

Stromautarke Verkehrsinfrastruktur bis 2030 - Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Priorisierung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energie am Bundesstraßennetz in Österreich

Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades
“Master of Science”

eingereicht bei
FH-Prof. Dipl.-Ing. Hubert Fechner, MSc, MAS

DI Dr. Alexandra Medl

00840075

Eidesstattliche Erklärung

Ich, **DI DR. ALEXANDRA MEDL**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Masterthese, "STROMAUTARKE VERKEHRSINFRASTRUKTUR BIS 2030 - ENTWICKLUNG EINES METHODISCHEN ANSATZES ZUR PRIORISIERUNG VON FLÄCHEN ZUR ERZEUGUNG ERNEUERBARER ENERGIE AM BUNDESSTRASSENNETZ IN ÖSTERREICH", 109 Seiten, gebunden, selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, und
2. dass ich das Thema dieser Arbeit oder Teile davon bisher weder im In- noch Ausland zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, 14.01.2022

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mir das Studium ermöglicht und mich bei der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein großer Dank dem Vorstand der ASFINAG, welcher im steten Bewusstsein der deklarierten Klimaziele sowie der wesentlichen Rolle von Straßeninfrastruktur als Wegbereiter der Mobilitätswende, die fortwährende Weiterbildung der Mitarbeitenden im Bereich der Nachhaltigkeit nicht nur ermöglicht, sondern auch bewusst fördert. Desweiteren bedanken möchte ich mich bei der Geschäftsführung der Bau Management GmbH, für die Ermöglichung meiner fachlichen sowie persönlichen Weiterentwicklung durch die Teilnahme an dem Studiengang „Renewable Energy Systems“, begleitend zu meiner beruflichen Tätigkeit im Unternehmen. Ein spezielles Dankeschön gebührt an dieser Stelle **Alexander Walcher**, welcher mir durch seinen persönlichen Einsatz in seiner Funktion als Geschäftsführer die Weichen für die Umsetzung des Studiums gelegt hat.

Ich danke auch meinem Masterarbeitsbetreuer **Hubert Fechner**, für die fördernde und anregende Betreuung dieser Arbeit, seine konstruktiven Ratschläge und die immerwährende Möglichkeit zur Diskussion.

Mein ganz besonderer Dank gilt auch meiner Vorgesetzten **Brigitte Sladek**, für ihre stetige Bereitschaft mir im kritischen wie konstruktiven Austausch thematische Feinheiten aufgezeigt und stets mit fachlicher Unterstützung zur Seite gestanden zu haben. Hervorheben möchte auch meine Kollegen und Kolleginnen des Fachbereichs Umwelt- und Verfahrensmanagement, für die unzähligen Gespräche und durchwegs guten Ratschläge, welche die Form dieser Arbeit wesentlich geprägt haben.

Ein weiteres großes Dankeschön gilt den Kollegen der Elektrotechnischen und Maschinellen Ausrüstung **René List** und **Kurt Portschy**, für ihre maßgebliche Unterstützung bei der Themenfindung und die fachlichen Diskussionen, welche wesentlich zur erfolgreichen Umsetzung dieser Arbeit beigetragen haben.

Ein herzliches Dankeschön auch an meinen Kollegen aus der Konzernsteuerung **Uli Vielhaber**, für seine Unterstützung und fortwährende Bereitschaft zum Austausch zu Themenbereichen der Nachhaltigkeit.

Präambel

Die vorliegende Masterarbeit wurde von der Erstellerin eigenständig im Rahmen des Universitätslehrgangs „*Renewable Energy Systems*“ erstellt. Die Masterarbeit basiert auf den Analysen und Rechercheergebnissen der Erstellerin und ist nicht Teil der offiziellen Unternehmensstrategie der ASFINAG. Rechtliche Aussagen wurden mit dem Verständnis einer Technikern gemacht und nicht durch Rechtskundige qualitätsgesichert. Es besteht daher nicht der Anspruch eines Rechtsgutachtens.

Kurzfassung

Das Regierungsprogramm 2020-2024 der Österreichischen Bundesregierung bezeichnet die Veränderung des Klimas als eine der größten Herausforderungen unserer Generation – in ökologischer, ökonomischer und sozialer Hinsicht. Um die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens zu erfüllen, wird der Ausbau aller Formen heimischer erneuerbarer Energieträger forciert. Vor diesem Hintergrund hat sich die ASFINAG als österreichisches Infrastrukturunternehmen im Sinne einer nachhaltigen Mobilität die bilanzielle Stromautarkie auf Basis der Eigenproduktion von erneuerbarem Strom in einem Ausmaß von 100 Megawatt bis zum Jahr 2030 zum Ziel gesetzt. Die dafür notwendigen Energieerzeugungsanlagen werden auf Verkehrsflächen in Verwaltung der ASFINAG errichtet. Aufgrund des engen Zeitfensters von nur 10 Jahren bis zum Jahr 2030 ist bei der Flächenmobilisierung im Sinne einer effizienten Umsetzung strukturiert vorzugehen. Ein erster und wesentlicher Schritt dabei ist die Evaluierung des verfügbaren Flächenpotentials für erneuerbare Energieanlagen.

Im Zuge der vorliegenden Masterarbeit werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen auf Verkehrs-Grünflächen gelingen kann, ohne im Widerspruch zu einem ressourcenschonenden Umgang mit den entsprechenden Flächen sowie den Bestrebungen einer Förderung der Artenvielfalt am Bundesstraßennetz zu stehen. Ziel ist es darzulegen, welchen Kriterien eine Verkehrs-Grünfläche entsprechen muss, um eine gleichsam zeit- und energieeffiziente sowie umweltfreundliche Umsetzung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu gewährleisten. Endergebnis ist ein Algorithmus anhand welchem strategische Handlungsempfehlungen für die Auswahl geeigneter Verkehrs-Grünflächen abgeleitet werden.

Im Rahmen der Masterarbeit wurden vor allem zwei Faktoren als relevant identifiziert: Zeit und Effizienz. Energieerzeugungsanlagen müssen angesichts des kurzen Zeithorizonts bis 2030 nicht nur möglichst schnell umgesetzt werden, sondern im Sinne der Wirtschaftlichkeit auch eine bestmögliche Leistung erbringen. Kombiniert betrachtet ermöglichen die Faktoren Zeit und Effizienz eine Grobeinschätzung der Umsetzungsmöglichkeit einer Energieanlage. Diese wurde – titulierte als „Umsetzungswiderstand“ – im Zuge der vorliegenden Masterarbeit durch einen eigens entwickelten Algorithmus berechnet und mittels Widerstandsmatrix graphisch dargestellt.

Mit der Widerstandsmatrix wird ein methodischer Ansatz geboten, welcher bei der Entscheidung der Flächenauswahl und deren Priorisierung einen maßgeblichen Beitrag leisten und somit die Strategie für den Ausbau erneuerbarer Energien am Bundesstraßennetz unterstützen kann. Grundgedanke ist die Berechnung eines Umsetzungswiderstands pro Verkehrs-Grünfläche, resultierend aus den definierten Beurteilungsparametern des „Genehmigungsaufwands“ und der „technischen Eignung“ der jeweilig betroffenen Fläche. Die Verkehrs-Grünflächen können anhand des ermittelten Umsetzungswiderstands gereiht und demnach priorisiert werden. Jene Fläche, mit dem geringsten Umsetzungswiderstand lässt im Umkehrschluss in Relation zu den anderen Flächen auf eine hohe Zeit- und Energieeffizienz sowie Naturverträglichkeit schließen.

Der entwickelte Algorithmus soll als Werkzeug zur zeiteffizienten Umsetzung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien am Bundesstraßennetz dienen. Strategische Ziele können potenziell entsprechend der Priorisierung der einzelnen Verkehrs-Grünflächen formuliert werden. Bei Flächen mit geringem Umsetzungswiderstand ist von geringen Genehmigungsaufwänden und damit auch einer schnelleren Umsetzbarkeit auszugehen. Operative Maßnahmen können auf Basis dessen entsprechend geplant werden.

Abstract

The government program 2020-2024 of the Austrian Federal Government describes climate change as one of the greatest challenges of our generation - in ecological, economic and social terms. In order to meet the goals of the Paris climate protection agreement, the expansion of all forms of domestic renewable energy sources is being pushed. Against this backdrop, ASFINAG, as an Austrian infrastructure company, has set itself the goal of achieving balance-sheet electricity self-sufficiency based on its own production of renewable electricity to the tune of 100 megawatts by 2030 in the interests of sustainable mobility. The energy generation plants required for this purpose will be built on traffic areas under the administration of ASFINAG. Due to the narrow time window of only 10 years until the year 2030, the land mobilization has to be structured in order to ensure an efficient implementation. A first and essential step in this process is the evaluation of the available land potential for renewable energy plants.

In the course of this master thesis, possibilities are shown how the construction of energy generation plants on green spaces for traffic can succeed without contradicting a resource-saving handling of the respective areas as well as the efforts to promote biodiversity on the federal road network. The aim is to show which criteria a traffic green space has to meet in order to guarantee a time- and energy-efficient as well as environmentally friendly implementation of renewable energy plants. The final result is an algorithm that can be used to derive strategic recommendations for the selection of suitable traffic green spaces.

Two factors in particular were identified as relevant in the context of the master's thesis: time and efficiency. Given the short time horizon to 2030, energy generation plants must not only be implemented as quickly as possible, but also provide the best possible performance in terms of economic efficiency. When considered together, the factors of time and efficiency provide a rough estimate of the feasibility of implementing an energy plant. This was calculated in the course of this master's thesis by means of a specially developed algorithm and graphically represented by means of a resistance matrix.

With the resistance matrix, a methodical approach is offered, which can make a significant contribution to the decision of the area selection and its prioritization and thus support the strategy for the expansion of renewable energies on the federal road

network. The basic idea is the calculation of an implementation resistance per traffic green space, resulting from the defined assessment parameters of the "approval effort" and the "technical suitability" of the respective area concerned. The traffic green spaces can be ranked and accordingly prioritized based on the determined implementation resistance. Conversely, the green space with the lowest implementation resistance in relation to the other areas indicates high time and energy efficiency as well as environmental compatibility.

The algorithm developed is intended to serve as a tool for time-efficient implementation of renewable energy plants on the federal highway system. Strategic goals can potentially be formulated according to the prioritization of each traffic green space. Areas with low resistance to implementation can be expected to require less permitting and thus be implemented more quickly. Operational measures can be planned accordingly based on this.

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	3
1.2	Ziel der Masterarbeit	4
2	Methodik	6
2.1	Potenzialanalyse	7
2.2	Algorithmus zur Flächenpriorisierung	10
2.2.1	Bewertung des „Genehmigungsaufwands“	11
2.2.2	Bewertung der „technischen Eignung“	11
2.2.3	Widerstandsmatrix	13
3	Potenzialanalyse	15
3.1	Theoretisches Potenzial	15
3.1.1	Analyse geeigneter Technologien zur Stromerzeugung	15
3.2	Technisches Potenzial	21
3.2.1	Analyse der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen	22
3.2.2	Analyse der technischen Rahmenbedingungen	33
3.3	Realisierbares Potenzial	37
3.3.1	Analyse der ökologischen Rahmenbedingungen	37
4	Algorithmus zur Flächenpriorisierung	41
4.1	Bewertung des „Genehmigungsaufwands“	41
4.2	Bewertung der „technischen Eignung“	46
4.3	Widerstandsmatrix	51
5	Synthese der Ergebnisse und Fazit	55
6	Strategische Handlungsempfehlungen	60
7	Quellenverzeichnis	64
7.1	Literaturverzeichnis	64
7.2	Amtliche Quellen	69
7.2.1	Gesetzestexte	69
7.2.2	Verordnungen	71
7.2.3	Normen	72
7.3	Sonstige Quellen	72
8	Abkürzungsverzeichnis	73
9	Abbildungsverzeichnis	74
10	Tabellenverzeichnis	74
11	Anhänge	76
11.1	Anhang 1 - Rechtliche Rahmenbedingungen im Detail: Photovoltaik	76

11.1.1	Bauordnung.....	76
11.1.2	Elektrizitätswesen.....	76
11.1.3	Naturschutz.....	77
11.1.4	Raumplanung und Erfordernis einer Flächenwidmung.....	78
11.2	Anhang 2 - Rechtliche Rahmenbedingungen im Detail: Kleinwasserkraft.....	80
11.2.1	Wasserrecht.....	80
11.2.2	Bauordnung.....	81
11.2.3	Elektrizitätswesen.....	82
11.2.4	Naturschutz.....	82
11.2.5	Raumplanung und Erfordernis einer Flächenwidmung.....	83
11.3	Anhang 3 - Rechtliche Rahmenbedingungen im Detail: Windkraft.....	83
11.3.1	Bauordnung.....	83
11.3.2	Elektrizitätswesen.....	85
11.3.3	Naturschutz.....	86
11.3.4	Raumplanung und Erfordernis einer Flächenwidmung.....	87
11.4	Anhang 4 - Kapitalwertmethode.....	92
11.5	Anhang 5 - Auswertungsbögen zur Erstellung der Widerstandsmatrix.....	97

1 Einleitung

Das Regierungsprogramm 2020-2024 der Österreichischen Bundesregierung bezeichnet die Veränderung des Klimas als eine der größten Herausforderungen unserer Generation – in ökologischer, ökonomischer und sozialer Hinsicht. *Die österreichische Bundesregierung bekennt sich zu ihrer Verantwortung, die notwendigen Schritte und Weichenstellungen vorzunehmen, um dieser Herausforderung auf allen Ebenen gerecht zu werden und die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens zu erfüllen* (Bundesregierung 2019, 72). Dazu wird der Ausbau aller Formen heimischer erneuerbarer Energieträger forciert. *Den Rahmen dafür wird das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz geben, das bis 2030 eine 100% (national bilanziell) Versorgung mit Ökostrom sichert* (Bundesregierung 2019, 72). *Die Neuerrichtung, Erweiterung und Revitalisierung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen sind in einem solchen Ausmaß zu unterstützen, dass der Gesamtstromverbrauch ab dem Jahr 2030 zu 100% national bilanziell aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt wird* (EAG § 4 Abs 2). Zur Erfüllung dieses im am 07.07.2021 beschlossenen Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzespaket explizit definierten Ziels *ist ausgehend von der Produktion im Jahr 2019 die jährliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen bis zum Jahr 2030 mengenwirksam um 27 TWh zu steigern. Davon sollen 11 TWh auf Photovoltaik, 10 TWh auf Wind, 5 TWh auf Wasserkraft und 1 TWh auf Biomasse entfallen. Der Beitrag der Photovoltaik soll insbesondere durch das Ziel, eine Million Dächer mit Photovoltaik auszustatten, erreicht werden* (EAG § 4 Abs 4).

