolgen oder weitere Studien und Gutachten in Auftrag gegeben werden, sollten entsprechende Fördergelder, vorwiegend durch den Projektierer oder Investor, beantragt und/oder detaillierte Informationen für eine Vorprüfung weiterer Zuwendungen (siehe Kapitel. 5.1) erstellt werden. Ebenso sollte mit den betroffenen Verteilungsnetzbetreibern und der RWE Power AG ein vertiefender Austausch zu den Konzeptvarianten begonnen werden. Dabei geht es vor allem darum, mögliche Einspeisepunkte zu definieren und zu verifizieren, um auch entscheiden zu können, welches Konzept (zu Beginn) umgesetzt wird. Darüber hinaus können die VNB und RWE Power AG mögliche Kooperationspartner sein, sowohl auf der technischen als auch auf der energiewirtschaftlichen Ebene. Es sollte auch abgewogen werden, ob weitere mögliche Projektpartner (z.B. Planer, Berater, EPC-Unternehmen, Energiegenossenschaften) in Betracht kommen, damit die Fragen nach der Planung, der Errichtung und dem Betrieb der PVA geklärt sind. Denn erst dann kann und sollte mit der Umsetzung dieser innovativen Idee begonnen werden. Als Grundlage für weitere Überlegungen werden nachfolgend vier mögliche Entwicklungsoptionen dargestellt und erläutert.

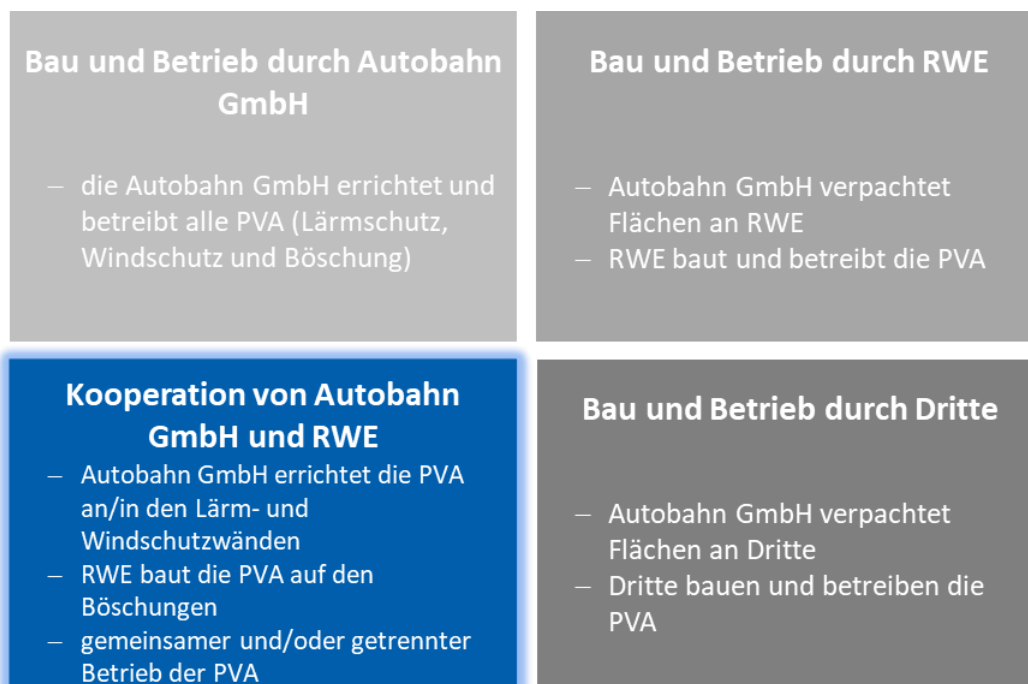


Abbildung 26 Entwicklungsoptionen

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Option 1 - Bau und Betrieb durch die Autobahn GmbH

In dieser Option ist die Autobahn GmbH Bauherr und Betreiber aller PVA an den Lärm- und Windschutzwänden und den Böschungen. Die Autobahn GmbH würde als Generalunternehmer auftreten, der alle notwendigen Schritte von der Planung über die Finanzierung bis zur Errichtung und Wartung selbst durchführt oder an externe Partner vergibt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Variante ist, dass sich die Projektflächen im Eigentum der Autobahn GmbH befinden. Hierdurch müssten keine zusätzlichen Nutzungsrechte eingeräumt werden. Andererseits ist die Autobahn GmbH als Bauherr und Betreiber der Anlagen für den wirtschaftlichen und technischen Betrieb verantwortlich. Dies erfordert spezielles Know-how und Personal, welches die Autobahn GmbH möglicherweise aufbauen, einstellen oder wiederum extern vergeben müsste.

Option 2 – Bau und Betrieb durch RWE

Bei der zweiten Entwicklungsoption tritt RWE als Generalunternehmer für das gesamte Projekt auf. Die Autobahn GmbH würde die potentiellen PV-Flächen an den Lärmschutzwänden und die Böschungen an RWE verpachten und hätte, mit Ausnahme der Errichtung der Windschutzwände, keinen weiteren Anteil an dem Projekt. Der Vorteil dieser Option ist, dass RWE über Expertise im Bereich Photovoltaik verfügt und das Projekt in seine bestehenden Erneuerbare-Energien-Strukturen im Projektgebiet integrieren könnte. Außerdem wäre die Autobahn GmbH nicht für den Bau und den wirtschaftlichen sowie technischen Betrieb verantwortlich. Für diese Entwicklungsoption müsste die Autobahn GmbH Nutzungs- und Wegerechte für die Projektflächen an RWE einräumen. Für und mit RWE ist darüber hinaus zu klären, inwieweit die Errichtung auf und an den Wänden in Frage kommt, da das Unternehmen PV-Anlagen vorwiegend auf Landflächen und Gewässer baut. [RWE AG, 2024]

Option 3 – Bau und Betrieb durch sonstige Dritte

Diese Option ist ähnlich der Option 2, mit dem Unterschied, dass der Bau und Betrieb der PVA nicht von RWE sondern von anderen Dritten, die sich als Investoren oder Betreiber bewerben könnten, übernommen werden würde. Andere Dritte könnten zum Beispiel Energiegenossenschaften, EPC-Unternehmen (Engineering, Procurement and Construction) oder sonstige Joint Ventures sein, die Erfahrung im Bereich der Photovoltaik haben. Die Autobahn GmbH würde auch hier eine Pacht für die Nutzung ihrer PV-Flächen erhalten und wäre lediglich für den Bau der Windschutzwände zuständig. Diese Option würde die Beteiligungsmöglichkeiten für andere lokale Akteure wie Energiegenossenschaften, Kommunen oder Bürger erhöhen. Dies könnte in der Bevölkerung zu einer höheren Akzeptanz und Identifikation mit dem Projekt führen. Hier müsste die Autobahn GmbH Nutzungs- und Wegerechte für die Projektflächen an die Dritten einräumen. Gleiches würde für die RWE Power AG gelten, auf dessen Flächen die Dritten teilweise agieren müssten. Außerdem wäre die Autobahn GmbH abhängig von der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Dritten, die das Projekt umsetzen würden. Diese Option hätte (mindestens in der Planungs- und Umsetzungsphase) möglicherweise den höchsten Anteil an abzustimmenden Schnittstellen.

Option 4 – Kooperation Autobahn GmbH und RWE

Die vierte Entwicklungsoption wäre eine Kooperation zwischen der Autobahn GmbH und RWE, die sich die Aufgaben und Verantwortlichkeiten für die PVA teilen würden. Dabei könnte die Umsetzung der PVA nach den Wänden (Lärm- und Windschutz) und der Böschung aufgeteilt werden. Die Autobahn GmbH würde die PVA auf und an den Wänden errichten. RWE würde die Böschungsflächen von der Autobahn GmbH pachten und dort

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

die PVA errichten. Der technische und wirtschaftliche Betrieb könnte analog aufgeteilt oder gesamt durch einen der Kooperationspartner (z.B. RWE) erfolgen. In dieser Option liegt der Vorteil darin, dass die Autobahn GmbH nur Nutzungs- und Wegrechte für die Flächen, aber nicht für die Lärm- und Windschutzwände einräumen müsste. Dies könnte den bürokratischen Aufwand reduzieren. Außerdem würde die Autobahn GmbH mit einem kompetenten Partner für den Bau und Betrieb von PV-Anlagen kooperieren, der über Erfahrung und Know-how in diesem Bereich verfügt. Hierdurch verringert sich aus Sicht der Autobahn GmbH im Vergleich zur Option 1 der Aufwand bei der Lokalisation eines möglichen Errichters. Das Risiko und die Verantwortung für den Bau und Betrieb der PVA verteilt sich in dieser Entwicklungsoption auf die Kooperationspartner. Diese Option erfordert eine enge Abstimmung und Koordination zwischen der Autobahn GmbH und RWE. Aus Sicht des Verfassers bietet diese Entwicklungsoption, die höchste (und vielleicht sinnvollste) Umsetzungswahrscheinlichkeit.