Studienergebnisse zeigen allerdings, dass im Bereich der Photovoltaik die aktuellen Potenziale im Gebäudesektor (bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen) zur Erreichung der Klima- und Energieziele nicht ausreichen (Fechner 2020, 27). Die Nutzung auch anderer Flächen für die Errichtung von PV-Anlagen erscheint daher unabdingbar. Konkret angeführt werden in diesem Zusammenhang *Flächen im Nahbereich von infrastrukturell genutzten Gebieten wie Parkplatzüberdachungen, Betriebsbau- und Industriegebiet, das nicht der betrieblichen Nutzung dient, vorbelastete Flächen (zB ehemalige Lagerflächen, Deponien, Halden, Schottergruben), Flächen mit geringer ökologischer Bedeutung, aber auch landwirtschaftliche Flächen* (Fechner 2020, 52). Als Freiflächen, die eine geringe ökologische Bedeutung aufweisen, werden beispielhaft *Flächen entlang von Autobahnen, Schnellstraßen und Bahnlinien* genannt (Fechner 2020, 40). Als Betreiberin der österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen verfügt die

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) über einen beträchtlichen Anteil an derartigen Grundstücksflächen.

Der Verkehr stellt den mit Abstand größten Endenergieverbraucher Österreichs dar, Tendenz aufgrund des starken Wachstums im Straßengüter- und Straßenpersonenverkehr weiterhin steigend (Umweltbundesamt 2021a). Neben einer Effizienzsteigerung im Sinne eines geringeren Verbrauchs können essentielle Fortschritte im Bereich der Emissionen insbesondere durch Prozessumstellungen verwirklicht werden. In erster Linie bedeutet dies die Umstellung von einem verbrennerbasierten Individualverkehr auf Motoren mit elektrischem Antrieb. Eine wesentliche Maßnahme zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors stellt daher die Elektrifizierung des Straßenverkehrs dar (Maringer 2021). Dadurch kommt es zu einem zunehmenden Verschwimmen der Grenzen der zwei historisch ursprünglich getrennten Industriezweige „Verkehr“ und „Energie“ (Lelievre 2020). Dies erfordert einen stetigen Ausbau der erforderlichen elektrischen Ladeinfrastruktur und die gleichzeitige Verwendung kosteneffizienter erneuerbarer Energien zur Strombereitstellung (Grimme et al. 2018). Angesichts des auch in Zukunft erwarteten Wachstums der Nachfrage nach Verkehrsleistungen ergibt sich in diesem Zusammenhang besonderer Handlungsbedarf für die ASFINAG.

Im Jahr 2019 wies die ASFINAG (hier gemeint: Tunnelbetrieb, Fuhrpark und Gebäude) einen Energieverbrauch von 246,5 GWh pro Jahr auf (ASFINAG 2021a, 90). Umgerechnet entspricht dies in etwa dem Stromverbrauch aller Haushalte einer Stadt wie Innsbruck mit circa 130.000 Einwohnenden (berechnet auf Basis des Verbrauchs eines durchschnittlichen Einpersonenhaushalts von 1.900 kWh). Tendenz – nicht zuletzt auch durch den Ausbau eines flächendeckenden Versorgungsnetzes für Elektrofahrzeuge – steigend (Vielhaber 2021). Den größten Anteil dabei macht mit 130,7 GWh die Stromerzeugung aus (Brenn- und Kraftstoffe: 111 GWh, Wärmeenergie 4,8 GWh) (ASFINAG 2021a, 90). Mit der Eigenproduktion von erneuerbarem Strom kann die ASFINAG daher einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors leisten.

Vor diesem Hintergrund hat sich die ASFINAG im Sinne einer nachhaltigen Mobilität die bilanzielle Stromautarkie auf Basis der Eigenproduktion von erneuerbarem Strom in einem Ausmaß von 100 Megawatt bis zum Jahr 2030 zum Ziel gesetzt (ASFINAG 2021b, 34, bisher unveröffentlicht). Die dafür notwendigen Energieerzeugungsanlagen werden auf Verkehrsflächen in Verwaltung der

ASFINAG¹ errichtet. Aufgrund des engen Zeitfensters von nur 10 Jahren bis zum Jahr 2030 ist bei der Flächenmobilisierung im Sinne einer effizienten Umsetzung strukturiert vorzugehen. Ein erster und wesentlicher Schritt dabei ist die Evaluierung des verfügbaren Flächenpotentials für erneuerbare Energieanlagen.

1.1 Problemstellung

Die Bundesstraßen-„Landschaft“ ist geprägt von versiegelten Flächen für den fließenden und ruhenden Verkehr samt diverser Anlagen wie Brücken, Tunnel oder Lärmschutzwänden sowie Anlagen und Gebäude für das Ruhen und Rasten, die Verkehrskontrolle und den Betrieb des Streckennetzes jeweils inklusive den zugehörigen Grünflächen² (*zur Präzisierung werden diese Grünflächen in weiterer Folge als „Verkehrs-Grünflächen“ bezeichnet*). Ebenfalls dazu zählen an und abseits der Verkehrsanlagen gelegene Ausgleichsflächen³.

Für die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie auf den von der ASFINAG verwalteten Flächen bieten sich insbesondere

- die Dächer vorhandener Hochbauten,
- versiegelte Nebenanlagen wie Rast- oder Parkplätze und
- Verkehrs-Grünflächen im Nahebereich der Verkehrsanlagen

an.

Im Zuge einer von der ASFINAG durchgeführten Potenzialstudie hinsichtlich der Umsetzung von Photovoltaik (PV)-Anlagen auf 53 Liegenschaften (unter anderem Autobahnmeistereien, Betriebsgebäude an Tunnel, Mautstellen etc.) der ASFINAG

¹ Die Grundstücke, auf denen sich die österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen befinden, stehen im Eigentum der Republik Österreich (Bund/Bundesstraßenverwaltung). Sie werden von der ASFINAG auf Basis eines zivilrechtlichen Fruchtgenussrechtes verwaltet. Außerdem kommen der ASFINAG für diese Grundstücke gemäß Bundesstraßengesetz alle Rechte und Pflichten der Bundesstraßenverwaltung zu (ASFINAG o.D.).

² Für den Begriff **Grünflächen** wird im Kontext dieser Masterarbeit auf die Definition der RVS 03.10.11 Planung und Anlage von Grünflächen zurückgegriffen. Diese versteht unter „Grünfläche“ *durch Vegetation bestimmte, überwiegend der Verkehrsinfrastruktur zugeordnete Flächen* (RVS 03.10.11).

³ Die RVS 04.01.12 Umweltmaßnahmen definiert eine Ausgleichsmaßnahme als Maßnahme, die durch einen Eingriff verursachte nachteilige Auswirkung(en) gleichwertig und gleichartig kompensiert (RVS 04.01.12). Dazu zählen sowohl flächige Maßnahmen (zB Neuanlage einer Feuchtwiese, Aufforstungen etc.) als auch punktuelle Maßnahmen (zB Herstellen von Nistkästen, Errichtung von Grünquerungen etc.). Im Kontext dieser Masterarbeit werden unter **Ausgleichsflächen** flächige Ausgleichsmaßnahmen verstanden.

konnte ein Ausmaß von insgesamt 242.000 m² PV-Potenzialflächen in ganz Österreich festgestellt werden. Davon entfallen 62.000 m² auf Dachflächen und 180.000 m² auf Grünflächen im Freifeld (Nothardt und Eberle 2021, 8, unveröffentlicht). Dieses Ergebnis zeigt deutlich, dass das verfügbare Flächenpotenzial der ASFINAG für PV-Anlagen auf Grünflächen auf den untersuchten Liegenschaften im Freifeld fast drei Mal so hoch ist wie auf Hochbauten. Die Ergebnisse weiterer Potenzialanalysen zur Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien im Freifeld werden bis Ende 2021 erwartet.

Von der Politik wird gezielt die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien auf Dächern oder bereits versiegelten Flächen forciert (Stichwort: 1-Million-Dächer-Programm), Energieanlagen im Grünland⁴ gelten als problematisch. Dies insbesondere vor dem Hintergrund der Flächenversiegelung und potenzieller Zielkonflikte mit dem Natur- und Landschaftsschutz oder der Landwirtschaft (CIPRA 2009, 4; NABU 2006, 17). Um das Ziel der Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Ausmaß von 100 MW erneuerbarer Energie in der kurzen Zeit bis 2030 zu erfüllen und damit einen Beitrag zur Energiewende leisten zu können, müssen von der ASFINAG jedoch auch die konkreten Potenziale der zur Verfügung stehenden Verkehrs-Grünflächen mitbetrachtet werden.

Vor diesem Hintergrund liegt der Fokus der vorliegenden Masterarbeit speziell auf der Nutzung von Verkehrs-Grünflächen zur potenziellen Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie. Flächen auf Hochbauten und versiegelte Freiflächen werden dabei nicht berücksichtigt.

1.2 Ziel der Masterarbeit

Die Verkehrs-Grünflächen der Bundesstraßen-„Landschaft“ nehmen als „grüne Flächen“ – ohne „Grünland“ im Sinne der Raumplanung zu sein – eine Sonderstellung ein. Sie sind Bestandteil der Autobahnen und Schnellstraßen, vielfach die Oberfläche von technischen Bauwerken wie Dämmen oder Einschnitten und unterliegen keiner herkömmlichen Grünlandnutzung wie zB der Landwirtschaft. Dennoch erfüllen auch sie ökosystemare Leistungen wie zB Wasserrückhalt, Filterwirkung, Tierhabitat und Pflanzenstandort.

⁴ Hier gemeint im Sinne der Raumordnung, also in Abgrenzung zu Bauland, Verkehrsflächen uä

Im Zuge der vorliegenden Masterarbeit sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen auf Verkehrs-Grünflächen gelingen kann, ohne im Widerspruch zu einem ressourcenschonenden Umgang mit den entsprechenden Flächen sowie den Bestrebungen einer Förderung der Artenvielfalt am Bundesstraßennetz zu stehen. Flächen sollen (und müssen) entlang jener Leitlinien definiert werden, die der Naturschutz vorgibt. Der Fokus liegt daher auf dem Aufzeigen des Potenzials von Verkehrs-Grünflächen entlang der Autobahnen und Schnellstraßen für die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms unter gleichzeitiger Berücksichtigung umweltrelevanter⁵ Rahmenbedingungen. Dabei werden sowohl genehmigungsrechtliche, als auch technische Aspekte betrachtet. Basis sind eine umfassende Literaturrecherche, unternehmensintern durchgeführte Studien der ASFINAG und eigene Analysen. Klar aufgezeigt werden sollen das am Bundesstraßennetz zur Verfügung stehende Potenzial an Ressourcen zur Nutzung unterschiedlicher Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energien und allenfalls auftretende bzw. zu berücksichtigende Umsetzungswiderstände. Genehmigungsaufwände sind bei gleichzeitig bestmöglicher technischer Eignung der Verkehrs-Grünflächen gering zu halten.

Ziel ist es darzulegen, welchen Kriterien eine Verkehrs-Grünfläche entsprechen muss, um eine gleichsam zeit- und energieeffiziente sowie umweltfreundliche Umsetzung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien zu gewährleisten. Spezielle Aufmerksamkeit wird dabei – im Sinne eines nachhaltigen Ausbaus – dem Naturschutz beigemessen. Als Endergebnis soll ein Algorithmus vorliegen, anhand welchem strategische Handlungsempfehlungen für die Auswahl geeigneter Verkehrs-Grünflächen abgeleitet werden können.

Folgende Forschungsfragen (F1 – F4) sollen im Zuge der Masterarbeit beantwortet werden:

⁵ Von der UVP-RL wird der Begriff „Umwelt“ nicht definiert, dafür aber präzisiert, indem demonstrativ (arg: *„wozu insbesondere ... gehören“*, Anhang IV Z 4 UVP-RL) jene Faktoren genannt werden, die in den Einreichunterlagen (zu einer Umweltverträglichkeitsprüfung) darzustellen sind. Diese Faktoren stecken also die Schutzgutbereiche ab, weshalb aus diesen Schutzgütern das Funktionsverständnis des Begriffs "Umwelt", das der UVP-RL zugrunde liegt, abgeleitet werden kann (Lindner et al. 2014, 21). Gleiches gilt für das UVP-G 2000 (Lindner et al. 2014, 30). Im Zuge der vorliegenden Masterarbeit wird der Umfang des Begriffs „Umwelt“ auf die auf Ebene einer Potenzialanalyse im Hinblick auf erneuerbare Energien als von der Autorin am wesentlichsten erachteten Schutzgüter **Mensch, biologische Vielfalt einschließlich der Tiere, Pflanzen und Lebensräume** sowie die **Landschaft** reduziert (vollständige Auflistung aller Schutzgüter siehe § 1 Abs 1 UVP-G 2000).

- F1** Welche Kriterien definieren die Nutzbarkeit unterschiedlicher Technologien zur Erzeugung erneuerbaren Stroms am Bundesstraßennetz?
- F2** Welche Genehmigungsaufwände ergeben sich für die ASFINAG bei der Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms auf Verkehrs-Grünflächen aufgrund derzeitiger gesetzlicher Rahmenbedingungen?
- F3** Welche technischen Kriterien muss eine Verkehrs-Grünfläche erfüllen, um den größtmöglichen Energieertrag einer Anlage zu gewährleisten?
- F4** Welche Rahmenbedingungen müssen bei der Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms erfüllt werden, um naturschutzfreundlich⁶ zu sein?

2 Methodik

Die *Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Priorisierung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energie am Bundesstraßennetz in Österreich* als Grundlage für die Entwicklung einer Strategie für den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen ist an die Phasen der strategischen Planung angelehnt (PWC 2010, 13) (Abbildung 1). Die strategische Planung ermöglicht einen strukturierten Prozess von der Entwicklung normativer Vorgaben (Strategieformulierung) über die strategische Analyse und die Strategiebewertung bis zur Umsetzung. Nachfolgend wird insbesondere auf die Phasen „Entwicklung“, „Analyse“ und „Umsetzung“ eingegangen.

In einem ersten Schritt ist demnach ein solides Verständnis der Ausgangslage sowie die **Entwicklung** strategischer Grundsätze und Visionen notwendig. Ein zweiter Schritt umfasst die **Analyse** vorhandener Flächenpotenziale für die Errichtung möglicher und sinnvoller Energieerzeugungsanlagen. Im Zuge der Analyse gilt es zu klären, anhand welcher Einflussfaktoren bzw. Beurteilungskriterien die Zielerreichung vorgenommen werden soll und in weiterer Folge Maßnahmen abgeleitet werden können. Im letzten Schritt – der Strategieimplementierung – findet die **Umsetzung** der Maßnahmen und deren laufende Evaluierung statt (Abbildung 1).

⁶ Der Begriff „naturschutzfreundlich“ fokussiert im Kontext der vorliegenden Masterarbeit explizit auf Schutzgüter gemäß den Naturschutzgesetzen (= biologische Vielfalt und Landschaftsbild). Das Schutzgut Mensch ist dabei nicht mitumfasst.

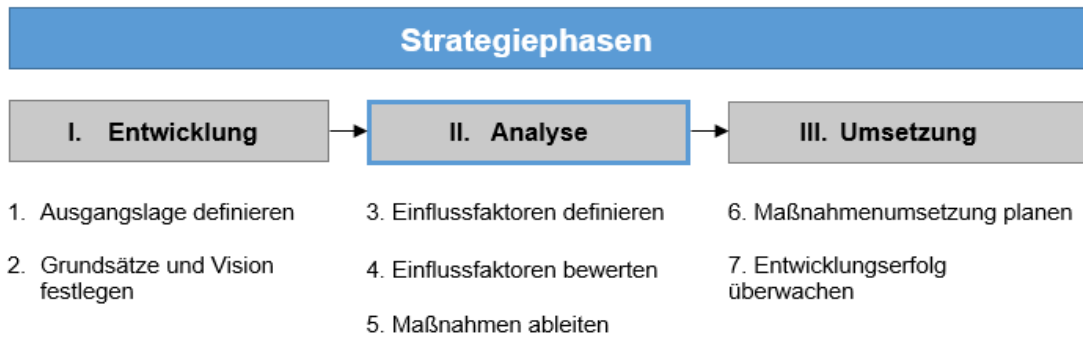


Abbildung 1: Einzelne Schritte der Strategieentwicklung (Quelle: adaptiert nach PWC 2010, 13)

Studien (PWC 2010) zeigen, dass die strategische Planung zu den wesentlichen Erfolgsvoraussetzungen (in der Studie gemeint „Unternehmenserfolg“, im Zuge der vorliegenden Masterarbeit umgelegt auf „Strategieerfolg“) gehört. Dies jedoch nur durch konsequente Umsetzung und eine funktionierende operative Planung⁷. *Eine regelmäßige strategische Planung beugt strategischen Versäumnissen vor und erhöht die Wahrscheinlichkeit, schnell auf sich bietende strategische Chancen reagieren zu können* (PWC 2010, 10).

Im Zuge der *Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Priorisierung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energie am Bundesstraßennetz in Österreich* als Grundlage für die Entwicklung einer Strategie für den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen wird in der vorliegenden Masterarbeit in Form der Potenzialanalyse insbesondere auf die Strategiephase „Analyse“ fokussiert.

2.1 Potenzialanalyse

Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit wird der Fokus der *Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Priorisierung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energie am Bundesstraßennetz in Österreich* als Grundlage für die Entwicklung einer Strategie für den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen durch Erläuterung von Ausgangssituation und strategischem Ziel dargestellt (siehe Kapitel 1). In einem zweiten Schritt – der Potenzialanalyse – wird das am Bundesstraßennetz vorhandene Potenzial zum Ausbau von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien evaluiert und darauf Einfluss nehmende Faktoren abgeleitet. Folgende

⁷ *Aus der strategischen Planung und ihrer Umsetzung wird die operative Planung, zum Beispiel Mittelfristplanung, Budgetplanung, abgeleitet. Gegenstand der operativen Planung sind Entscheidungen, die kurz- bis mittelfristig orientiert sind (in der Regel weniger als drei Jahre) und sich im Wesentlichen auf das Tagesgeschäft und dessen nähere Zukunft beziehen* (PWC 2010, 14-15).

Potenzialbegriffe werden in diesem Zusammenhang – in Anlehnung an ähnliche bereits durchgeführte Studien wie zB Landkreis Miesbach 2016, Stanzer et al. 2010, Fechner 2020 – verwendet (Abbildung 2):

Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial bildet das Fundament der Pyramide. Es ergibt sich aus dem physikalischen Angebot der jeweiligen Energiequelle im Untersuchungsgebiet ohne Berücksichtigung tatsächlicher nutzungsbedingter Einschränkungen (Fechner 2020, 8). In der Regel kann es nur zum Teil erschlossen werden, da strukturelle, technische, ökologische und administrative Rahmenbedingungen die Nutzung limitieren (Landkreis Miesbach 2016, 80). Konkret wird im Zuge der Ermittlung des theoretischen Potenzials herausgearbeitet, welche unterschiedlichen Technologien zur Erzeugung erneuerbaren Stroms am Bundesstraßennetz in welchem Ausmaß nutzbar sind.

Technisches Potenzial

Im Zuge der Analyse des technischen Potenzials werden genehmigungsrechtliche Faktoren (= „Genehmigungsaufwand“) sowie technische Aspekte (= „technische Eignung“) diskutiert, welche zu einem erhöhten Umsetzungswiderstand führen können. Der „Genehmigungsaufwand“ kann zB durch die Anzahl erforderlicher Genehmigungsverfahren, die zu erwartende Dauer von Genehmigungsverfahren auf Grund komplexer Sachverhalte oder Ressourcen der Behörden, ein kritisches Umfeld (wodurch mit Rechtsmitteln zu rechnen ist), zu erwartende Spannungen zwischen den Zielen des Natur- und Landschaftsschutzes sowie den Zielen zum Ausbau erneuerbarer Energien oder eine unklare Rechtslage beeinflusst werden. Das technische Potenzial ergibt sich aus der Betrachtung des theoretischen Potenzials unter Einbeziehung vorhandener Nutzungseinschränkungen (zB Einschränkung durch Naturschutzgebiete) und Berücksichtigung potenzieller Genehmigungsaufwände aus Bundes- und Landesgesetzen (zB Einschränkungen durch Vorgaben zur Flächenwidmung aus den Raumordnungsgesetzen) und Beachtung technischer Parameter (zB ausreichende Flächengröße zur Errichtung von PV-Anlagen). Vor dem Hintergrund einer zeiteffizienten Umsetzung sowie eines größtmöglichen Energieertrags gehen sowohl die genehmigungsrechtlichen, als auch die technischen Einflussfaktoren Hand in Hand mit der Wirtschaftlichkeit als limitierendem Faktor.

Realisierbares Potenzial

In einem letzten Schritt wird ermittelt, welche ökologischen Kriterien einer Realisierung des technischen Potenzials entgegenstehen. Im Fokus steht dabei insbesondere der potenzielle Konflikt zwischen Klimaschutz und Naturschutz. Die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie ist gänzlich ohne Eingriff in die Natur nicht umzusetzen. Um durch die Energieanlagen den Naturschutz – insbesondere den Erhalt der Biodiversität und die Bemühungen zur Einschränkung des Ressourcenverbrauchs – nicht zu konterkarieren, ist bei deren Umsetzung auch auf eine ökologische Verträglichkeit zu achten. Das realisierbare Potenzial umfasst daher jenen Teil des technischen Potenzials, von dem erwartet wird, dass er nach Evaluierung der ökologischen Rahmenbedingungen tatsächlich in Anspruch genommen werden kann. Es ist davon auszugehen, dass die wirtschaftliche und ökologische Begründbarkeit einer Energieanlage maßgeblich zur Förderung der sozialen Akzeptanz beiträgt.

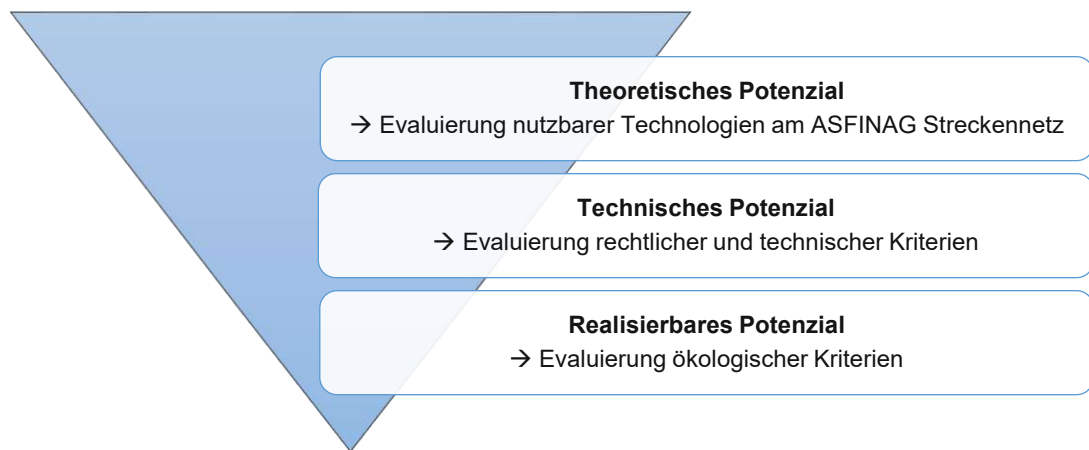


Abbildung 2: Potenzialpyramide zur Abschichtung potenziell nutzbarer Verkehrs-Grünflächen der ASFINAG für die Erzeugung erneuerbaren Stroms (Quelle: eigene Darstellung)

Die **Potenzialanalyse** basiert auf den Recherchen einer Literaturanalyse, im Zuge deren bereits vorhandenes Wissen hinsichtlich der derzeit aktuellen Rahmenbedingungen zur Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie – sowohl extern, als auch unternehmensintern – zusammengefasst wird. Mit dem Ziel möglichst viel relevante Literatur zur sichten, wird die Literaturanalyse in mehreren Iterationsstufen durchgeführt und umfasst in einem ersten Schritt das Screening unternehmensinterner Berichte und Studien aus dem Themengebiet „Erneuerbare Energien“. In einem zweiten Schritt wird die Analyse auf die Suche nach Veröffentlichungen im Internet und in Online-Datenbanken erweitert sowie auf das

Screening der im Zuge des Masterlehrgangs „Renewable Energy Systems“ zur Verfügung gestellten Unterlagen ausgeweitet.

Ziel der Potenzialanalyse ist es, realisierbare Potenziale und daraus abgeleitete Beurteilungskriterien herauszuarbeiten, welche im Anschluss unter Anwendung eines entwickelten Algorithmus zur Flächenpriorisierung eingesetzt werden können.

Nachfolgend an die Potenzialanalyse, folgt die Flächenpriorisierung in der Phase der Umsetzung. Der im Zuge der vorliegenden Masterarbeit entwickelte Algorithmus soll zukünftig als Unterstützung für die Priorisierung von Verkehrs-Grünflächen zur Errichtung von Energieerzeugungsanlagen herangezogen werden können. Als Ergebnis des Algorithmus liegt eine Widerstandsmatrix vor, durch welche die Priorisierung von Verkehrs-Grünflächen der ASFINAG zur Nutzung erneuerbaren Stroms, gereiht nach Umsetzungswiderständen, ermöglicht wird. Auf Basis dessen werden strategische Handlungsempfehlungen (= Maßnahmen) für die Auswahl geeigneter Verkehrs-Grünflächen abgeleitet.

Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist die Evaluierung und Abschichtung vorhandener Potenziale zur Umsetzung von Energieerzeugungsanlagen auf Verkehrs-Grünflächen entlang des Bundesstraßennetzes und daraus abgeleitet die Entwicklung eines Algorithmus zur Flächenpriorisierung. **Kein Ziel** der gegenständlichen Masterarbeit ist die Auswahl konkreter Verkehrs-Grünflächen und deren quantitative Darstellung. Die im Zuge der Masterarbeit abgeleiteten Handlungsempfehlungen werden seitens der ASFINAG Kernstrategie Nachhaltigkeit evaluiert und gegebenenfalls in die Strategie integriert.

2.2 Algorithmus zur Flächenpriorisierung

Der Algorithmus zur Flächenpriorisierung wird aus der Potenzialanalyse abgeleitet, als Ergebnis liegt eine Widerstandsmatrix vor. Ziel ist die Evaluierung potenzieller Umsetzungswiderstände im Zusammenhang mit der Errichtung von Energieerzeugungsanlagen auf Verkehrs-Grünflächen der ASFINAG und eine daraus resultierende Herleitung strategischer Handlungsempfehlungen für die Auswahl geeigneter Verkehrs-Grünflächen. Im Zentrum der Beurteilungen stehen dabei die Parameter „Genehmigungsaufwand“ und „technische Eignung“.

2.2.1 Bewertung des „Genehmigungsaufwands“

Zur Bewertung des Genehmigungsaufwands der Errichtung von Energieerzeugungsanlagen auf Verkehrs-Grünflächen entlang des Bundesstraßennetzes werden die aus der Analyse der aktuellen genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen gewonnenen Beurteilungskriterien zusammengefasst und in weiterer Folge bewertet. Die Bewertung basiert auf der Annahme, dass der Genehmigungsaufwand bei Erfüllung eines Beurteilungskriteriums anteilmäßig steigt. Die Gesamtmenge aller Beurteilungskriterien entspricht einem Genehmigungsaufwand von 100%. Zur Quantifizierung der Beurteilungskriterien wird für ein mit „ja“ beantwortetes Kriterium der Wert 1 vergeben (für „Nein“ entsprechend 0) (Tabelle 1). Dies wird im Anschluss mit dem jeweiligen Prozentanteil eines Beurteilungskriteriums an der Gesamtmenge aller Beurteilungskriterien multipliziert (zB Gesamtmenge aller Beurteilungskriterien = 10 = 100% → 100% geteilt durch 10 Kriterien bedeutet einen Anteil von 10% pro Kriterium; fünf mit „Ja“ beantwortete Kriterien ergeben daher einen Genehmigungsaufwand von 50%).

Tabelle 1: Beispielhafte Darstellung einer Bewertungstabelle der Beurteilungskriterien zum Genehmigungsaufwand einer Verkehrs-Grünfläche (Quelle: eigene Darstellung).

Beurteilungskriterien „Genehmigungsaufwand“				
	Beurteilungskriterien	Wertigkeit		Bewertung
1	Beurteilungskriterium 1	„ja“ = 1	„nein“ = 0	ja
2	Beurteilungskriterium 2	„ja“ = 1	„nein“ = 0	nein
3	Beurteilungskriterium 3	„ja“ = 1	„nein“ = 0	ja
4	Beurteilungskriterium 4	„ja“ = 1	„nein“ = 0	nein
5	Beurteilungskriterium 5	„ja“ = 1	„nein“ = 0	ja
6	Beurteilungskriterium 6	„ja“ = 1	„nein“ = 0	ja
7	Beurteilungskriterium 7	„ja“ = 1	„nein“ = 0	nein
8	Beurteilungskriterium 8	„ja“ = 1	„nein“ = 0	nein
9	Beurteilungskriterium 9	„ja“ = 1	„nein“ = 0	nein
10	Beurteilungskriterium 10	„ja“ = 1	„nein“ = 0	ja
Gesamtbewertung				50%

2.2.2 Bewertung der „technischen Eignung“

Die Bewertung der technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche basiert auf der Annahme, dass einzelne Beurteilungskriterien einen unterschiedlichen Einfluss auf den Energieertrag bzw. die Wirtschaftlichkeit einer Anlage haben können. Um dies zu

prüfen, wird auf die Methodik der Sensitivitätsanalyse zurückgegriffen. Die Sensitivität der zu untersuchenden Beurteilungskriterien gibt Auskunft über die Empfindlichkeit einer Ausgangsgröße (zB Kapitalwert) auf die Veränderung unterschiedlicher Eingangsgrößen (zB Flächengröße einer Verkehrs-Grünfläche, Exposition einer PV-Anlage, Entfernung der Anlage zum Einspeisepunkt). Es kann dadurch evaluiert werden, welche Eingangsgrößen einen größeren bzw. geringeren Einfluss aufzeigen. Dementsprechend kann im Anschluss eine Gewichtung der Kriterien (im Sinne einer Priorisierung) vorgenommen werden. Die Ergebnisse werden in einem Sensitivitätsdiagramm dargestellt (Abbildung 3).