Die genannten Optionen sind nicht abschließend, stellen allerdings die relevantesten Handlungsmöglichkeiten dar. Letztendlich muss zeitnah ein enger und konstruktiver Austausch zwischen den involvierten Parteien erfolgen. Dies betrifft vor allem auch den Austausch mit der Autobahn GmbH, wie bereits zu Beginn des Kapitels erläutert. Da die Beteiligung von Bürgern und lokalen Akteuren ein wichtiger Baustein für eine erfolgreiche Umsetzung eines Projektes sein kann, sei darauf hingewiesen, dass auch bei den Optionen 1, 2 und 4 Bürger beteiligt werden könnten, z.B. indem eine Energiegenossenschaft oder ein umliegendes Stadtwerk den produzierten Strom vermarktet.

AUSBLICK

6.3 AUSBLICK

Auf die Klärung des technischen und organisatorischen Rahmens folgt die eigentliche Umsetzung der/des Konzepte/s. Wie lange die Projektvorbereitung und die Realisierung dauern wird, kann mit Abschluss der Studie aufgrund der vielen Variablen nicht sicher beurteilt werden. Auf Basis von Erfahrungswerten gibt Abbildung 27 eine Ersteinschätzung über einen zeitlichen Rahmen bis zur Inbetriebnahme der PVA, wenn die Handlungsempfehlungen im Anschluss an die Studie weiter verfolgt werden. Die schwarzen Balken stellen dabei die geschätzte Mindestdauer (in Quartalen) der Prozesse dar. Der gestrichelte Balken steht für einen möglichen Beginn und ein mögliches Ende.

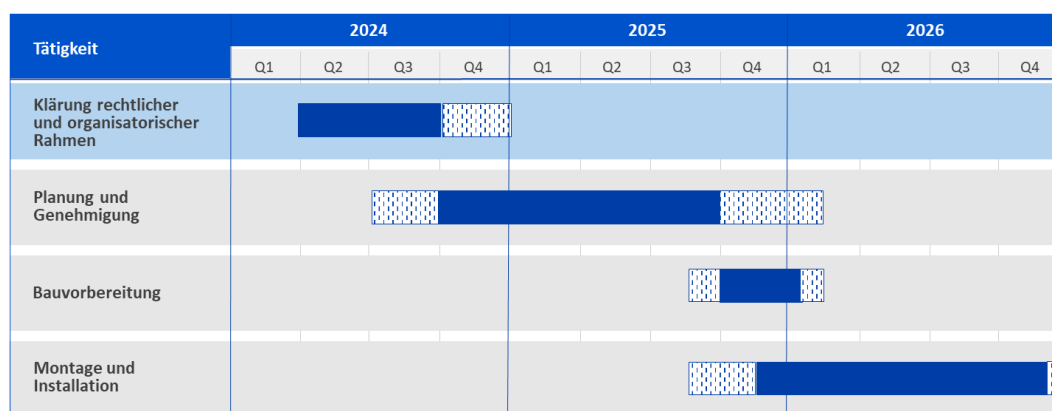


Abbildung 27 zeitlicher Rahmen (Quelle: eigene Darstellung)

Die Projektvorbereitung mit der Klärung des technischen und organisatorischen Rahmens wurde bereits mit den Handlungsempfehlungen erläutert. In der Phase der Planung und Genehmigung erfolgt das Erstellen von Plänen für z.B. Baugenehmigungen. Ebenso werden hier möglichst früh weitere Gutachten in Auftrag gegeben (z.B. Umweltgutachten, Blendgutachten), ggf. (weitere) Förderanträge gestellt und Verträge mit Stromabnehmern verhandelt. Außerdem werden in dieser Phase verbindliche Zusagen der VNB erteilt. Da hier viele Institutionen, Einrichtungen und Unternehmen beteiligt sind, kann die Dauer durchaus variieren.

Die Phase der Bauvorbereitung beinhaltet vor allem die Klärung, Absicherung und Einrichtung der Baustellen auf den Verkehrswegen, dürfte aber im Vergleich am wenigsten Zeit in Anspruch nehmen.

Auf eine detaillierte Beschreibung des Prozesses der Montage und Installation sei an dieser Stelle verzichtet. In der Annahme, dass alle (PV-)Anlagen parallel gebaut werden, sollte diese Phase bei guter Vorbereitung innerhalb eines Jahres realisierbar sein.

In der Abbildung nicht dargestellt, aber nicht zu vernachlässigen ist der kontinuierliche Prozess der Öffentlichkeitsarbeit. Diese sollte von Beginn an geleistet und proaktiv gestaltet werden, da sie erfahrungsgemäß für eine höhere Akzeptanz solcher Projekte sorgt.

ANLAGEN

7 QUELLENVERZEICHNIS

BEZIRKSREGIERUNG KÖLN (2023): GEOBASIS NRW – TIM-ONLINE. ONLINE UNTER:
<https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/> (abgerufen am 01.08.2023)

BUNDESANSTALT FÜR STRAßENWESEN: VERKEHRSÜBERGREIFENDER AUSTAUSCH ERNEUERBARE ENER-
GIEN - VERKEHRSTECHNIK HEFT 364: ONLINE UNTER: – <https://www.bast.de/DE/Publikationen/Berichte/unterreihe-v/2022-2021/v364.html> (abgerufen am 01.09.2023)

FERNSTRAßENBUNDESAMTES: HANDREICHUNG PHOTOVOLTAIKANLAGEN NACH EEG INNERHALB DER AN-
BAUZONE (2023): Online unter https://www.fba.bund.de/DE/Themen/Anbaurecht_Paragraph9_FStrG/Dokumente/20230131_Freiflaechenvoltaikanlagen_Handreichung.html?nn=379036 (abgerufen am 10.10.2023)

FERNSTRAßENBUNDESAMTES: ANBAURECHT PARAGRAPH 9 FSTG (2024) Online unter
https://www.fba.bund.de/DE/Themen/Anbaurecht_Paragraph9_FStrG/Dokumente/20240206_Photovoltaikanlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (abgerufen am 25.01.2024)

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ: V-
5 8800.4.11- UND DES MINISTERIUMS FÜR BAUEN, WOHNEN, STADTENTWICKLUNG UND VERKEHR
(2014) – 7129 LICHTIMMISSIONEN, MESSUNG, BEURTEILUNG UND VERMINDERUNG

AUTOBAHN GMBH: LÄRMSCHUTZ FÜR EIN GUTES MITEINANDER (2022) Online unter
https://www.autobahn.de/fileadmin/user_upload/P220622-Flyer_Laerm-schutz_V2.pdf (abgerufen am 11.01.2024)

FRAUNHOFER IBP: KLIMANEUTRALER LÄRMSCHUTZ (2022): Online unter <https://www.ibp.fraunhofer.de/content/dam/ibp/ibp-neu/de/dokumente/publikationen/ak/abschlussbericht-klimaneutraler-laermschutz.pdf> (abgerufen am 24.11.2023)

MERTENS, KONRAD. PHOTOVOLTAIK: LEHRBUCH ZU GRUNDLAGEN, TECHNOLOGIE UND PRAXIS. 5., ak-
tualisierte Auflage. München: Hanser, 2020. Online Monographie, Lehrbuch, Elekt-
ronische Ressource. Seiten 51-58: "Berechnung der Bahn der Sonne".

EUROPEAN COMMISSION: PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS) (2022): On-
line unter https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en (abgerufen am 24.09.2023)

AUTOBAHN GMBH: ANHANG FÜR DAS GESCHÄFTSJAHR 2019 DER AUTOBAHN GMBH DES BUNDES BER-
LIN (2019), Online unter: https://www.autobahn.de/fileadmin/user_upload/JA_2019_Die-Autobahn-GmbH.pdf (abgerufen am 05.01.2024)

ANLAGEN

AUTOBAHN GMBH (2024): WINDGUTACHTEN_A44_FINALREPORT, Online unter: https://www.autobahn.de/fileadmin/user_upload/Windgutachten_A44_FinalReport.pdf (abgerufen am 26.03.2024)

APA – AUSTRIA PRESSE AGENTUR EG (2021): ASFINAG: DIE AUTOBAHN ALS SONNENKRAFTWERK: Online abrufbar unter https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20210914_OTS0101/asfinag-die-autobahn-als-sonnenkraftwerk-bild

FORSTER METALLBAU GMBH: SILENT SOLAR (2024): Online unter Silent Solar | Colberg & Forster (colberg-forster.de) (abgerufen am 04.01.2024)

DAS ENERGY LTD. (2024): Das Universal Modul: Online unter Universal - DAS Energy (das-energy.com) (abgerufen am 04.01.2024)

FORTUNA SOLAR EG: Gewinner der IÖB Challenge 2021 (2024): Online unter: Gewinner der IÖB Challenge 2021 - fortuna-solar.at (abgerufen am 04.01.2024)