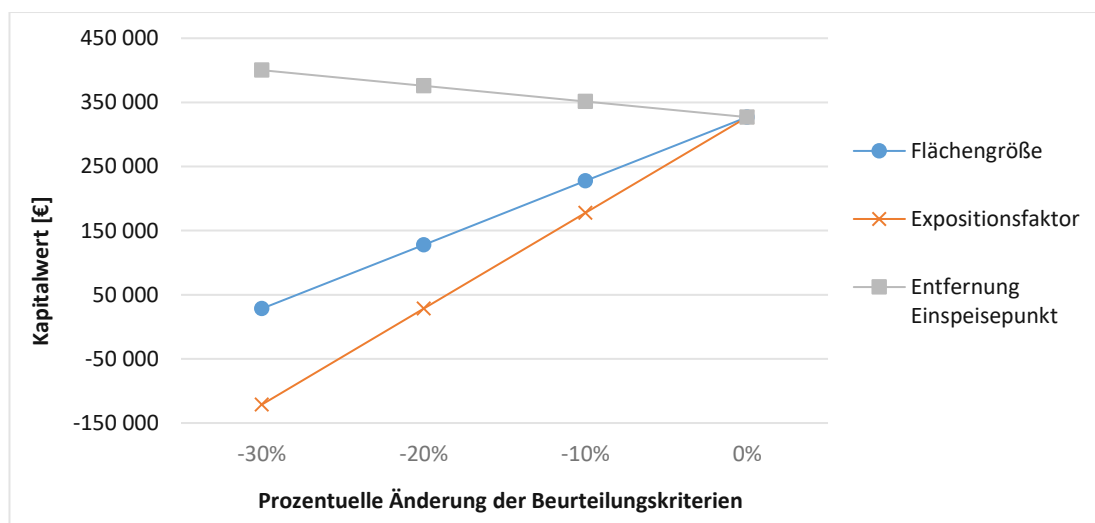


Abbildung 3: Beispiel Sensitivitätsdiagramm (Quelle: eigene Darstellung; reale Daten, siehe Anhang 11.4)

Aufbauend auf diese Beurteilung kann geschlossen werden, welches Beurteilungskriterium am sensibelsten auf Veränderung reagiert, daher den größten Einfluss auf die Ausgangsgröße hat und aus diesem Grund beziehungsweise auf den Einfluss der „technischen Eignung“ am stärksten priorisiert werden sollte.

Entsprechend des Ergebnisses der Sensitivitätsanalyse werden die einzelnen Kriterien gewichtet. Die Summe der Gewichtungen aller Beurteilungskriterien muss immer einen Wert von 100% ergeben, um die Gleichheit der Relevanz zum Genehmigungsaufwand aufrechtzuerhalten.

2.2.3 Widerstandsmatrix

Die ASFINAG verfolgt das konkrete Ziel bis zum Jahr 2030 Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Ausmaß von 100 MW zu errichten (ASFINAG 2021b, 34, bisher unveröffentlicht). Dieses Ziel zu erreichen, erfordert beste Anlagenleistung bei schnellster Umsetzung. Anders ausgedrückt: eine für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen geeignete Verkehrs-Grünfläche muss sowohl entsprechende technische Anforderungen erfüllen (um die gewünschte Leistung und Wirtschaftlichkeit zu erbringen), als auch – im Sinne einer Zeit- und Kosteneffizienz – mit möglichst geringen Genehmigungsaufwänden behaftet sein. Auf Basis der Bewertungen von Genehmigungsaufwand und technischer Eignung wird für jede von der ASFINAG für die Erzeugung von erneuerbarem Strom in Betracht gezogene Verkehrs-Grünfläche ein Umsetzungswiderstand ermittelt, welcher als Parameter für die Umsetzungsmöglichkeit dient. Dessen Evaluierung erfolgt dabei durch ein in Relation setzen von Genehmigungsaufwand und technischer Eignung. Dies erfolgt unter den folgenden Annahmen:

- Genehmigungsaufwand: je niedriger, desto besser
- Technische Eignung: je höher, desto besser
- Umsetzungswiderstand: je niedriger, desto besser

Da sich Umsetzungswiderstand und Genehmigungsaufwand zueinander gleichartig verhalten (beide „je niedriger, desto besser“), ist die technische Eignung („je höher, desto besser“) vom Genehmigungsaufwand abzuziehen:

Umsetzungswiderstand = Genehmigungsaufwand - Technische Eignung

Dieser Umsetzungswiderstand wird in weiterer Folge in Widerstandsklassen eingeteilt. Die Übergänge dabei sind fließend. Grob können jedoch drei Klassen pro Flächenparameter gebildet werden:

- Genehmigungsaufwand: sehr gering, mittel, hoch
- Technische Eignung: sehr gut, mittel, schlecht

Da die beste technische Eignung mit „sehr gut“ und der geringste Genehmigungsaufwand mit „sehr gering“ bewertet werden, ergibt sich ein minimaler Umsetzungswiderstand wie nachfolgend kalkuliert:

Minimaler Umsetzungswiderstand = sehr geringer Genehmigungsaufwand – sehr gute technische Eignung

Im Umkehrschluss bedeutet dies:

Maximaler Umsetzungswiderstand = hoher Genehmigungsaufwand – schlechte technische Eignung

Mittels Farbcodierung werden drei grobe Widerstandsklassen markiert (Tabelle 2):

Tabelle 2: Farbcodierung der drei Widerstandsklassen
(Quelle: eigene Darstellung)

Geringer Umsetzungswiderstand	grün
Mittlerer Umsetzungswiderstand	orange
Hoher Umsetzungswiderstand	rot

Die grafische Darstellung der ermittelten Umsetzungswiderstände erfolgt in einer Widerstandsmatrix (Abbildung 4). Darin weist zB die Fläche R einen hohen Umsetzungswiderstand (= rot) auf. Zurückzuführen ist dies auf eine schlechte technische Eignung (= ca. 15%) und einen hohen Genehmigungsaufwand (= ca. 100%).

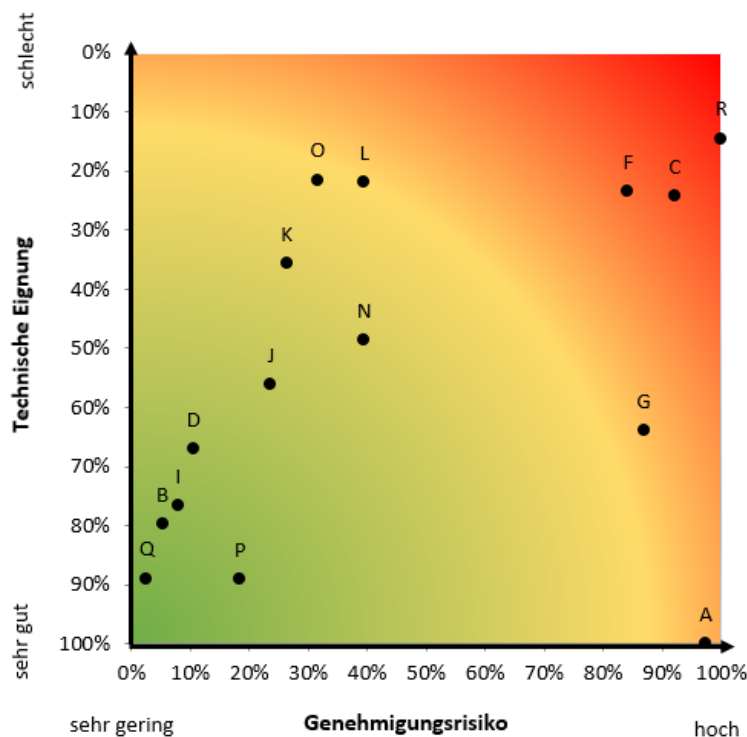


Abbildung 4: Widerstandsmatrix mit fließendem Farbverlauf zwischen den Widerstandsklassen (Quelle: eigene Darstellung)

3 Potenzialanalyse

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die in Kapitel 2 definierten theoretischen, technischen und realisierbaren Potenziale zur Errichtung von Energieerzeugungsanlagen auf Verkehrs-Grünflächen entlang des Bundesstraßennetzes evaluiert. Ziel der Analyse ist es, Beurteilungskriterien für Verkehrs-Grünflächen entlang des Bundesstraßennetzes herauszuarbeiten, welchen die Flächen entsprechen müssen um als „realisierbares Potenzial“ gelten zu können.

3.1 Theoretisches Potenzial

In einem ersten Schritt wird im Zuge der Ermittlung des *theoretischen Potenzials* herausgearbeitet, welche unterschiedlichen Technologien zur Erzeugung erneuerbaren Stroms am Bundesstraßennetz vor dem Hintergrund des physikalischen Angebots der jeweiligen Energiequelle nutzbar sind.

3.1.1 Analyse geeigneter Technologien zur Stromerzeugung

Eine essentielle Voraussetzung für den Ausbau erneuerbarer Energien entlang des Bundesstraßennetzes ist die Nutzbarkeit unterschiedlicher Technologien an den Autobahnen und Schnellstraßen. Es gilt zu beachten, dass nicht jede Technologie überall gleichermaßen sinnvoll eingesetzt werden kann, weshalb unterschiedliche Ausbauswerpunkte für die verschiedenen Bundesländer notwendig werden (Österreichs Energie 2020).

Der größte Anteil am Weg zur Erreichung der Zielvorgabe der österreichischen Bundesregierung *den Gesamtstromverbrauch ab dem Jahr 2030 zu 100% national bilanziell aus erneuerbaren Energiequellen zu decken*, wird mit einem vorgesehenen Zubau im Ausmaß von 11 TWh der Photovoltaik zugeschrieben. Auch die ASFINAG setzt schwerpunktmäßig auf die Errichtung von PV-Anlagen. *So wurden mit Ende des Jahres 2019 insgesamt 11 PV-Anlagen auf Tunnelportalen und Dachflächen in Betrieb genommen* (ASFINAG 2020). Im Jahr 2020 wurde mit der Errichtung von vier weiteren PV-Anlagen sowie zwei Kleinwasserkraftwerken begonnen (ASFINAG 2020). Die Errichtung von Windkraftanlagen befindet sich mit Stand 2021 im Stadium der Evaluierung.

Anteilmäßig wird in der ASFINAG am meisten Energie in den Tunnelanlagen verbraucht (im Jahr 2019 fielen insgesamt 51% des Energiebedarfs der ASFINAG auf den Tunnelbetrieb, 30% auf den Fuhrpark und 19% auf die Gebäude) (ASFINAG 2021b, 90). Für das Stromlastprofil einer Tunnelanlage sind eine hohe Grundlast sowie Lastspitzen zur Mittagszeit charakteristisch. Letztere sind auf das notwendige Hochfahren der Einfahrtsbeleuchtung sowie das Einschalten der Lüftungsanlagen zurückzuführen. Ähnliches gilt für die Stromlastprofile der Bürogebäude, wo während der Bürozeiten ein deutlicher Verbrauchsanstieg zu verzeichnen ist. E-Tankstellen an den Bürostandorten weisen den deutlichsten Strombedarf am Vormittag auf (Portschy 2020, 10-11, unveröffentlicht). Unter Berücksichtigung des angedachten Ausbaus der PV-Anlagen am Bundesstraßennetz wirkt sich diese Tatsache insofern positiv aus, als dass der durch die Sonnenenergie produzierte Strom auch tagsüber verbraucht werden kann.

Warum ein möglichst hoher Grad an Stromautarkie für die ASFINAG von besonderer Relevanz ist, zeigen die Ausführungen von Blaschke (2017). Transport und Verkehr zählen zur kritischen Infrastruktur und sollten auch während potenziell länger andauernden Störungen des Stromnetzes, wie Stromausfällen oder Blackouts, so lange wie möglich autark betrieben werden können. Tunnelanlagen sind zwar mit unabhängigen Stromversorgungsanlagen abgesichert, diese sind allerdings nur für den Notbetrieb und eine sehr kurze Zeitspanne ausgelegt (Blaschke 2017, 112). Eine zuverlässige Stromversorgung ist daher für den Erhalt der Streckenverfügbarkeit unverzichtbar, um Verkehrssysteme bei länger anhaltenden Stromausfällen nicht empfindlich zu stören oder gar komplett zusammenbrechen zu lassen.

Durch die Energiewende wird das Energiesystem zunehmend komplexer. Die fluktuierende Einspeisung aus Windenergie- und Solaranlagen, dezentrale Erzeugungsstrukturen und Elektromobilität nehmen zu, während Großkraftwerke, die bisher für die Stabilisierung der Stromversorgung zuständig waren außer Betrieb gehen. Parallel dazu schreitet auch die Digitalisierung stetig voran, ermöglicht eine starke Vernetzung sowie zunehmende Automatisierung der Technologien und wird dadurch zu einem notwendigen Bestandteil einer zuverlässigen und ökonomisch effizienten Energieversorgung. Gleichzeitig bringt diese neue Komplexität in der Stromversorgung auch neue Blackoutrisiken mit sich. Werden zum Beispiel viele kleine Erzeugungs- oder Verbrauchsanlagen gewollt (zB durch einen Hacker) oder zufällig (zB durch ein Wetterereignis) gleichzeitig an- oder abgeschaltet, kann dies die Stromversorgung destabilisieren. Es wird daher zunehmend wichtig, auch auf

unvorhergesehene oder unvorhersehbare Ereignisse reagieren zu können, diese zu beherrschen und im Falle eines Blackouts schnell wieder zum Normalbetrieb des Systems zurückkehren zu können. Dafür hat sich das Konzept der Resilienz bewährt. Resilienz bedeutet, die Auswirkungen eines Störereignisses abzufangen, ohne dass das System kollabiert und anschließend zügig in den normalen Betriebszustand zurückkehren zu können (acatech 2021, 12 – 13).

Zur Deckung des Strombedarfs und Steigerung der Blackoutresilienz der Tunnelanlagen durch Eigenstromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien ist daher neben den notwendigen Energieanlagen auch ein entsprechendes digitales Energiemanagementsystem notwendig. Um eine schwankende Produktion aus Wind- und PV-Anlagen ausgleichen zu können, werden zudem sinnvoll dimensionierte Speicheranlagen benötigt.

3.1.1.1 Stromerzeugung durch Sonnenenergie

Der Anteil der Photovoltaik (PV) am österreichischen Stromerzeugungsmix ist deutlich wachsend. Allein im Jahr 2020 erfolgte ein Anstieg um knapp 340,8 MWp, was einem Zuwachs von 38% gegenüber dem Vorjahr 2019 entspricht (BMK 2021a, 22).

Die Sonne ist als Energielieferant mittels PV-Anlagen am Bundesstraßennetz vielfach nutzbar. Restriktionen können sich unter anderem durch Verschattungen aufgrund der Topographie (zB umliegende Erhebungen oder Tallagen, Nordhänge), ungünstige Flächenformen oder vorhandene Vegetation ergeben. Zu beachten sind tages- und jahreszeitliche sowie wetterbedingte Schwankungen.

Zur Nutzung von PV-Anlagen am Bundesstraßennetz

Im Sinne eines möglichst hohen Eigenstromverbrauchs scheint der Einsatz von PV-Anlagen insbesondere im direkten Umfeld von Tunnelanlagen, Rast- und Parkplätzen oder Autobahnmeistereien effizient. Eine nach Süden orientierte, unbeschattete PV-Anlage produziert zur Mittagszeit naturgemäß am meisten Strom. Der Eigenstromverbrauchsanteil ist daher umso größer, je mehr Strom tagsüber verbraucht werden kann. Insbesondere Tunnelanlagen und Bürogebäude bieten sich demnach hinsichtlich ihrer Lastprofile für eine Versorgung durch PV-Anlagen tagsüber zu Zeiten der PV-Erzeugung an. Im Zuge der Planung von PV-Freiflächenanlagen auf Verkehrs-Grünflächen ist vor dem Hintergrund der Nahelage

zu den Autobahnen und Schnellstraßen unter anderem eine potenzielle Blendung von Verkehrsteilnehmenden zu berücksichtigen (Glatzl et al. 2016, 18ff, unveröffentlicht). Module zur Einsetzbarkeit in blendkritischer Umgebung sind bereits am Markt verfügbar.

3.1.1.2 Stromerzeugung durch (Klein-)Wasserkraft

Die Wasserkraft wird in Österreich aufgrund der günstigen topographischen Situation traditionell in hohem Ausmaß zur Energiegewinnung genutzt. Im Betrachtungszeitraum 2005 – 2019 deckte sie, abhängig von schwankenden Erzeugungsbedingungen, zwischen 55 und 67 Prozent der österreichischen Stromerzeugung und stellt damit in diesem Bereich den bedeutendsten Energieträger dar. Mit Ende 2019 befanden sich 3.076 Wasserkraftwerke in Betrieb (Gesamtleistung \approx 14,6 GW), davon 2.962 Laufkraftwerke und 114 Speicherkraftwerke. Bei annähernd 95 Prozent handelt es sich um Kleinwasserkraft (in Folge: KWK), welche in ihrer Gesamtheit einen Anteil von 10 Prozent der installierten Leistung erbringt (BMK 2020, 19).

Exkurs: Versorgungssicherheit durch (Klein-)Wasserkraft

Die Großstörung im kontinentaleuropäischen Stromverbundnetz am 8. Januar 2021, welche zu einer Auftrennung des Übertragungsnetzes in zwei Teilnetze geführt hat, ließ auch die Debatte um die Transformation des Energieversorgungssystems hin zu einer überwiegend auf volatilen Erzeugungsformen beruhenden Stromproduktion und der Gewährleistung von Versorgungssicherheit im Elektrizitätssektor aufflammen. Ein direkter Zusammenhang mit erneuerbaren Energieträgern konnte zwar nicht festgestellt werden, jedoch waren für die erfolgreichen und konzeptgemäß eingeleiteten Stabilisierungs- und Gegenmaßnahmen im Wesentlichen Beiträge von Großwasserkraftwerken und konventionellen Erzeugungsanlagen verantwortlich (consentec 2021, 1). Aufgrund geringer Stromgestehungskosten und dem großen Ausbaupotenzial wird eine hundertprozentige regenerative Versorgung zukünftig zu einem großen Teil auch durch Wind- und Solarenergie abgedeckt werden. Gleichzeitig bedeutet eine Vollversorgung durch regenerative Energieträger, dass alle Systemdienstleistungen, die bisher von konventionellen Kraftwerken geleistet wurden, von erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen übernommen werden müssen (Lang 2018, 24). Vor diesem Hintergrund wird die Wasserkraft als schwankungsarme regenerative Energiequelle, vor allem in Ländern wie Österreich mit hohem Anteil der

Wasserkraft an der Stromerzeugung, auch in Zukunft im Hinblick auf Versorgungssicherheit und Stabilität des Energiesystems nicht an Bedeutung verlieren.

KWK speisen bei stetiger Leistung mit hohen Volllaststunden ein, ohne dabei Netzüberlastungen zu verursachen. Sie können verbrauchsnahe in die unteren Spannungsebenen einspeisen und vermeiden dadurch - bei gleichzeitigem Verbrauch auf diesen unteren Spannungsebenen - Übertragungsverluste höherer Ebenen. KWK sind auch im Falle eines großflächigen Blackouts grundsätzlich in der Lage die lokale Versorgung durch Inselnetz- und Schwarzstartfähigkeit zu garantieren. Durch gute Regelbarkeit und konstante Stromlieferung auch unabhängig von einer äußeren Energieversorgung (das Wasser fließt auch ohne Strom weiter) tragen KWK aktiv zur Stabilität des Stromnetzes bei (Ablinger 2020).

Zur Nutzung von Kleinwasserkraftwerken am Bundesstraßennetz

Für die Nutzung von Wasserkraft bedarf es primär eines entsprechenden Wasserdargebots. Bundesverkehrsflächen berühren Bäche oder andere Gewässer naturgemäß kleinräumig im Zuge von Querungen, selten jedoch über längere Abschnitte. Somit sind KWKs entlang von (mehr oder weniger) natürlich fließenden Gewässern am Bundesstraßennetz nur in eingeschränktem Ausmaß umsetzbar. Allerdings kommen speziell im Nahbereich von Tunnelanlagen die beiden nachfolgenden Möglichkeiten zur Stromerzeugung mittels KWK in Frage.

Nutzung von Löschwässern: Pumpspeicherung ist eine effiziente Möglichkeit der Speicherung von elektrischer Energie. Bereits bestehende Löschwassersysteme für Tunnelanlagen können für kleinere Pumpspeicherzwecke adaptiert und ausgebaut werden (Glatzl et al. 2016, 17, unveröffentlicht). Beispielhaft kann hierfür das im Jahr 2020 von der ASFINAG in Betrieb genommene KWK an der S16 Arlberg Schnellstraße genannt werden. Für die Löschwasserversorgung einer Tunnelanlage wurde bereits Nutzwasser aus dem nahe gelegenen Vorfluter entnommen. Durch den Höhenunterschied zwischen Hochbehälter und Tunnel von über 100 m kann neben der Löschwasserversorgung auch ein KWK zur Eigenenergieerzeugung und Stromversorgung der Tunnelanlage betrieben werden (Bernard Ingenieure 2017, 2, unveröffentlicht).

Nutzung von Tunnelwässern: Auch anfallende Tunnelwässer können zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt werden. So der Fall bei dem sich in Planung befindlichen

KWK an der S6 Semmering Schnellstraße. Derzeit werden die Tunnelwässer einer Tunnelanlage in einen Vorfluter eingeleitet. Zukünftig soll über eine Druckrohrleitung in ein Krafthaus abgeleitet werden. In diesem werden die Tunnelwässer über eine Turbine energetisch abgearbeitet und anschließend – wie im Bestand – in den Vorfluter abgeleitet. Die dadurch erzeugte elektrische Energie soll zur Versorgung der Tunnelanlage verwendet werden (BHM Ingenieure 2019, 2, unveröffentlicht). Ein weiteres KWK dieser Art ist an der A11 Karawanken Autobahn geplant (ASFINAG 2021b, 91).

3.1.1.3 Stromerzeugung durch Windkraft

Ende des Jahrs 2020 waren in Österreich 1.295 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von 3.105 MW am Netz, was eine durchschnittliche Stromproduktion von 7 TWh ermöglicht. Dies entspricht ca. 11 Prozent des österreichischen Stromverbrauchs (BMK 2021a, 25). Die meisten Anlagen befinden sich dabei in Niederösterreich (724) und im Burgenland (437). In Vorarlberg, Tirol und Salzburg wurden bisher keine WKA errichtet (Statista 2021).

WKA wurden in der jüngeren Vergangenheit in erheblichem technischen Maße weiterentwickelt und generieren sehr große Stromerträge im Verhältnis zur in Anspruch genommenen Fläche (Walter et al. 2018, 59).

Zur Nutzung von Windkraftwerken am Bundesstraßennetz

Natürlicher Wind: Generell ist die Errichtung von WKA in Gebirgszonen wesentlich aufwändiger als im Flachland. Zurückzuführen ist dies auf komplexere Windverhältnisse, aufwändigere Planungsprozesse, schwierigere Zugänglichkeiten und größere Entfernungen von Netzanschlusspunkten. Nutzbare Potenziale stellen die vertikalen Be- und Entlüftungsschächte von Tunnelbauwerken dar. Sie sind durch Zufahrtsstraßen erschlossen, elektrische Leitungen könnten über die Entlüftungsschächte und Tunnelanlagen selbst zu den Einspeisepunkten geführt werden (Glatzl et al. 2016, 9, unveröffentlicht).

WKA sind so konzipiert, dass die höchsten Wirkungsgrade bei Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 11 m/s zu erreichen sind (Krenn 2021, 4). Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll im Zuge einer Evaluierung potenziell geeigneter Standorte entlang des Bundesstraßennetzes primär Streckenabschnitte mit mittleren Jahres-Windgeschwindigkeiten von mindestens 5 m/s für eine weitere

Standortanalyse heranzuziehen. An Strecken mit erheblichem Energiebedarf sollte in einem ersten Schritt die Möglichkeit der Errichtung von Großwindanlagen (in Folge: GWKA) geprüft werden. Als GWKA in diesem Sinne gelten Anlagen mit mehr als 200 m² vom Rotor überstrichener Fläche, mit einer installierten Leistung von mehr als 70 kW und einer Gesamthöhe von mehr als 50 m (Glatzl et al. 2016, 12, unveröffentlicht).

Die Einschätzung des Windpotenzials für Kleinwindkraftanlagen (in Folge: KWKA) erweist sich häufig als schwierig. In geringeren Höhen ist jedenfalls von geringeren Windgeschwindigkeiten auszugehen, gleichzeitig auch von gehäuft auftretenden Turbulenzen, wodurch der Windertrag beeinträchtigt wird. So oder so sind KWKA auf Freiflächen im Grünland aus genehmigungstechnischer Sicht per se nicht als schneller umsetzbar einzustufen, benötigen sie doch in Niederösterreich beispielsweise bereits bei über 20 kW einer speziell für Windkraftwerke gewidmeten Fläche (§ 20 Abs 2 Z 19 NÖ ROG 2014).

Künstlicher Wind: Eventuelles Potenzial zur Nutzung von Windenergie ergibt sich auch durch den Kolbenschub-Effekt in Tunnelanlagen. Der durch den Kolbenschub der Fahrzeuge im Tunnel erzeugte Wind liegt im Falle von hohem Fahrzeugaufkommen im energetisch nutzbaren Geschwindigkeitsbereich von 6 bis 10 m/s. Klassische Windturbinen mit Rotorblättern finden in den Tunnelanlagen allerdings keinen Platz, bisher ist auch keine praxistaugliche Technologie dafür bekannt (Glatzl et al. 2016, 15, unveröffentlicht).

3.2 Technisches Potenzial

In einem zweiten Schritt wird im Zuge der Ermittlung des *technischen Potenzials* analysiert, welche potenziellen Genehmigungsaufwände aus Bundes- und Landesgesetzen (zB Einschränkung durch Naturschutzgebiete oder durch Vorgaben zur Flächenwidmung aus den Raumordnungsgesetzen) sowie technische Parameter (zB ausreichende Flächengröße zur Errichtung von PV-Anlagen) zu einem erhöhten Umsetzungswiderstand führen können.

Bei diesem Teil der Potenzialanalyse handelt es sich um eine Art der Raumwiderstandsanalyse. Walter et al. (2018) definieren den Raumwiderstand „*als Aggregation einer projizierten negativen Beeinflussung von Mensch und Natur durch eine definierte Anlage (mitsamt ihren Belastungsfaktoren wie z. B. Lärmemissionen) in einem bestimmten Raum und der Relevanz dieser Veränderung aufgrund des*

Wertes der Schutzgüter Biodiversität, Naturhaushalt und Landschaftsbild“ (Walter et al. 2018, XIII). Eine Analyse vorhandener Raumwiderstände bildet demnach die Grundlage für die Bewertung verschiedener Energieanlagen und der Ermittlung potenzieller Freiflächen für einen mensch- und naturschutzfreundlichen Ausbau. Als Flächen mit hohem Raumwiderstand gelten jene, in welchen der Bau der jeweiligen Energieanlagen verboten oder aus technischen Gründen nicht möglich ist und wo von erheblichen Auswirkungen auf Mensch und Natur auszugehen ist (zB WKA in Vogelschutzgebieten oder in der Nähe von Siedlungsgebieten, PV-Anlagen in Sicherheitszonen von Flughäfen, KWK an ökologisch wertvollen Fließgewässern). Geringe Raumwiderstände sind auf Flächen mit geringem Naturschutzwert zu erwarten, auf welchen es – bezogen auf die Belastung durch die jeweiligen Anlagentypen – nur zu kurzzeitigen oder minimalen Funktionsverlusten kommt, von denen sich der Naturhaushalt voraussichtlich wieder erholt und wo es nur zu sehr geringfügigen Beeinträchtigungen des Menschen kommt (zB WKA in Kulturlandschaften mit geringer Landschaftsbildbewertung, PV-Anlagen in anthropogen bereits vorbelasteten Landschaftsteilen) (Walter et al. 2018, 58).

Da der Begriff Raumwiderstand im Allgemeinen breiter gefasst wird, als es in vorliegender Masterarbeit der Fall ist, wird in Folge – wie bereits erwähnt – auf den Begriff „Umsetzungswiderstand“ zurückgegriffen. Dieser stellt ausschließlich auf genehmigungsrechtliche und technische Rahmenbedingungen ab, geologische und soziale Belange oder ähnliches werden dabei jedoch explizit nicht mitbetrachtet.

3.2.1 Analyse der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen

Im Zuge der Erarbeitung der vorliegenden Masterarbeit wurde es als sinnvoll erachtet in einem ersten Schritt für die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien als wesentlich erachtete Schutzgüter zu betrachten und erst in einem zweiten Schritt auf konkrete Genehmigungstatbestände aus den einzelnen Bundes- und Landesgesetzen einzugehen. Dies deshalb, weil dadurch bereits auf einen ersten Blick Flächen mit höherem Umsetzungswiderstand (zB in Naturschutzgebieten oder in der Nähe von Infrastrukturanlagen) abgeschichtet werden können. Vor dem Hintergrund der menschlichen Gesundheit und für das menschliche Leben benötigter Infrastrukturen wird dabei dem Schutzgut Mensch eine erhöhte Priorität beigemessen. Mit dem Ziel besonders dem Naturschutz eine erhöhte Bedeutung beizumessen, wurden im Sinne eines naturschutzfreundlichen Ausbaus von

Energieversorgungsanlagen des Weiteren die Schutzgüter Biologische Vielfalt und Landschaft als prioritär eingestuft.