LUXOR SOLAR GMBH: NON-REFKLETED SOLARMODUL (2024). Online unter: Eco-Line NON-REFLECT Solarmodule - LUXOR SOLAR (abgerufen am 04.01.2024)

AUTOBAHN GMBH A44N-GUTACHTEN: TAGEBAU BEEINFLUSST WINDSITUATION NICHT (2023) unter <https://www.autobahn.de/die-autobahn/aktuelles/detail/a44n-gutachten-tagebau-beeinflusst-windsituation-nicht> (abgerufen am 12.12.2023)

R. KOHLHAUER GMBH KOHLHAUER VOLTA unter <https://www.kohlhauer.com/volta/> (abgerufen am 12.12.2023)

CWF GMBH: VARIO TRÄGERSYSTEME (2024): Online unter: <https://cwf-gmbh.de/index.php/de/produkte/vario-systeme> (abgerufen am 12.12.2023)

RWE POWER AG, WIEDERHERSTELLUNG DER A44 PLANFESTSTELLUNG, AUGUST 2010

ZWECKVERBAND LANDFOLGE GARZWEILER (2021): KONZEPTSTUDIE INNOVATIONSPARK ERNEUERBARE ENERGIEN JÜCHEN: Online unter <https://landfolge.de/wp-content/uploads/2023/11/Konzeptstudie-Innovationspark-Erneuerbare-Energien-IEE.pdf> (abgerufen am 01.08.2023)

AUTOBAHN GMBH: ÜBER UNS (2021): Online abrufbar: Über uns - die Autobahn GmbH des Bundes stellt sich vor: Online unter <https://www.autobahn.de/karriere/ueber-uns> | (abgerufen am 12.12.2023)

FERNSTRAßENBUNDESAMT: AUFGABEN (2021): Online abrufbar unter: https://www.fba.bund.de/DE/Ueber_das_FBA/Aufgaben/aufgaben_node.html (abgerufen am 12.12.2023)

ANLAGEN

BUNDESANSTALT FÜR STRAßENWESEN: AUFGABEN, LEITBILD UND GESCHICHTE (2021): Online abrufbar unter:

https://www.bast.de/DE/BASt/BASt_node.html;jsessionid=4F69059B0DFA806ABAA7BA8C0561D07F.live21301 (abgerufen am 12.12.2023)

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SOLARE ENERGIESYSTEME ISE: PRESSEINFORMATION #11 (2021): Online abrufbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2021/studie-zu-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien-aufgrund-steigender-co2-kosten-den-konventionellen-kraftwerken-deutlich-ueberlegen.html>: (abgerufen am 12.01.2023)

AGORA ENERGIEWENDE (2013): ERZEUGUNGSKOSTENRECHNER FÜR KOHLE-, GAS-, WIND- UND SOLARANLAGEN

BUNDESMINISTERIUM FÜR DIGITALE UND VERKEHR (2023): PRESSEMITTEILUNG: ERSTES SOLARDACH ÜBER DEUTSCHER AUTOBAHN: Online abrufbar: <https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Pressemitteilungen/2023/063-erstes-solardach-deutsche-autobahn.html> (abgerufen am 12.01.2023)

NEW-NETZ GMBH (2024): PREISBLATT STROM 2024: Online abrufbar unter <https://www.new-netz.de/fuer-partner/energie-marktpartner/preisblaetter-netznutzung> (abgerufen am 15.01.2024)

REGIONETZ GMBH (2024): PREISBLATT NETZENTGELTE STROM 01.01.2024: Online abrufbar unter <https://www.regionetz.de/privatkunden/stromanschluss/netzentgelte/> (abgerufen am 15.01.2024)

PV MAGAZINE DEUTSCHLAND (2024): ENERVIS PPA-PRICE-TRACKER FÜR PHOTOVOLTAIK: JAHRESENDE BRINGT ABERMALS FALLENDE PPA-PREISE Online abrufbar unter <https://www.pv-magazine.de/2024/01/04/enervis-ppa-price-tracker-fuer-photovoltaik-jahresende-bringt-abermals-fallende-ppa-preise/> (abgerufen am 15.01.2024)

BUNDESNETZAGENTUR FÜR ELEKTRIZITÄT, GAS, TELEKOMMUNIKATION, POST UND EISENBAHNEN (2024): AUSSCHREIBUNGEN FÜR EE- UND KWK-ANLAGEN: Online abrufbar unter <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/start.html> (abgerufen am 15.01.2024)

RWE AG (2024): UNSERE FORSCHUNG & INNOVATION FÜR DIE PHOTOVOLTAIK: Online abrufbar: <https://www.rwe.com/forschung-und-entwicklung/solarenergie-projekte/> (abgerufen am 25.04.2024)

ANLAGEN

8 ANLAGEN

Anlage 1 Erläuterung Vermarktungsmöglichkeiten

Im Rahmen der Studie werden die relevanten Vermarktungsmöglichkeiten, das Marktprämienmodell nach EEG und die Vermarktungsmöglichkeit nach der sonstigen Direktvermarktung mittels Power Purchase Agreement (PPA) betrachtet.-

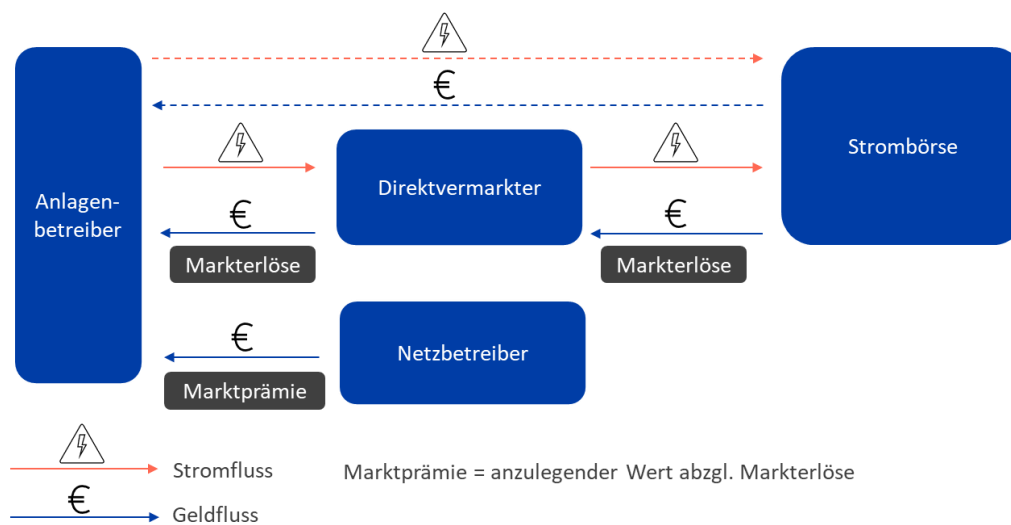


Abbildung 28 Überblick Marktprämienmodell (Quelle: eigene Darstellung)

Bei der Marktprämie handelt es sich um Zahlungen an Betreiber von Photovoltaikanlagen, die Strom ins Netz einspeisen, sich in der Direktvermarktung befinden und keine fixe Einspeisevergütung erhalten. Ab einer Anlagengröße von 100 kWp ist die Direktvermarktung verpflichtend. Die Marktprämie erhält der Anlagenbetreiber vom Verteilnetzbetreiber und gleicht damit die Differenz zwischen dem aktuellen Marktwert und der Förderhöhe laut EEG, dem sog. anzulegenden Wert, aus. Somit erhält man bei dieser geförderten Direktvermarktung für den eingespeisten Strom einen Mindestverkaufswert und Mehrerlöse sind möglich.

Für Anlagen gestuft bis kleiner 1.000 kWp ist der anzulegende Wert und damit die Förderhöhe im Rahmen der geförderten Direktvermarktung festgeschrieben. Ab einer Anlage von mindestens 1.000 kWp wird der anzulegende Wert im Rahmen der Ausschreibung ermittelt. Hier ergibt sich insbesondere für Anlagen von Bürgerenergiegesellschaften ein Sonderfall. Anlagen von Bürgerenergiegesellschaften sind erst ab einer Anlagengröße von 6.000 kWp an einer Teilnahme der Ausschreibung laut EEG verpflichtend.

Ein wesentlicher Vorteil des Marktprämienmodells ist, dass die Marktprämie für die erzeugte Menge Strom nicht unter einen gesetzlich festgelegten oder in einer Ausschreibung ermittelten Wert für mindestens 20 Jahre fallen kann. Somit ergibt sich für die Anlagenbetreiber eine hohe Planungssicherheit.

ANLAGEN

Neben der Marktprämie nach EEG kann auch eine ungeforderte Vermarktung, die sonstige Direktvermarktung, erfolgen. Hierzu werden sogenannten PPA genutzt, die im weiteren Verlauf erläutert werden.