3.2.1.1 Analyse ausgewählter Schutzgüter

Mensch (inklusive Infrastruktur)

Im Zusammenhang mit dem Schutzgut Mensch und WKA wird insbesondere das Thema Schallemissionen relevant. Der von WKA erzeugte Lärm kann entweder mechanisch (zB durch Getriebe oder Generator) oder aber aerodynamisch durch Luftwirbelungen an den Rotorblättern verursacht werden. Je größer die aerodynamische Angriffsfläche, desto höher üblicherweise die Schallemissionen, so dass KWKA tendenziell leiser als GWKA sind. Ruheansprüche bestehen insbesondere für Siedlungsgebiete, weshalb in deren Nahbereichen generell von hohen Genehmigungsaufwänden⁸ auszugehen ist (Stifter & Farghadan 2013, 15ff). Auch zu Infrastrukturanlagen wie (hochrangigen) Straßen, oberirdischen Bahntrassen oder Freileitungen sind entsprechende Abstände einzuhalten (Pozarek et al. 2011, 9). Diese werden in manchen Bundesländern gefordert, sind jedoch meist abhängig von der Größe der geplanten WKA (Nabenhöhe plus Rotorradius; unter anderem in Zusammenhang mit Eisfall oder Schattenwurf) und demnach erst bei Vorliegen einer konkreten Projektidee im Einzelfall zu untersuchen (Kirchmayr 2017, 15). Im Nahbereich zu Flughäfen sind gemäß Luftfahrtgesetz 1957 ausgewiesene Sicherheitszonen zu beachten. In naher Umgebung der oben beispielhaft genannten Infrastrukturen ist daher ebenfalls von hohen Genehmigungsaufwänden auszugehen.

Nach derzeitigem Stand gibt es konkrete (jedoch in den meisten Fällen nicht gesetzlich verankerte) Vorgaben zu Abstandsregelungen im Zusammenhang mit der Errichtung von WKA, nicht jedoch bei der Errichtung von PV- oder KWK. Auch mit diesen Anlagen können Auswirkungen auf den Menschen (zB Blendungen durch PV, Schallemissionen aus KWK) verbunden sein, jedoch in geringerem Ausmaß, als dies bei WKA der Fall ist. Sie sind daher erst auf Ebene der Detailplanung konkreter Projekte mittels entsprechender Gutachten zu prüfen.

Biologische Vielfalt einschließlich der Tiere, Pflanzen und deren Lebensräume

Ziel des Naturschutzes ist der Schutz und die Pflege der Natur und Landschaft in allen

⁸ *Anmerkung:* in der Quellliteratur wurde hier der Begriff „Raumwiderstand“ verwendet. Um in vorliegender Masterarbeit eine durchgehend stringente Formulierung sowie eine exakte Differenzierung aller definierten Begriffe gewährleisten zu können, wird hier und in weiterer Folge auf den Begriff „Genehmigungsaufwand“ zurückgegriffen.

Erscheinungsformen, insbesondere die Vielfalt, Eigenart, Schönheit und der Erholungswert der Natur und Landschaft, das ungestörte Wirkungsgefüge des Lebenshaushaltes der Natur (Ablauf natürlicher Prozesse und Entwicklungen) und der Artenreichtum der heimischen Tier- und Pflanzenwelt (Artenschutz) und deren natürliche Lebensräume sowie Lebensgrundlagen (Biotopschutz) (§ 1 Abs 1 Bgld. NG, stellvertretend für alle Landesgesetze).

Um diesen Zielen nicht entgegenzuwirken, ist es notwendig, sie bereits frühzeitig zu berücksichtigen, da sich die Konfliktpotenziale mit Natur- und Artenschutz durch den Ausbau von Energieanlagen vergrößern können. Speziell bei WKA ergeben sich negative Auswirkungen etwa durch kollisionsbedingte Mortalität, indirekte Habitatsverluste, Hindernis- und Scheueffekte oder direkte Lebensraumzerstörung. Zusätzlich zu beachten sind naturschutzfachlich relevante Eingriffe durch die Errichtung von Infrastrukturen, wie den Bau neuer, breiter Zufahrtsstraßen für die Errichtung der Anlagen und Leitungstrassen. Um diesen potenziellen Konflikten gerecht zu werden, ist es wichtig bereits präventiv eine geeignete Standortwahl sicherzustellen und schon bei der Klassifizierung vorhandener Genehmigungsaufwände auf bestehende schutzwürdige und geschützte Flächen Rücksicht zu nehmen. Eine mögliche Realisierung von WKA in Nationalparks, Naturschutzgebieten, Kernzonen von Biosphärenreservaten, flächenhafte Naturdenkmälern und geschützten Landschaftsbestandteilen ist beispielsweise als eher unwahrscheinlich anzunehmen. Zudem erfolgten in den vergangenen Jahren in diversen Bundesländern, in denen vermehrt WKA errichtet wurden bzw. geplant sind, Festlegungen in Form von speziellen (Raumordnungs)Programmen. Inhalt dieser Programme ist im Wesentlichen, an welchen Standorten die Errichtung von WKA zulässig ist. Als Vorzeigebispiel für eine solche vorbereitende Standortwahl gilt das Burgenland. Im Rahmen eines umfangreichen Monitorings über die Auswirkungen von WKA auf Vögel wurden ein „Regionales Rahmenkonzept für Windkraftanlagen“ erstellt und bestehende Verbotszonen evaluiert. Auch in der Steiermark wurde ein (raumordnungsrechtliches) Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Windenergie erarbeitet, dies jedoch ohne in den ausgewiesenen Gebieten, in welchen die Errichtung von WKA zulässig sein soll, eine vertiefte Prüfung beispielsweise hinsichtlich der Schutzgüter „Vögel“ oder „Fledermäuse“ vorzunehmen. In den ausgewiesenen Vorrang- bzw. Eignungszonen werden somit umfangreiche weitere Prüfungen notwendig, ob zum

Beispiel der Vogelbestand durch den beabsichtigten Bau von WKA negativ betroffen sein wird (Neger & Stadlober 2018, 54).

Es ist daher im Zuge einer ersten Standortanalyse sowohl auf bestehende Schutzgebiete als auch auf aus Raumordnungsprogrammen der Länder resultierende potenziell vorhandene Verbotszonen oder ähnliches zu achten. Diese stellen in der Regel hohe Genehmigungsaufwände dar. Zur Beschleunigung nachfolgender naturschutzrechtlicher Genehmigungsprozesse wäre es zudem empfehlenswert, potenzielle Verbreitungsgebiete derjenigen Arten, die empfindlich auf den Ausbau erneuerbarer Energieträger reagieren, auch außerhalb von Schutzgebieten zu berücksichtigen. Nach heutigem Stand (März 2021) gibt es derartige Raumordnungsprogramme weder für PV- noch für KWK (anzumerken ist jedoch, dass gemäß § 53a Abs 3 Bgld. ROG 2019 von der Landesregierung Eignungszonen festzulegen sind, in welchen die Errichtung von PV-Anlagen zulässig ist). In diesem Zusammenhang sind daher im Zuge der Standortanalyse vorhandene Schutzgebiete zu evaluieren, während artenschutzrechtliche Aspekte aufgrund des Untersuchungsmaßstabs erst Bestandteil der Detailuntersuchungen bei Vorliegen konkreter Projekte sein werden. In einigen Bundesländern, wie beispielsweise der Steiermark oder Tirol, sind zudem Kriterienkataloge zum Schutz und der Erhaltung naturschutzfachlich wie ökologisch besonders hochwertiger und repräsentativer Fließgewässer anzuwenden. Auch sie stellen hohe Genehmigungsaufwände dar (Land Steiermark 2016, 2).

Landschaft

Aufgrund der aus objektiv darstellbaren Strukturen und vorhandenen subjektiv-ästhetischen Wertmaßstäben des Betrachters resultierenden Dualität von Objektivität und Subjektivität gilt das Landschaftsbild als tendenziell schwierig zu beurteilen (Groiss & Knoll 2018, 7). Relevante Erkenntnisse des Verwaltungsgerichtshofs zur Beurteilung der Auswirkungen auf das Landschaftsbild lassen auf eine „Störung des Landschaftsbilds“ schließen, „*wenn der Eingriff besonders auffällig und zur Umgebung in scharfem Kontrast in Erscheinung tritt*“ (VwGH-Erkenntnis 25.03.1996, 91/10/0119) oder „*das Vorhaben von zumindest einem Blickpunkt eine erheblich beeinträchtigende Wirkung nach sich zieht*“ (VwGH-Erkenntnis 20.9.2012, 2011/10/0024). Gemäß Naturschutzgesetz ist die Bewilligung eines Projekts in Niederösterreich beispielsweise dann zu versagen, „*wenn das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigt wird und diese Beeinträchtigung nicht durch Vorschreibung*

von Vorkehrungen weitgehend ausgeschlossen werden kann“ (§ 7 Abs 2 NÖ NSchG) (Groiss & Knoll 2018, 7ff).

Durch erneuerbare Energieträger können relevante Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaft durch die visuelle Wahrnehmbarkeit der Anlagen als technogenes Element und durch den Verlust von landschaftsbildprägenden Elementen gegeben sein. Dadurch kann es zu Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes, gegebenenfalls des Ortsbildes bzw. des Erholungswertes der Landschaft kommen. Die Sensibilität des Landschaftsbildes wird im Wesentlichen von den vorhandenen anthropogenen Vorbelastungen wie beispielsweise Gebäuden, Funkmasten oder Hochspannungsleitungen bestimmt (Janetschek-Borst & Lechner 2020, 37, unveröffentlicht).

Besonders im Zusammenhang mit der Errichtung von WKA werden aufgrund deren Fernwirksamkeit schwerwiegende Auswirkungen auf das Landschaftsbild vor allem in naturnahen Kulturlandschaften erwartet (Erläuterungen zur Windkraftstandorträume-VO, 2012). Auch PV-Freiflächenanlagen stellen in der Regel einen Eingriff in das Landschaftsbild dar und können insbesondere durch sichtbare Reflexionen an den Oberflächen störend wirken (Knoll & Groiss 2011, 1). Auch KWK können visuelle Veränderungen des Landschaftsbilds herbeiführen, allerdings besteht meist die Möglichkeit den Großteil der Komponenten durch Landschaft und Vegetation optisch gut abzuschirmen oder zumindest in die Landschaft zu integrieren (ESHA 2004, 227).

Der Grad der Beeinflussung des Landschaftsbildes, der zu einer wesentlichen Beeinträchtigung führen kann, ist abhängig von der Fläche, der Höhe, der Form, der Farbgebung sowie der Einsehbarkeit und Lage einer Anlage innerhalb des Orts- oder Landschaftsraums (Knoll & Groiss 2011, 43). Aufgrund dieser notwendigen Detailtiefe obliegt die Prüfung des Landschaftsbildes dem Einzelfall, findet jedoch zum Teil bereits auf Ebene einer ersten Standortanalyse zB durch Beachtung von Landschaftsschutzgebieten Berücksichtigung. Gesetzliche Vorgaben zum Landschaftsbild finden sich unter anderem in den Naturschutz- oder Raumplanungsgesetzen. Vor diesem Hintergrund wird auch das Spannungsfeld „Erneuerbare Energien versus Landschaftsbild“ deutlich.

Eine Definition des Begriffs „Kulturlandschaft“ lautet wie folgt: „*Kulturlandschaft ist ein vom Menschen als Einheit wahrgenommenes räumliches Wirkungsgefüge von natürlichen Gegebenheiten und menschlichen Einwirkungen. Kulturlandschaften*

entwickeln und verändern sich über die Zeit als Ergebnis des Zusammenwirkens sozioökonomischer, kultureller und naturräumlicher Faktoren" (Hohegger 1997, 16). Bei Kulturlandschaften handelt es sich demnach um bereits per se vom Menschen geprägte Landschaften. In der Wahrnehmung der Menschen des Landschaftsbildes macht es jedoch einen essentiellen Unterschied, ob es sich dabei um agrarisch geprägte, struktur- und farbreiche Landschafts- und Ortsbildkulissen oder um technisch überprägte Landschaftsbildkulissen mit Autobahnen und Hochspannungsleitungen handelt. Während erstere meist positiv bewertet werden, sind letztere tendenziell negativ behaftet (Huth 2018, 198).

Hochspannungsleitungen, Straßen- und Bahnlinien, Funkmasten, an die Trasse heranreichende Gewerbegebiete und Siedlungen, Raststationen etc. bedeuten eine bereits grundsätzlich vorhandene hohe anthropogene Vorbelastung an Bundesstraßen. Der angrenzende Landschaftsraum ist demnach meist bereits deutlich technogen überprägt und weist – wenn überhaupt – ausschließlich in Teilbereichen einen hohen Natürlichkeitsgrad bzw. eine ungestörte Erlebbarkeit der Landschaft auf (Janetschek-Borst & Lechner 2020, 39, unveröffentlicht).

Versucht man die landschaftsbildprägenden Strukturen der „Bundesstraßen-Landschaft“ grob zu kategorisieren, werden zwei Arten der Landschaft erkennbar: einer von versiegelten Flächen für den fließenden und ruhenden Verkehr samt Nebenanlagen stark technogen geprägten „Verkehrslandschaft“ und die „naturnahen Landschaftszüge“ abseits der Autobahnen und Schnellstraßen. Vor diesem Hintergrund ist von einer geringen Landschaftsbildbewertung entlang des Bundesstraßennetzes und demnach in Trassennähe hinsichtlich des Landschaftsbilds auch von einem niedrigen Genehmigungsaufwand für die Errichtung von Energieversorgungsanlagen auszugehen.

Einen Spezialfall stellen Ausgleichsflächen dar. Potenziell wird zur Genehmigungsfähigkeit eines Vorhabens im Rahmen eines UVP-Verfahrens die Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen notwendig. Diese tragen maßgeblich zur Reduktion von nachteiligen Auswirkungen auf Natur und Landschaft bei und können gegebenenfalls von der Behörde vorgeschrieben werden. Handeln kann es sich dabei sowohl um flächige (zB Neuanlage einer Feuchtwiese, Aufforstungen etc.) als auch um punktuelle Maßnahmen (zB Herstellen von Nistkästen, Errichtung von Grünquerungen etc.). Zu beachten ist, dass die definierten Ausgleichsflächenziele nach Rechtskraft des UVP-Bescheids einen Bestandteil bestehender Rechtsakte

darstellen. Diese bescheideten Ausgleichsflächenziele dürfen durch die Errichtung einer Anlage zur Erzeugung erneuerbarer Energie nicht konterkariert werden.