Power Purchase Agreements (PPA) sind langfristige Stromlieferverträge, meist zwischen dem Betreiber einer Photovoltaik-Anlage und einem Stromabnehmer. Diese Verträge ermöglichen die Finanzierung und den Betrieb von Solaranlagen ohne das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

In einem PPA verpflichtet sich der das Unternehmen, eine vorher festgelegte Menge an erzeugtem Strom zu einem vereinbarten Preis abzunehmen. Hierdurch werden für den Anlagenbetreiber planbare Erträge erzielt und die Stromweitergabe gesichert. Es gibt verschiedene Modelle von Power Purchase Agreements, die hier nicht im Einzelnen erläutert und bewertet werden können. Im Rahmen der Studie wird im Wesentlichen zwischen einer bilanziellen Stromlieferung (Off-Site PPA), die weiterhin das öffentliche Netz zur Energieübertragung verwendet, und einer physischen Stromlieferung mittels Direktleitung (On-Site PPA) unterschieden. Ein wesentlicher Vorteil bei einer Direktleitung ist, dass für den Letztverbrauchenden keine Netzentgelte und bei Anlagen < 2MW keine Stromsteuer anfallen. Hierdurch kann der Anlagenbetreiber höhere Preise für den Verkauf an einen Stromabnehmer ansetzen.

ANLAGEN

Anlage 2 Detailbilder Konzeptvariante 1

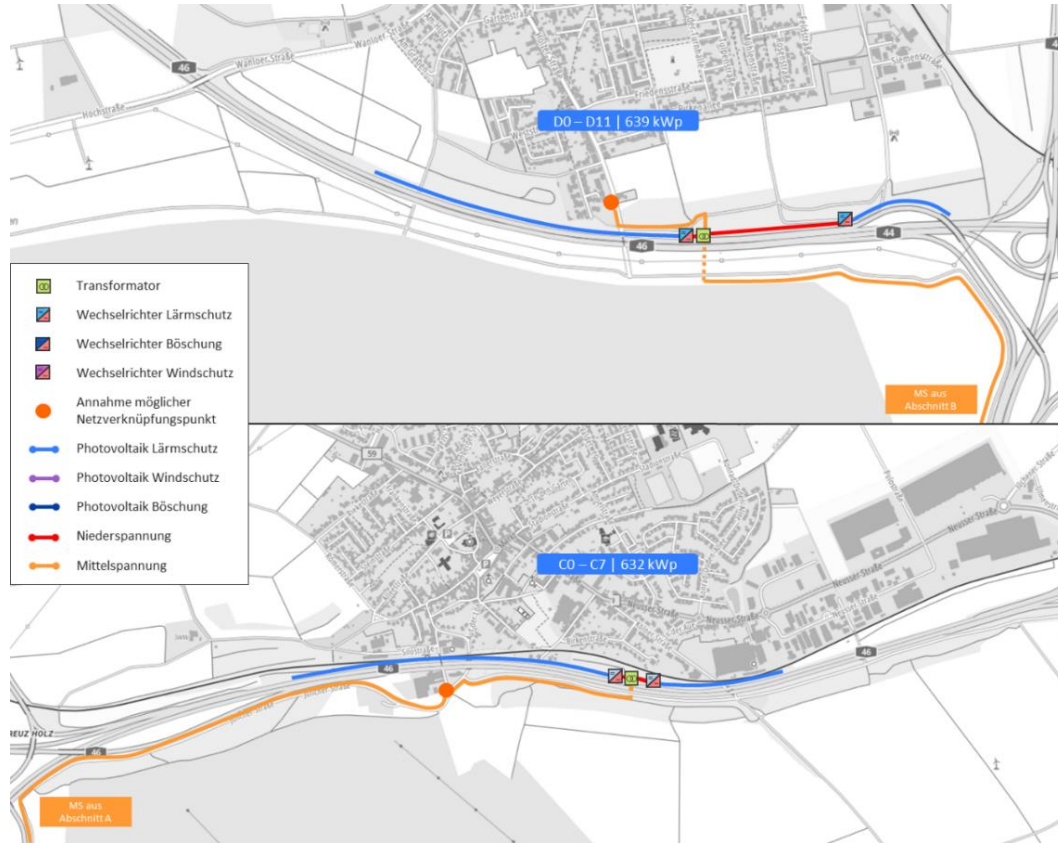


Abbildung 29 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich C und D (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

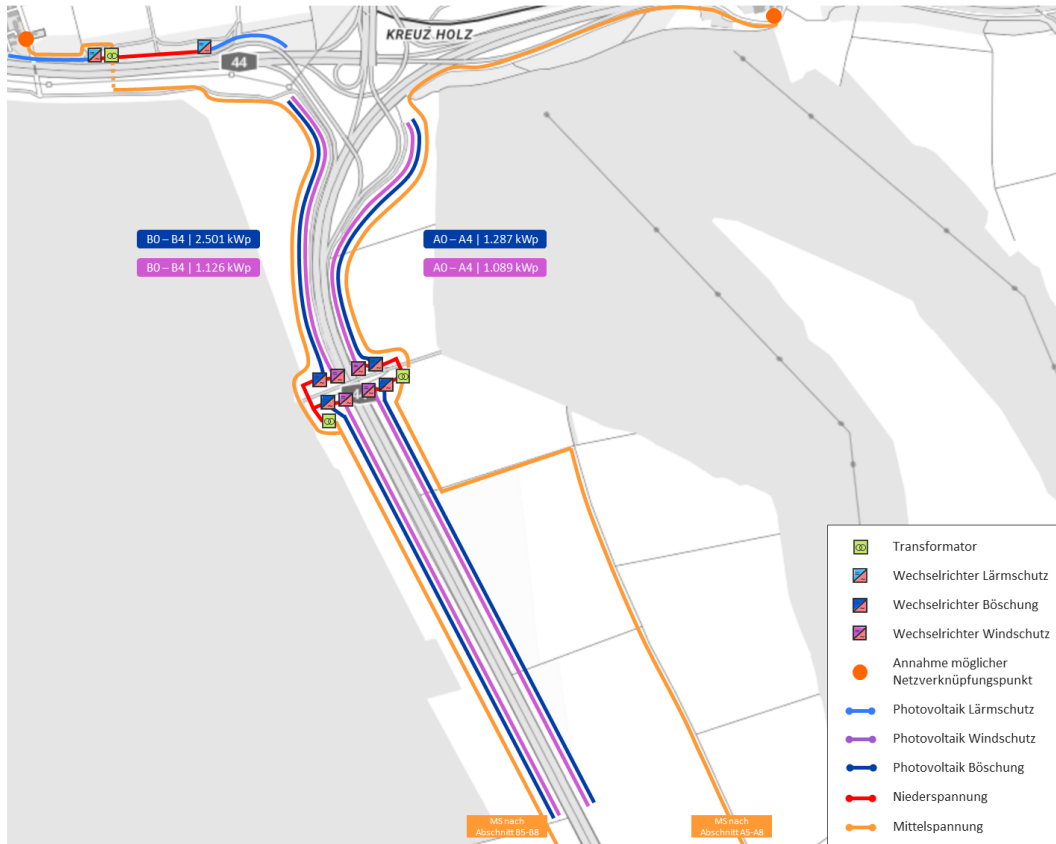


Abbildung 30 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich A und B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

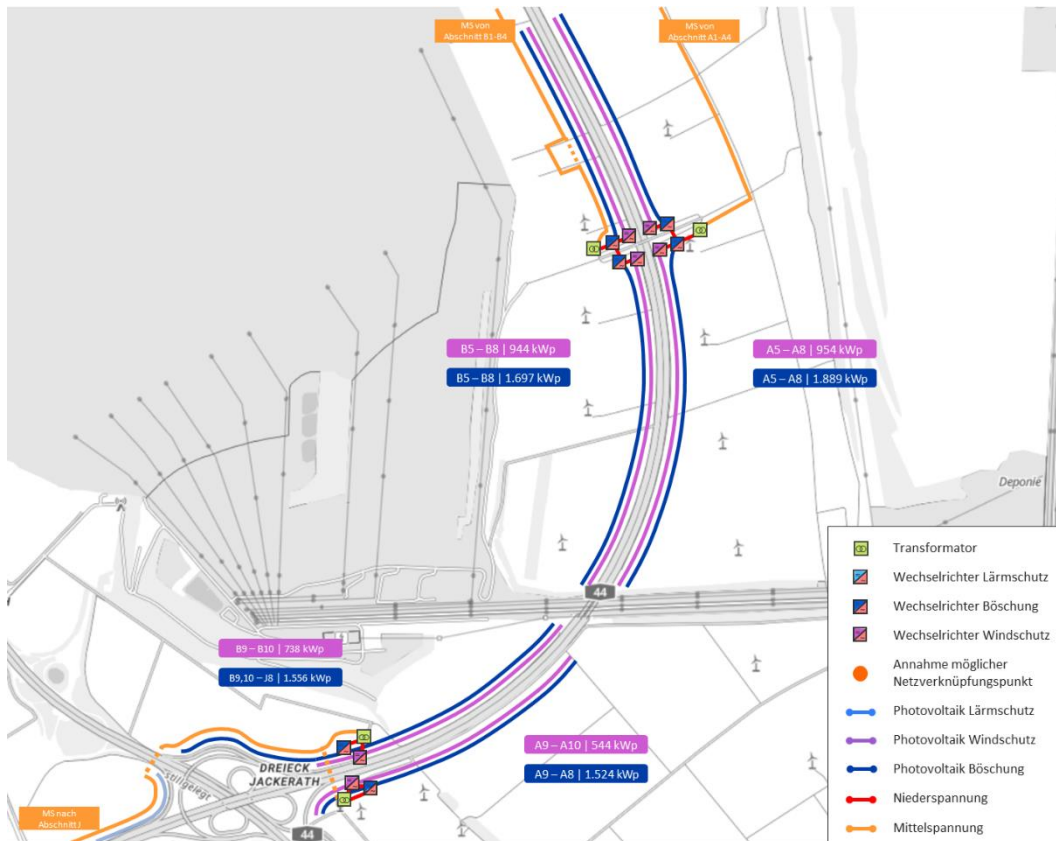


Abbildung 31 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich A und J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