Unterschieden werden kann zwischen „trassenfernen“ und „trassennahen“ Ausgleichsflächen. Erstere stellen den Großteil der vorhandenen Ausgleichsflächen dar. Es handelt sich dabei meist um in das landwirtschaftliche Gefüge eingebettete und ökologisch hochwertige Grünflächen (Abbildung 5). Letztere, welche unter anderem auf den Böschungen entlang der Trasse angelegt wurden, ermöglichen durch ihre Nähe zum Streckennetz im Falle einer Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien eine gute technische Anbindung. Es liegt außerdem in der Natur der Sache, dass trassennahe Grünflächen – unabhängig, ob Ausgleichsfläche oder nicht – zudem oftmals in der bereits stark anthropogen überprägten Landschaftsbildkulisse der „Verkehrslandschaft“ liegen.

Zusammengefasst erhöht sich der bereits per se auf einer Ausgleichsfläche aufgrund bestehender Ausgleichsflächenziele vorhandene Genehmigungsaufwand mit zunehmender Entfernung von der trassennahen „Verkehrslandschaft“ und wachsender Nähe hin zu den „naturnahen Landschaftszügen“ fern der Trasse.



Abbildung 5: Ausgleichsflächen entlang der S7 Fürstenfelder Straße West (Quelle: eigene Darstellung)

3.2.1.2 Analyse expliziter Genehmigungstatbestände aus Bundes- und Landesgesetzen

Aufgrund des föderalistischen Ansatzes in Österreich besteht gegenwärtig eine große Diversität im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Landesgesetzen, insbesondere betreffend die Bereiche Baurecht, Elektrizitätsrecht, Naturschutzrecht und Raumordnungsrecht. Dies führt zu einem hohen Zeitaufwand im Hinblick auf die

notwendigen Genehmigungsverfahren und in weiterer Folge zu einem nicht unerheblichen Kostenfaktor (Fechner 2020, 63).

Nachfolgendes Kapitel gibt einen Überblick über die genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen im Zusammenhang mit der Errichtung von Energieerzeugungsanlagen (Stand Juli 2021; kein Anspruch auf Vollständigkeit bzw. absoluter Letztaktualität).

Für die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie potenziell relevante Genehmigungsvorschriften wie das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVP-G), das Luftfahrtgesetz (LFG), das Wasserrechtsgesetz (WRG) oder das Forstgesetz (ForstG) sind sowohl in Gesetzgebung als auch in Vollziehung Bundessache. Im Elektrizitätsrecht obliegt dem Bund nur die Kompetenz zur Grundsatzgesetzgebung, während die Ausführungsgesetzgebung und die Vollziehung den Ländern zukommt. Es gibt daher ein Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz (EIWOG 2010) und neun Ausführungsgesetze. Baurecht, Naturschutzrecht und Raumordnungsrecht, fallen grundsätzlich in die Länderkompetenz.

Nachfolgend findet sich eine Übersicht über generell mögliche Genehmigungspflichten für die Errichtung erneuerbarer Energieanlagen aus verschiedenen Rechtsmaterien. Eine detaillierte Ausarbeitung zu Genehmigungspflichten aus den verschiedenen Bundes- und Landesgesetzen ist dem Anhang zu entnehmen (Anhang 11.1, 11.2 und 11.3).

Bundesgesetze (in alphabetischer Reihenfolge):

Eisenbahnrecht

Gemäß § 42 EisenbG 1957 (idF 143/2020) ist die Errichtung bahnfremder Anlagen jeder Art *bei Hauptbahnen, Nebenbahnen und nicht-öffentlichen Eisenbahnen in einer Entfernung bis zu zwölf Meter von der Mitte des äußersten Gleises, bei Bahnhöfen innerhalb der Bahnhofsgrenze und bis zu zwölf Meter von dieser, verboten (Bauverbotsbereich)*. Ausnahmegewilligungen können erteilt werden, soweit dies mit den öffentlichen Verkehrsinteressen zu vereinbaren ist (§ 42 Abs 3).

Forstrecht

Gemäß ForstG 1975 (idF 56/2016) muss um forstrechtliche Genehmigung angesucht werden, sofern für die Errichtung von Anlagen zur Energieerzeugung Rodungen benötigt werden, deren Fläche ein Ausmaß von 1.000 m² übersteigt (§ 17a).

Luftfahrtrecht

Eine Genehmigungspflicht für die Errichtung von PV-Anlagen und WKA kann sich aufgrund optischer oder elektrischer Störwirkungen gemäß § 94 LFG 1957 (idF 135/2020) ergeben. Für die Genehmigung von WKA ist außerdem zu prüfen, ob es sich bei der Anlage um ein Luftfahrthindernis gemäß § 85 handelt. Nach dem LFG handelt es sich bei Luftfahrthindernissen innerhalb von Sicherheitszonen⁹ generell um Bauten oberhalb der Erdoberfläche, außerhalb von Sicherheitszonen um Objekte, deren Höhe über der Erdoberfläche 100 m übersteigt bzw. um 30 m, sofern sich das Objekt auf einer natürlichen oder künstlichen Bodenerhebung befindet, die mehr als 100 m aus der umgebenden Landschaft herausragt. Eine Ausnahmegewilligung ist nur möglich, sofern die Sicherheit der Luftfahrt nicht beeinträchtigt wird und die Anlage mit einer allenfalls erforderlichen Kennzeichnung versehen wird (§ 95).

Umweltverträglichkeitsrecht

Das UVP-G 2000 (idF 80/2018) beinhaltet keinerlei Vorhabenstypen, welche eine Umweltverträglichkeitsprüfung für PV-Anlagen vorsehen. Gegebenenfalls kann sich eine UVP-Pflicht aufgrund einzelner Vorhabensbestandteile des PV-Gesamtvorhabens ergeben. Dies etwa durch notwendige Rodungsmaßnahmen oder durch die zum Zweck der PV-Anlagen notwendige Errichtung von Starkstromfreileitungen.

Wasserkraftanlagen (Talsperren, Flusstäue, Ausleitungen) mit einer Engpassleistung von mindestens 15 MW sowie Kraftwerke in Kraftwerksketten ab 2 MW sind nach der Z 30 des Anhangs 1 zum UVP-G einer Umweltverträglichkeitsprüfung zu unterziehen (*Anmerkung: In Europa gelten Anlagen mit einer Leistung von bis zu 10 MW als KWK*) (Gumpinger 2011, 6; ESHA 2008, 5).

Windkraftanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von mindestens 30 MW oder mit mindestens 20 Konvertern (zu je mindestens 0,5 MW), Anlagen über einer

⁹ der Bereich eines Flugplatzes und seiner Umgebung

Seehöhe von 1.000 m von mindestens 15 MW oder mit mindestens 10 Konvertern (zu je mindestens 0,5 MW) sowie Anlagen in schutzwürdigen Gebieten der Kategorie A (zum Beispiel Vogelschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete oder Nationalparks) mit mindestens 15 MW oder mit mindestens 10 Konvertern mit (zu je mindestens 0,5 MW) sind nach der Z 6 des Anhanges 1 zum UVP-G einer UVP im vereinfachten Verfahren (ggf. nach Einzelfallprüfung) zu unterziehen.

Wasserrecht

Eine wasserrechtliche Bewilligungspflicht gemäß WRG 1959 (idF 73/2018) kann sich generell aufgrund der Errichtung einer Anlage zur Energieerzeugung an Ufern oder innerhalb der Grenzen des Hochwasserabflusses fließender Gewässer (§ 38) sowie im Bereich eines Wasserschutz- oder Wasserschongebiets ergeben (§ 34). Auch Unterführungen von Wasserläufen (zB zur Leitungslegung) sind bewilligungspflichtig (§ 38).

Landesgesetze (in alphabetischer Reihenfolge):

Baurecht

Anlagen zur Erzeugung von elektrischer Energie sind grundsätzlich vom Geltungsbereich der Bauordnungen bzw. Baugesetze ausgenommen, sofern die Anlagen einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht unterliegen.

Elektrizitätswirtschaftsrecht

In den Elektrizitätswirtschaftsgesetzen der Bundesländer finden sich vor allem Vorgaben zu den Größenordnungen, ab welchen eine Energieerzeugungsanlage einer Genehmigungspflicht unterliegt.

Naturschutzrecht

Ein geplanter Eingriff unterliegt dann einer naturschutzrechtlichen Bewilligungspflicht, wenn es explizit in den Naturschutzgesetzen vorgesehen ist, meist, wenn ein Eingriff in Naturschutzgebiete, Europaschutzgebiete oder Nationalparks geplant ist. Im Genehmigungsverfahren selbst werden potenzielle Beeinträchtigungen von Schutzgütern und/oder der jeweilige Schutzzweck eines betroffenen Schutzgebiets geprüft. Kommt es zu Beeinträchtigungen, wodurch ein Eingriff grundsätzlich als nicht genehmigungsfähig einzustufen ist, kann eine Genehmigung dennoch erteilt werden, sofern nachweislich argumentierbar ist, dass der beantragte Eingriff im öffentlichen

Interesse liegt und das öffentliche Interesse an ebendiesem Eingriff größer ist, als das öffentliche Interesse am Naturschutz (Ökobüro 2020, 17).

Für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen ist daher zu prüfen, ob es sich um eine bewilligungspflichtige Maßnahme per se handelt, und ob eine Genehmigungspflicht durch die Beeinträchtigung von Schutzgebieten und/oder geschützten Tier- oder Pflanzenarten ausgelöst werden kann.

Raumordnungsrecht

Die Raumplanungsgesetze der jeweiligen Länder werden bei der Errichtung von Energieerzeugungsanlagen speziell in Hinblick auf die darin festgelegten und potenziell notwendigen Flächenwidmungen relevant.

Exkurs: Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG)

Im Energiebereich und für eine nachhaltige Energiegewinnung ist das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) von wesentlicher Bedeutung. Als das seit Jahrzehnten größte Gesetzespaket in diesem Bereich soll es die Rahmenbedingungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Österreich schaffen. Mit dem EAG soll ein neues Fördersystem implementiert werden, welches die Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien steigern und das Ökostromgesetz ablösen soll. Gefördert werden kann die Stromerzeugung aus Photovoltaik, Windkraft, Wasserkraft sowie Biomasse und Biogas (BMK 2021b).

Als Förderinstrumente stehen Betriebsförderungen in Form gleitender Marktprämien sowie Investitionszuschüsse zur Verfügung (BMK 2021b). Die Marktprämie wird dabei als Zuschuss für (direkt) vermarkteten und tatsächlich in das öffentliche Elektrizitätsnetz eingespeisten Strom gewährt (§ 9 Abs 2 EAG). Gleiches gilt für den Investitionskostenzuschuss, auch dieser wird nur bei bestehendem Anschluss einer Anlage an das öffentliche Elektrizitätsnetz erteilt (§ 55 Abs 1 EAG). Die Förderfähigkeit einer Anlage setzt zudem voraus, dass ökologische Kriterien eingehalten werden.

Förderfähig ist ausschließlich *die Neuerrichtung, Erweiterung und Revitalisierung von naturverträglichen Wasserkraftanlagen. Keinen Anspruch auf Förderung haben Projekte in wertvollen Gewässerstrecken. Das sind Gewässerstrecken mit sehr gutem ökologischen Zustand oder Gewässerstrecken, die zwar nicht in einem sehr guten ökologischen Zustand sind, aber eine sehr gute hydromorphologische Komponente*

des ökologischen Zustands aufweisen, sowie Projekte in Schutzgebieten, sofern sich der Erhaltungszustand eines Schutzgutes der Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) oder der Richtlinie 2009/147/EG (Vogelschutzrichtlinie) verschlechtert (EAG Erläuterungen). Mit dem Ziel, den Nutzungsdruck im Zusammenhang mit der Errichtung von Windkraftanlagen von Starkwindstandorten aus Regionen, welche bereits stark erschlossen sind auch auf andere Standorte zu verlagern, soll durch die im Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz definierte Möglichkeit der Differenzierung nach Standortqualität ein ökonomischer Anreiz gesetzt werden, auch potenziell weniger ertragreiche Standorte zu nutzen (§ 47 EAG). Um in erster Linie die Installation von PV-Anlagen auf Gebäuden und baulichen Anlagen sowie auf vorbelasteten Flächen anzureizen, ist für Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen und Flächen im Grünland ein Abschlag von 25% auf den Zuschlagswert vorgesehen (EAG Erläuterungen, § 33 EAG).

3.2.2 Analyse der technischen Rahmenbedingungen

Um eine Verkehrs-Grünfläche zur Erzeugung erneuerbarer Energie effizient nutzen zu können, müssen die notwendigen technischen Rahmenbedingungen gegeben sein. Naturgemäß unterscheiden sich die zu erfüllenden Voraussetzungen abhängig vom zur Anwendung kommenden Energieträger. Gewisse Grundvoraussetzungen sollten allerdings in jedem Fall gegeben sein:

Lokaler Energiebedarf im Nahbereich der verfügbaren Verkehrs-Grünfläche

Mit dem Transport von elektrischer Energie über weite Strecken sind Übertragungsverluste verbunden. Um diese möglichst gering zu halten, ist es sinnvoll, die (Netz-)Entfernung zwischen Erzeuger und Verbraucher möglichst gering zu halten (Zdrallek & Wruk 2018). Zusätzlich zu den Übertragungsverlusten werden dadurch auch die Investitionskosten für die Transportleitungen deutlich reduziert was sich positiv auf die Wirtschaftlichkeit einer Anlage auswirkt (Janetschek-Borst & Lechner 2020, 57, unveröffentlicht).

Um den erzeugten Strom in möglichst großem Ausmaß zur Eigenbedarfsdeckung nutzen zu können, ist es sinnvoll, für die Errichtung erneuerbarer Energieträger grundsätzlich nur jene Autobahn- und Schnellstraßenstrecken auszuwählen, auf welchen Energiebedarf besteht. Üblicherweise ist dies insbesondere im Bereich der Tunnel- und Unterflurstrassen für den Betrieb der Beleuchtungs- und

Entlüftungsanlagen der Fall. Dies speziell im Hinblick auf die Errichtung von GWKA, deren Erzeugungspotenzial für den vergleichsweise niedrigen Strom- und Energiebedarf von einzelnen Hochbauten im Allgemeinen zu groß ist (Glatzl et al. 2016, 9, unveröffentlicht).

Im Zusammenhang mit KWK ist eine Entfernung des Krafthauses von nicht mehr als 400 m vom Tunnelportal zu empfehlen. Bis zu dieser Entfernung kann die Energieableitung mit einem 400V Stromkabel erfolgen, darüber hinaus ist von der Notwendigkeit eines Transformators auszugehen (CCE Ziviltechniker 2014, 6, unveröffentlicht).

Für WKA mit einer Leistung von circa einem Megawatt wird eine mehr als zehn Kilometer lange Netzanbindung als nicht wirtschaftlich erachtet (Kirchmayr 2017, 9).