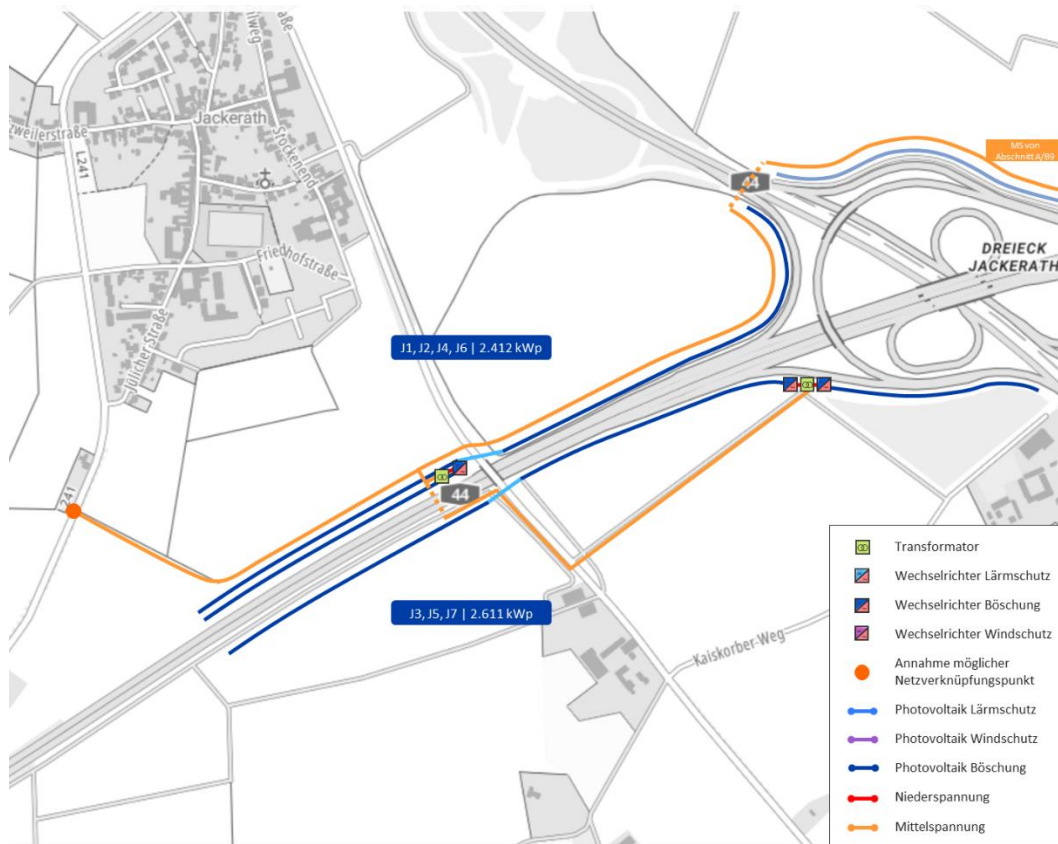


Abbildung 32 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 1 Teilbereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

Anlage 3 Detailbilder Konzeptvariante 2a

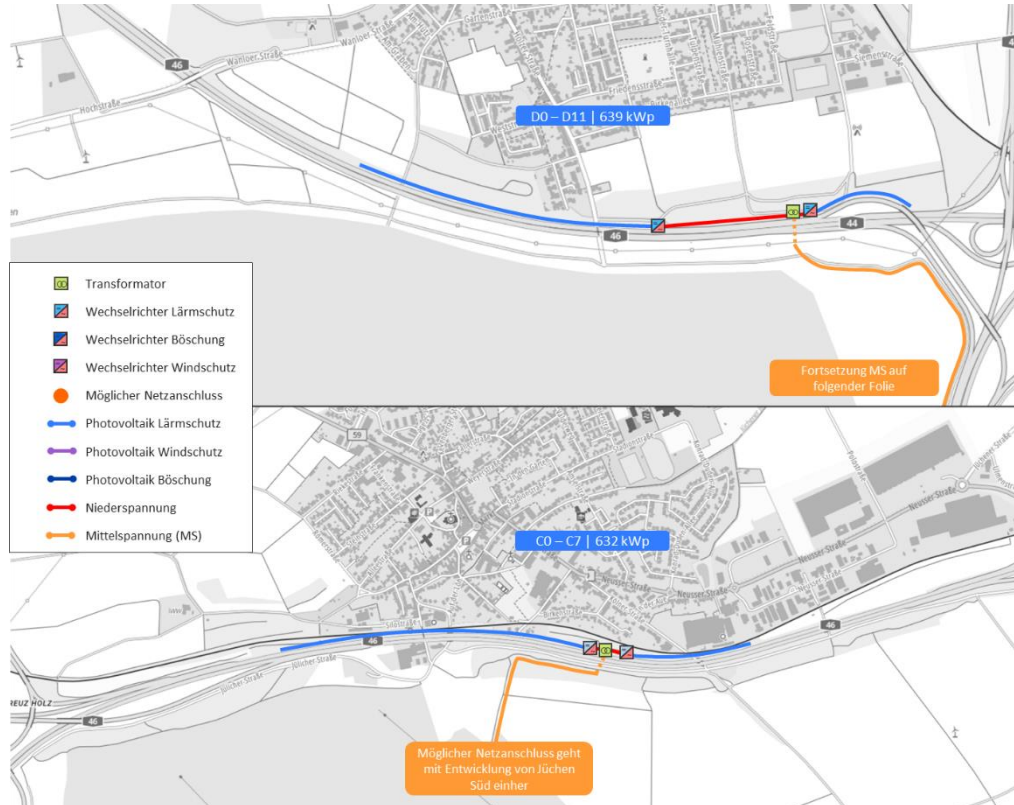


Abbildung 33 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich C und D (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

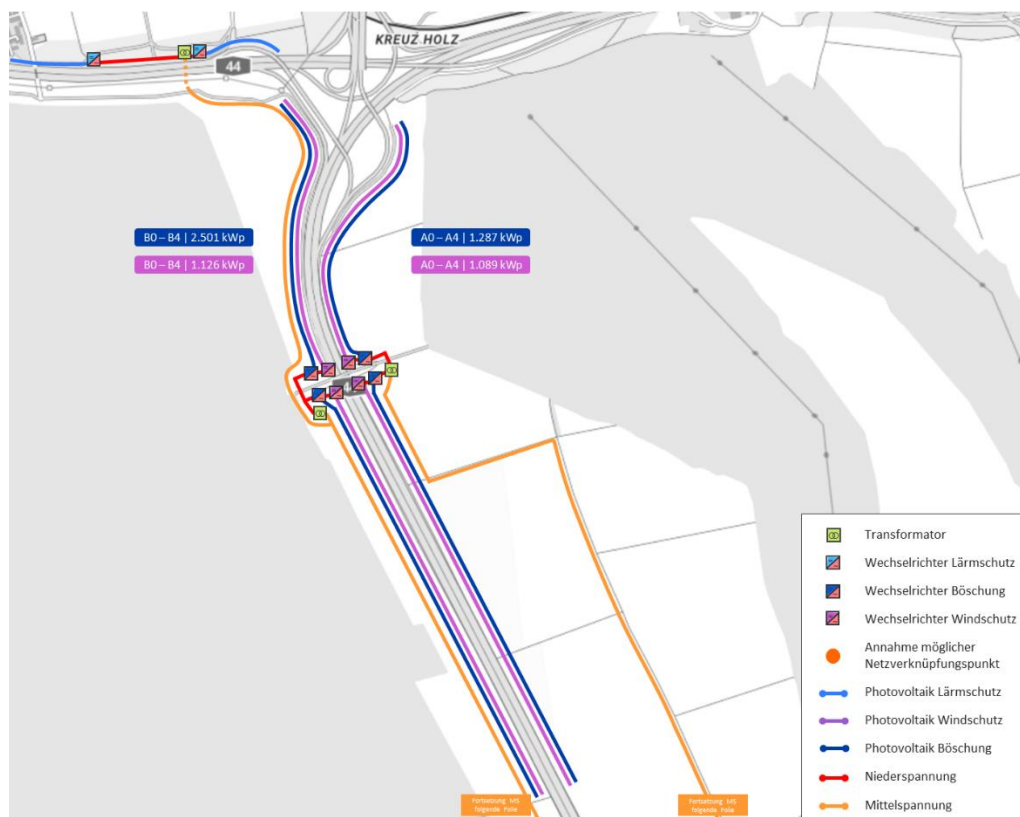


Abbildung 34 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich A und B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

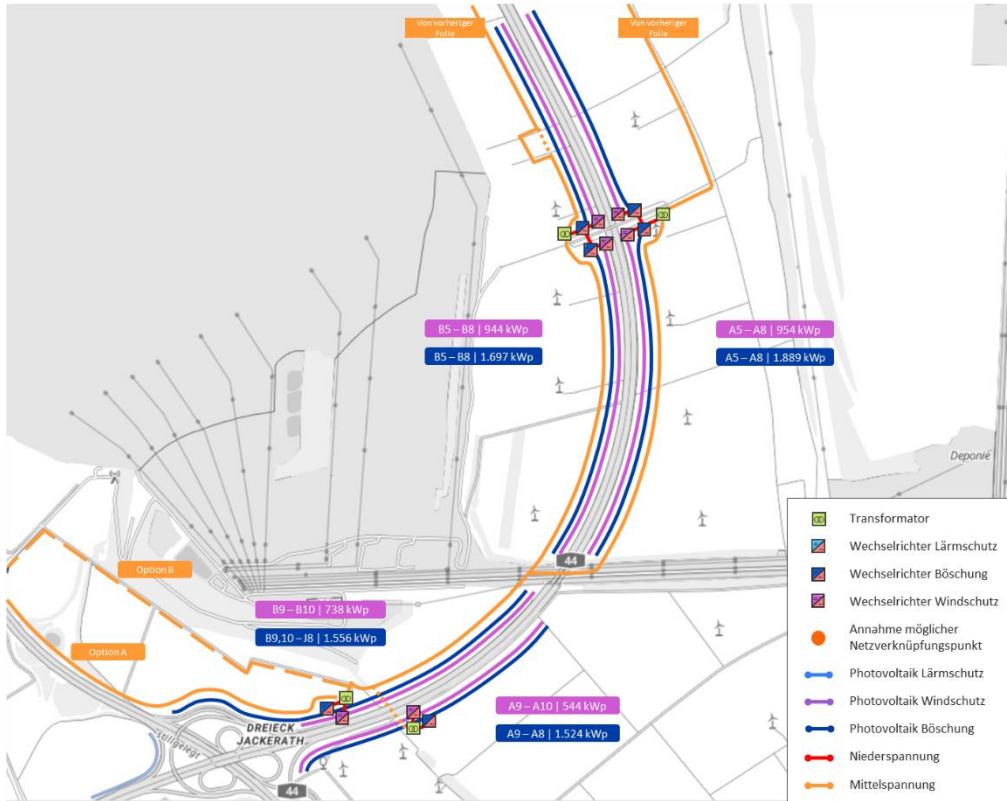


Abbildung 35 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich A und B, J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

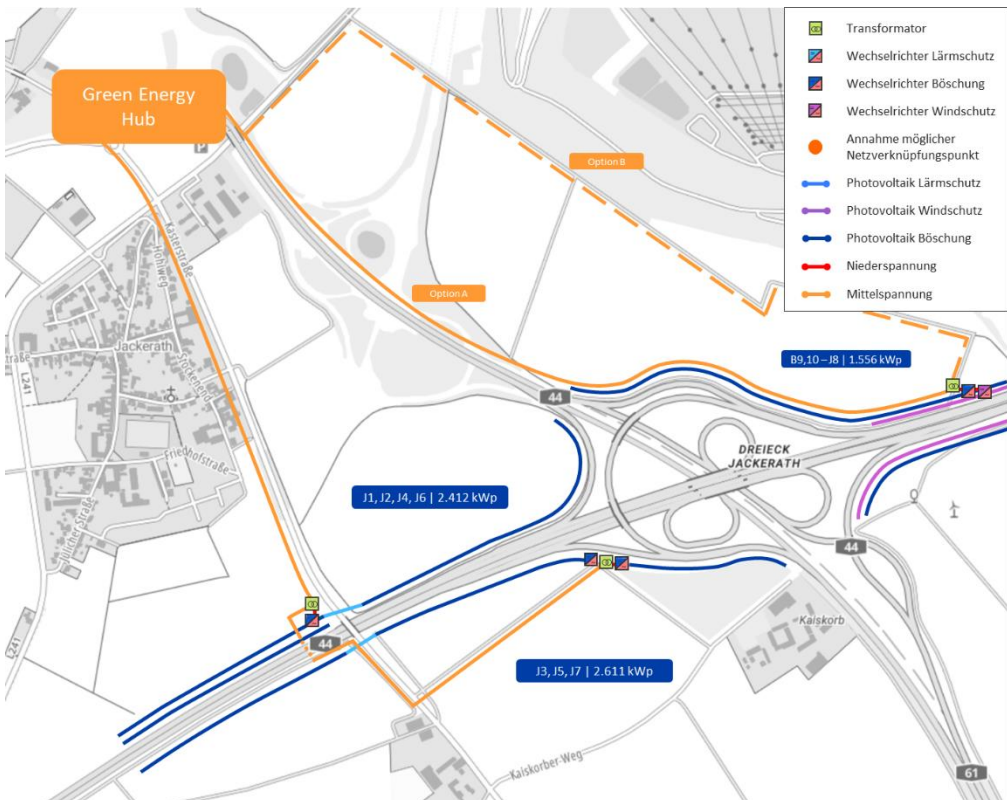


Abbildung 36 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

Anlage 4 Detailbilder Konzeptvariante 2b

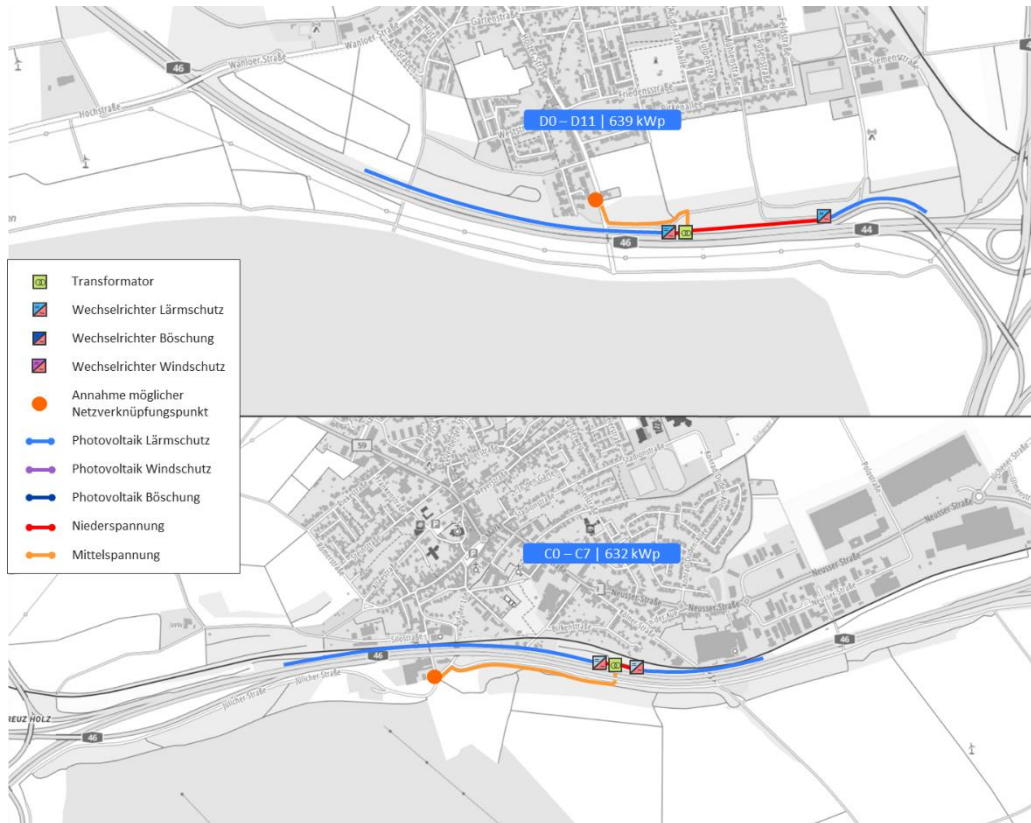


Abbildung 37 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2a Teilbereich C und D (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

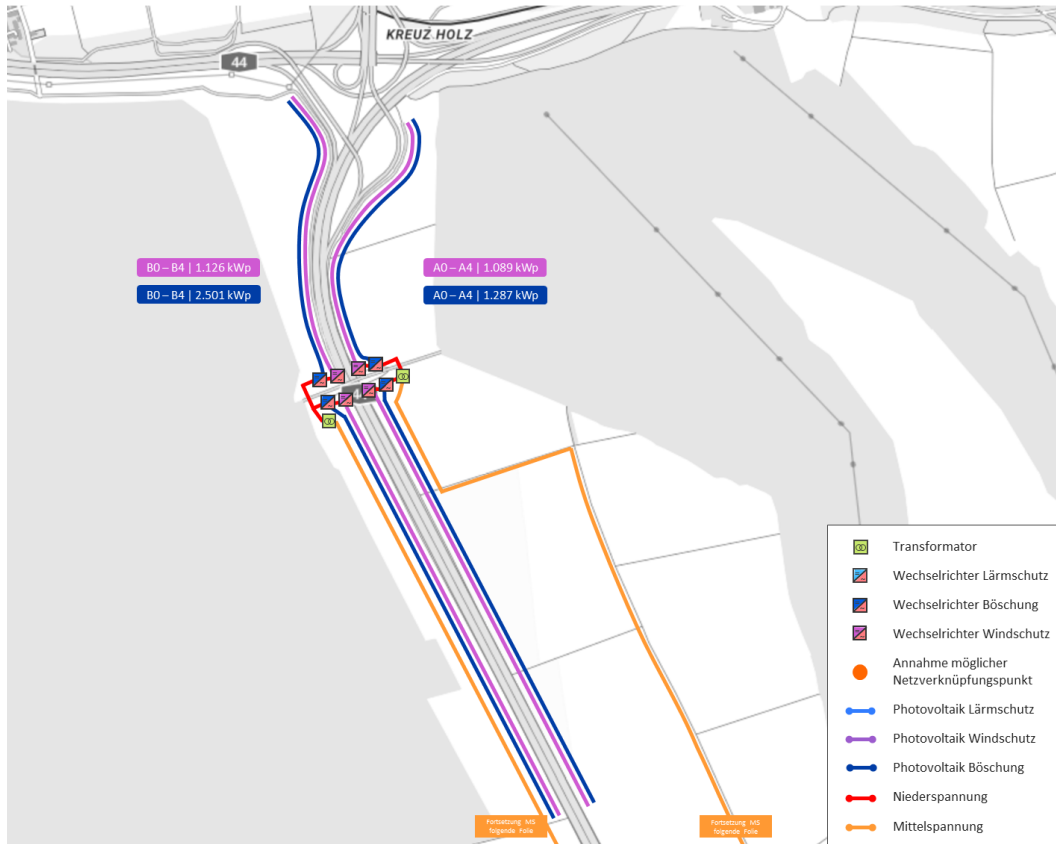


Abbildung 38 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2b Teilbereich A und B (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

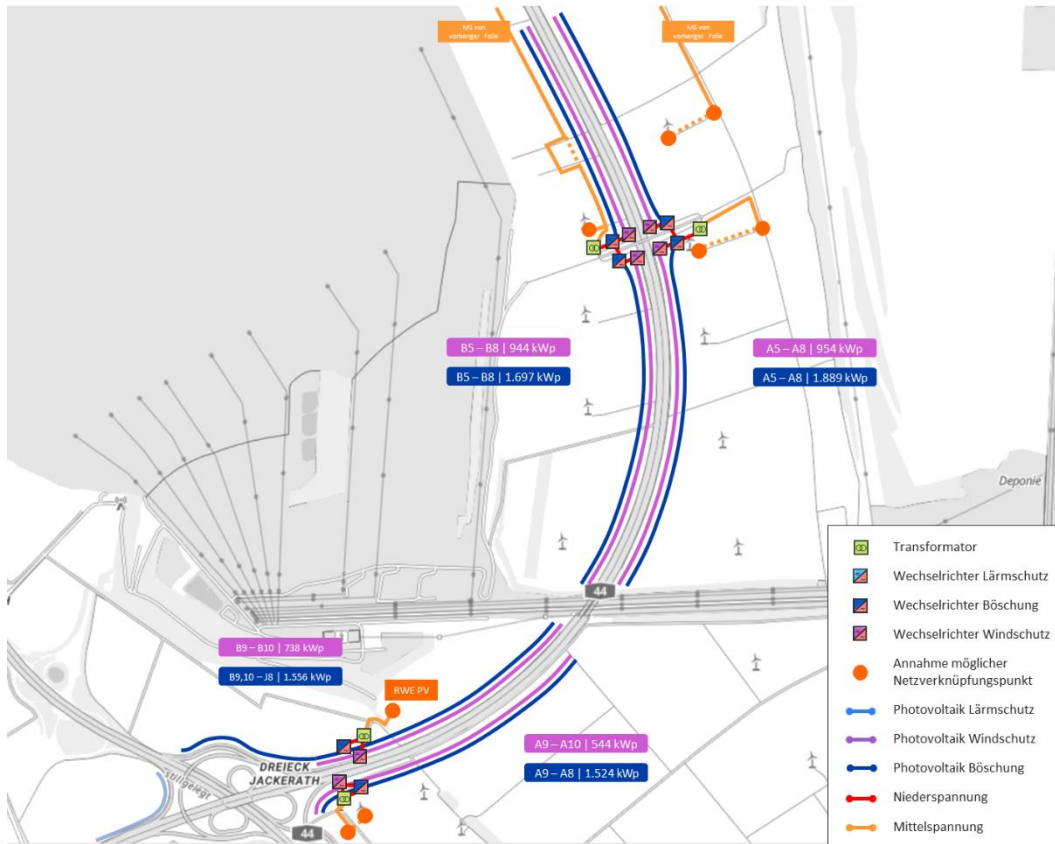


Abbildung 39 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2b Teilbereich A und B, J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

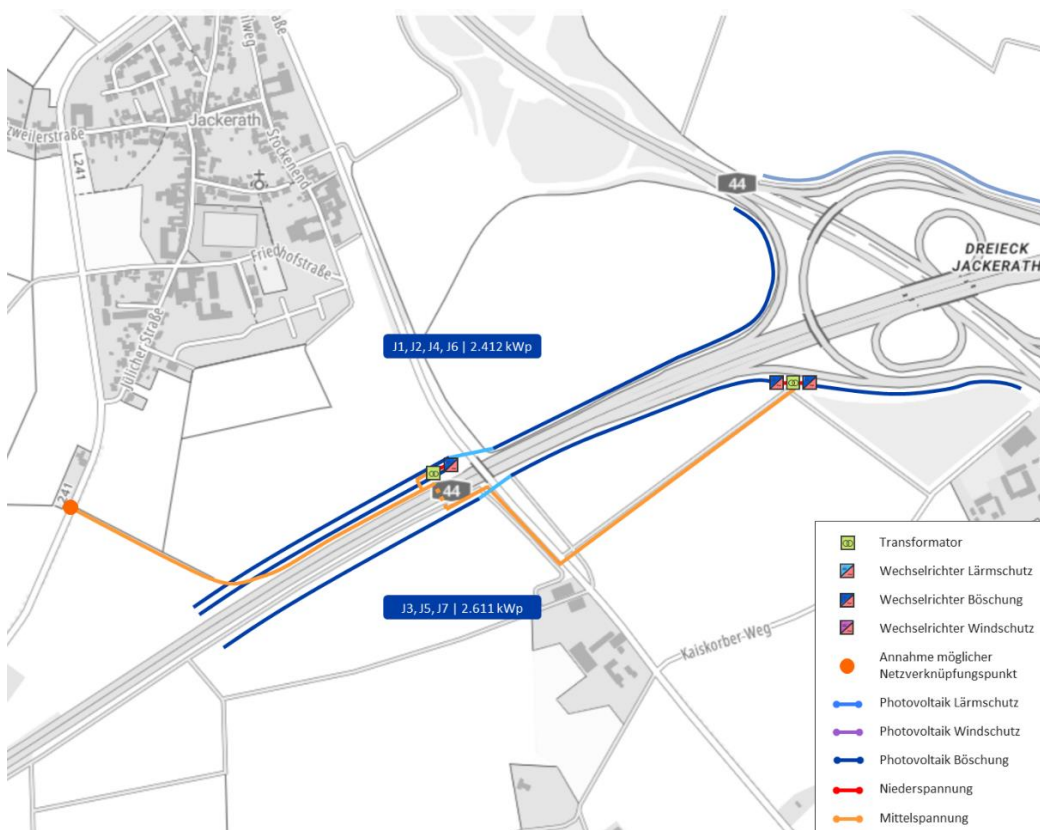


Abbildung 40 detaillierte Abbildung Konzeptvariante 2b Teilbereich J (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

Anlage 5 Aufstellflächen Transformatoren und Wechselrichter

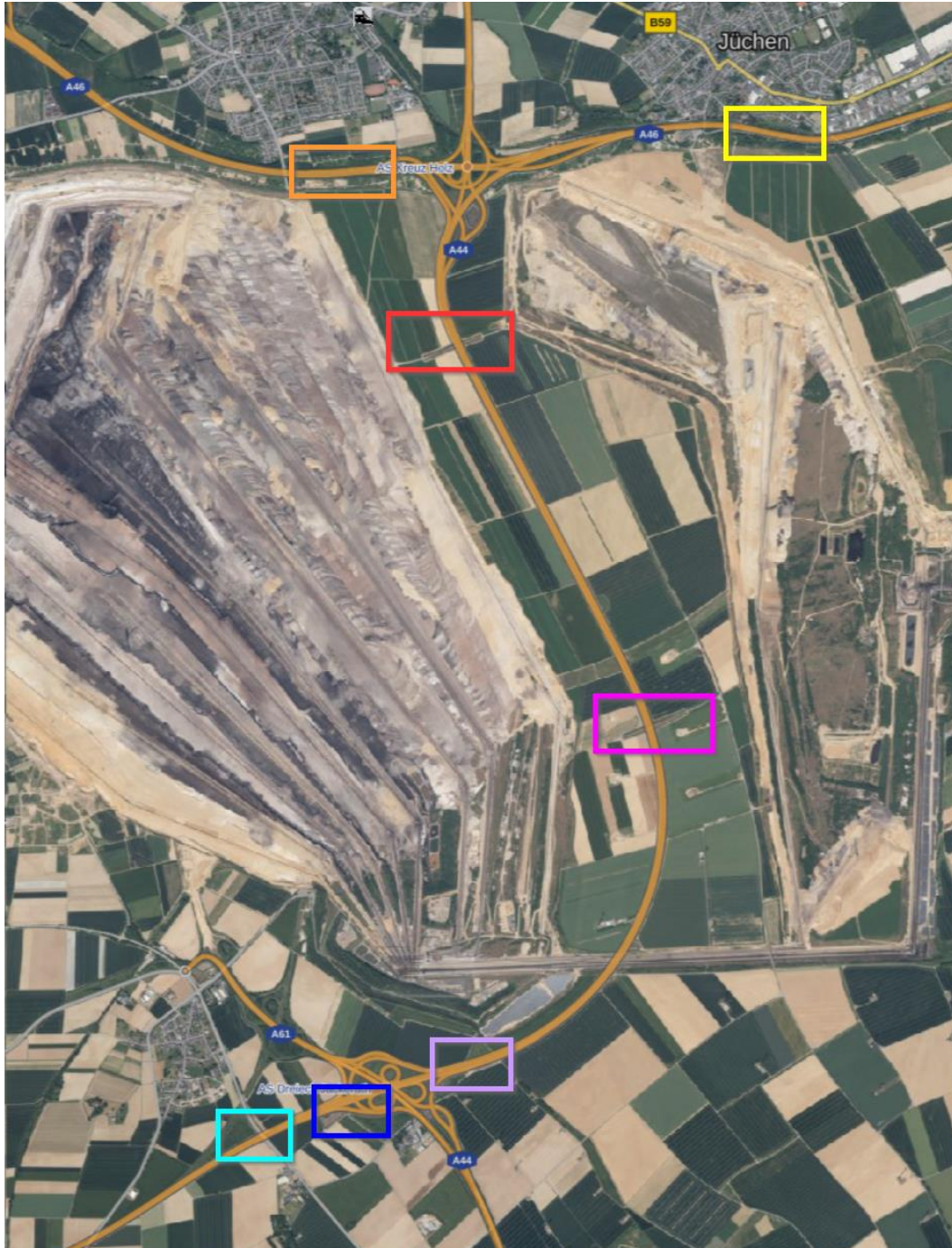


Abbildung 41 Übersicht potenzielle Technik-Aufstellflächen (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN



Abbildung 42 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „D“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)



Abbildung 43 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „D“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN



Abbildung 44 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „C“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)



Abbildung 45 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitte „A“ und „B“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN

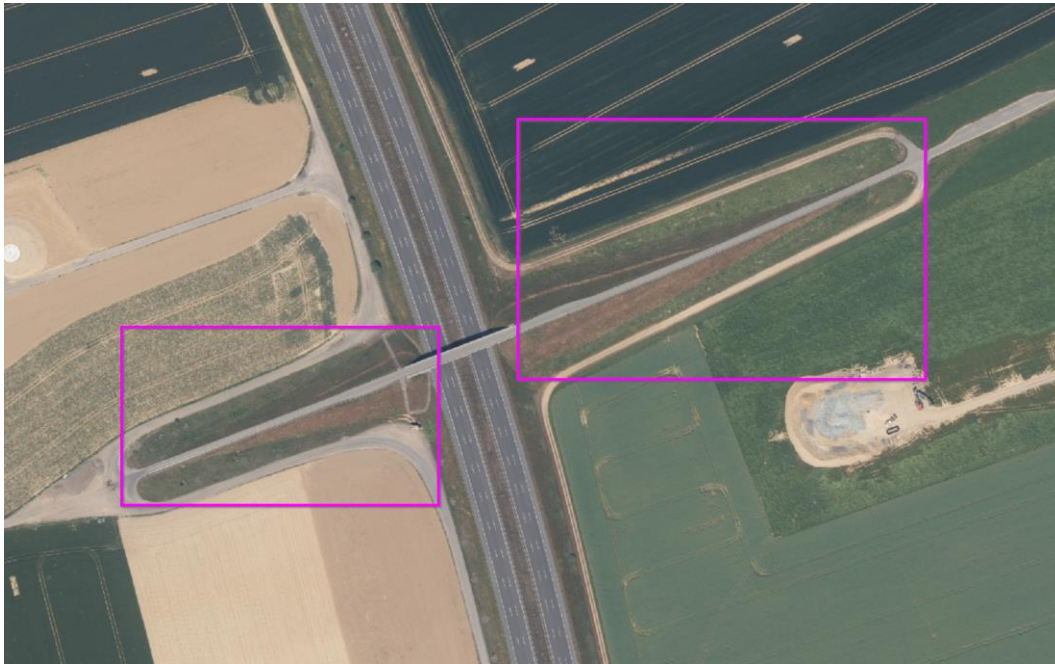


Abbildung 46 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitte „A“ und „B“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)



Abbildung 47 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitte „A“, „B“ und „J“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)

ANLAGEN



Abbildung 48 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „J“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 2023)



Abbildung 49 Potenzielle Aufstellfläche Abschnitt „J“ (Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage Bezirksregierung Köln, 202)

ANLAGEN

Anlage 6 Visualisierungen



Abbildung 50 Visualisierung PVA-Windschutz & Böschung (eigene Darstellung)

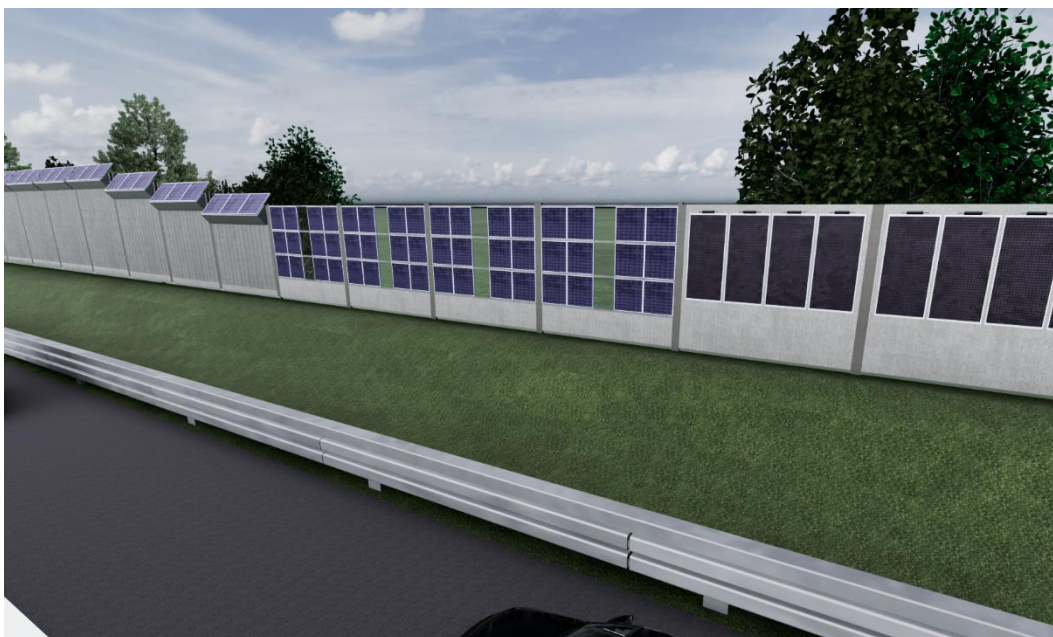


Abbildung 51 Visualisierung PVA-Lärmschutz (eigene Darstellung)