Verfügbare Infrastruktur zum Energietransport

Insbesondere gesetzt des Falles, dass der erzeugte Strom nicht in unmittelbarer Nähe verbraucht werden kann, ist das Vorhandensein leistungsfähiger Infrastruktur essentiell. In erster Linie ist dabei die Einspeisung auf die Netzebenen 6 (Umspannung zwischen Mittel- und Niederspannung) bzw. 7 (Niederspannungsnetz mit 400 V) zu bevorzugen, da ein Hochtransformieren des erzeugten Stroms Kosten und Verluste erzeugen würde. Im Sinne der Wirtschaftlichkeit ist außerdem auf die Nutzung bereits bestehender Transformatorstationen bzw. bereits vorhandener Kabelsysteme zu achten (Janetschek-Borst & Lechner 2020, 58, unveröffentlicht).

Nachfolgend beschrieben, die technisch notwendigen Rahmenbedingungen für die Errichtung der konkreten Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energie auf Verkehrs-Grünflächen entlang des Bundesstraßennetzes:

Photovoltaik

Entscheidend für den effizienten Betrieb einer PV-Anlage sind unter anderem die Größe und Exposition der verfügbaren Verkehrs-Grünfläche. Der effektive Flächennutzungsgrad einer PV-Anlage sollte in Relation zur zu Verfügung stehenden Grundstücksfläche möglichst hoch sein. Demnach sind primär größtmögliche und bzw. oder zusammenhängende Grundstücksflächen zu wählen. Da zum Zwecke der Aufschließung oder Wartung ein jedenfalls erforderlicher Anteil an nicht nutzbarer Fläche anfällt, liegt die Mindestgröße der für die ASFINAG zur Errichtung von PV-

Anlagen geeigneten Freiflächen im Sinne eines wirtschaftlichen Anlagenbetriebs bei 1.000 m² (Janetschek-Borst & Lechner 2020, 56, unveröffentlicht).

Naturgemäß beeinflusst die Exposition einer PV-Anlage die einfallende Sonneneinstrahlung erheblich und wirkt sich demnach auch maßgeblich auf die Anlagenleistung aus. Im Sinne der Wirtschaftlichkeit kommen für die ASFINAG nur Standorte mit einer erzielbaren Performance Ratio (= Verhältnis zwischen realem und idealem Energieertrag (Quaschnig 2019, 276)) von mindestens 80% in Frage (Janetschek-Borst & Lechner 2020, 57, unveröffentlicht). In Mitteleuropa liefert eine PV-Anlage den höchsten Ertrag in etwa bei einem Modul-Neigungswinkel von 30° und einer Ausrichtung nach Süden. Bei Ausrichtung nach Süd-Westen oder Süd-Osten sind immer noch 95 Prozent des möglichen Ertrags zu erreichen. Ost-West geneigte Anlagen (eine Hälfte der Module nach Osten geneigt, die andere nach Westen) bringt zwar einen Ertragsverlust von 15 – 20 Prozent gegenüber einer nach Süden ausgerichteten Anlage mit sich, durch die Art der Montage können aber mehr Module montiert werden, wodurch die Anlagenleistung bei demselben Platzbedarf wiederum um 40 Prozent gesteigert werden kann. Damit erhöht sich der Stromertrag gegenüber nach Süden ausgerichteten PV-Modulen. Da die Stromerzeugung bei Ost-West-Ausrichtung verstärkt in den Morgen- und Nachmittagsstunden stattfindet, können Ertragsspitzen zu Mittag reduziert und das Ertragsprofil verbessert werden (PV-Austria 2021b).

Wasserkraft

Standortvoraussetzungen für die Errichtung eines KWK sind neben einem vorhandenen Vorfluter mit ausreichend Abfluss im Nahbereich des Verbrauchers (zB eines Tunnelportals) auch geeignete topographische Randbedingungen, welche die Erreichung einer für die Stromproduktion geeigneten Fallhöhe zulassen und gleichzeitig eine ausreichende räumliche Kapazität für die Errichtung der Anlagenteile bieten (CCE Ziviltechniker 2014, 3ff, unveröffentlicht).

Als Richtwerte für eine potenzielle Detailuntersuchung der zu evaluierenden Standorte gelten eine Gewässerlänge von mehr als 5 km, ein Einzugsgebiet von mehr als 10 km² und ein Gefälle von mindestens 2% (CCE Ziviltechniker 2014, 3ff, unveröffentlicht).

Zudem ist potenziell bereits bestehendes Wasserrecht zur Wasserkraftnutzung bzw. Wasserentnahme zu sonstigen Zwecken sowie der Gesamtzustand der Gewässergüte zu prüfen (siehe Anhang 11.2).

Windkraftanlagen

Wie bereits im Kapitel 3.1.1.3 erläutert bedarf es für die Errichtung einer WKA eines ausreichenden Windpotenzials mit einer durchschnittlichen Jahres-Windgeschwindigkeit von zumindest 5 m/s.

Für den Transport der Maschinenteile und des Turms an den Standort, werden von Anlagenherstellern Kriterien für den Straßenaufbau sowie für die Montageflächen vorgegeben. Die tragfähige Achslast der Zuwegung muss mindestens 12 Tonnen betragen, Zuwegungsbreiten von mindestens vier Metern sind einzuhalten. Weiters sind entsprechende Kurvenradien und lichte Höhen zu beachten (Frühwald & Ulrich 2007, 23).

Moderne WKA haben inzwischen Höhen erreicht, welche eine Windenergienutzung im Wald ermöglichen, weshalb Waldflächen nicht per se von vornherein auszuschließen sind. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass Wald insbesondere wesentliche ökologische Funktionen erfüllt, die nicht durch eine Windenergienutzung beeinträchtigt werden sollten. WKA sollten im Wald daher grundsätzlich nur dann geplant werden, wenn nicht ausreichend alternative Flächen zur Verfügung stehen. Vor allem intensiv forstwirtschaftlich genutzte Waldgebiete kämen dabei als Potenzialflächen in Frage (Umweltbundesamt 2013, 24).

Eine weitere Limitierung erfährt die Windenergie aufgrund der topographischen Gegebenheiten, da ab einem bestimmten Neigungswinkel eine Installation aus bautechnischen Gründen nicht mehr realisierbar ist. In Vergleichsstudien wurden demnach Flächen mit mehr als 20% Hangneigung als Ausschlussflächen definiert. Selbiges gilt für Flächen im hochalpinen Raum über 2.000 m Seehöhe. Hier herrschen extreme Bedingungen, welche vor allem witterungsbedingt zu technischen Problemen führen können (Stanzer et al. 2010, 75).

3.3 Realisierbares Potenzial

In einem letzten Schritt wird im Zuge der Ermittlung des *realisierbaren Potenzials* beurteilt, welche ökologischen Kriterien einer Realisierung des technischen Potenzials entgegenstehen.

3.3.1 Analyse der ökologischen Rahmenbedingungen

Der Klimaschutz (bzw. Climate Action) ist ein übergreifendes Nachhaltigkeitsziel der mit der „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ verabschiedeten Sustainable Development Goals (SDGs) und korreliert auch vielfach mit anderen wichtigen SDGs (Beham et al. 2021, 7). Die 17 SDGs sind demnach eng miteinander verknüpft und verlangen daher eine politische Zusammenarbeit über Sektoren hinweg. *Das heisst: Die Ziele können nur erreicht werden, wenn auch bei anderen Zielen Fortschritte erzielt werden – beispielsweise saubere Energien (SDG 7) leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz (SDG 13) und zum Erhalt von Ökosystemen (SDG 15)* (Bergöö et al. 2019, 2). Vor diesem Hintergrund ist beispielsweise den Themenbereichen erneuerbare Energien und Biodiversität gleichviel Bedeutung beizumessen.

Dass das Klima und die Biodiversität eng miteinander korrelieren, zeigen die Folgen des Klimawandels. 10% der Vegetation weltweit ist hochsensibel gegenüber Klimaveränderungen, von den weltweit bedrohten Pflanzenarten der IUCN Roten Liste gefährdeter Arten sind ca. 4% direkt durch den Klimawandel gefährdet (Bosch et al. 2020, 6). Derzeit verändert sich das Klima (anthropogen verursacht) so schnell, dass sich viele Arten nicht schnell genug anpassen können und abwandern müssen. Einige Arten haben in dieser Hinsicht nur begrenzte Möglichkeiten – denkt man beispielsweise an jene des Hochgebirges – was in weiterer Folge dazu führen kann, dass sie aussterben. Damit ein Ökosystem möglichst robust bleibt und sich mit den externen Rahmenbedingungen mitverändern kann, ist eine hohe Biodiversität von zentraler Bedeutung (GLOBAL 2000 2019). Nur intakte Lebensräume können diese Auswirkungen des Klimawandels abfedern. Naturschutz und Klimaschutz dürfen einander daher nicht konterkarieren, sondern können und müssen sich gegenseitig ergänzen (CIPRA 2009, 4).

Vor diesem Hintergrund ist der Klimaschutz ein essentieller Faktor für den Erhalt der biologischen Vielfalt, wozu auch der Ausbau erneuerbarer Energien einen

wesentlichen Teil beiträgt. Nichtsdestotrotz handelt es sich bei der Errichtung von Energieversorgungsanlagen um einen Eingriff in den Naturhaushalt, wodurch es auch zu Beeinträchtigungen von Arten, Lebensräumen und Landschaften kommen kann. Dies erhebt den Anspruch, die Energiewende entsprechend naturverträglich auszugestalten (Bosch et al. 2020, 4).

Voraussetzung dafür ist eine frühzeitige Einbindung des Aspekts der Naturverträglichkeit im Rahmen des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien. Dies sowohl aus Gründen der Konfliktminimierung und Rechtssicherheit als auch im Hinblick auf die soziale Akzeptanz. Die Berücksichtigung naturschutzfachlicher Fragestellungen hat daher nicht erst bei der Planung konkreter Flächen und Projekte zu erfolgen, sondern muss bereits auf strategischer Ebene bedacht werden. Für einen naturverträglichen Ausbau erneuerbarer Energien ist auf eine naturschutzfachliche Optimierung der Standortwahl, sowie eine naturverträgliche Gestaltung der Anlagen und des Anlagenbetriebs zu achten (Bosch et al. 2020, 34). Die Aspekte der Naturverträglichkeit ziehen sich daher durch alle Ebenen einer Potenzialanalyse – von der Evaluierung der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen bis auf die Ebene der Detailprüfung.

Durch Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen (zB andere Standortwahl = Vermeidung, Aufständigung von PV-Anlagen = Minderung oder Neuanlage einer Feuchtwiese = Ausgleich) können potenziell negative Umweltwirkungen verringert werden. Vor dem Hintergrund der Evaluierung von Umsetzungswiderständen der jeweils in Betracht gezogenen Verkehrs-Grünflächen erscheint eine derartige Prüftiefe allerdings zu detailliert. Potenzielle Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen finden daher in weiterer Folge zur Entwicklung der Widerstandsmatrix im Zuge der vorliegenden Masterarbeit keine weitere Berücksichtigung. Im Sinne der Vollständigkeit erfolgt nachfolgend dennoch eine Übersicht über mögliche Maßnahmen der Konfliktvermeidung.

Exkurs: Spannungsfeld erneuerbare Energien versus Biodiversität

Bei der Auswahl von Flächen für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen ist deren ökologische Wertigkeit im Zuge einer Detailprüfung zu evaluieren. Prioritär empfiehlt es sich für die Errichtung von Energieerzeugungsanlagen entlang des Bundesstraßennetzes ökologisch geringwertige Verkehrs-Grünflächen (zB Böschungsflächen, Restflächen) auszuwählen. Als ökologisch hochwertig eingestuft

werden könnte eine Verkehrs-Grünfläche beispielsweise aufgrund des Vorkommens geschützter Tier- oder Pflanzenarten.

In Verbindung mit hochwertigen Habitaten (zB Trockenrasen, Magerrasen) kann es insbesondere zu Konflikten wie Bodenumlagerungen, -verdichtungen und -erosionen durch schwere Fahrzeuge und Maschinen während des Baus oder zu unterschiedlich hohen Bodenversiegelungen (von wenigen Quadratmetern bis zur gesamten Anlage) auch während des Betriebs einer Anlage kommen. Relevante Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und deren Lebensräume können durch die Störung und Vertreibung von Tieren durch den Baulärm, durch den Verlust und die Beeinträchtigung von Arten und Lebensräumen oder durch die Fragmentierung von Populationen entstehen.

Photovoltaik – Studien (Peschel et al. 2019) haben gezeigt, dass bei der Errichtung von PV-Freiflächenanlagen Synergieeffekte zwischen der Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Gewinnung erneuerbarer Energien unterstützt werden können. Eine Flächeninanspruchnahme durch PV-Freiflächenanlagen kann demnach neben dem Klimaschutzbeitrag durch die Erzeugung erneuerbarer Energie gleichzeitig zu einer Flächenaufwertung im Sinne der Erhaltung der biologischen Vielfalt führen (Peschel et al. 2019, 5-7). Voraussetzung dafür, dass eine für PV-Freiflächenanlagen genutzte Grünfläche – im Vergleich zum Zustand vor Errichtung der Anlagen – höhere Biodiversitäten erreichen kann, ist, dass die gewählten Standorte nicht schon im Ausgangszustand hohe Diversitäten aufweisen.

Wesentlich im Zusammenhang mit der Steigerung der Biodiversität ist die Gestaltung der Anlagen. Breitere besonnte Streifen zwischen den Modulreihen erhöhen die Arten- und Individuendichten zB von Insekten, Reptilien und Brutvögeln. Kleinere Anlagen können als Trittsteinbiotope wirken und damit Habitatkorridore erhalten oder wiederherstellen, während große Anlagen bei entsprechender Pflege adäquate Habitate ausbilden können, um den Erhalt oder den Aufbau von Populationen von Reptilien oder Brutvögeln zu ermöglichen (Peschel et al. 2019, 45-46). Auch ein ökologisches Monitoring während der ersten Betriebsjahre und daraus resultierende Nachjustierungen können maßgeblich zum geplanten Erfolg beitragen. Vor allem durch strukturbereichernde Maßnahmen können tendenzielle Verbesserungen der Biodiversität erzielt werden (zB Habitat Qualitäten für verschiedene Tiergruppen, wie insbesondere Insekten, Kleinsäuger). Essentiell ist auch die langfristige Gewährleistung einer geeigneten Flächenpflege (zB Mahd, Beweidung). Da für PV-Freiflächenanlagen genutzte Grünflächen in der Regel keinem ökonomischen

Verwertungsdruck unterliegen, können sie extensiv mit geringen Mahdfrequenzen in den Zwischenräumen der Modulreihen und – wenn überhaupt notwendiger – geringer Düngung bewirtschaftet werden, was gleichzeitig dem Artenreichtum zu Gute kommt.

(Klein-)Wasserkraft – Die Errichtung eines KWK stellt unvermeidbar einen Eingriff in den Naturraum und damit auch einen Konflikt mit dem Naturschutz dar. Vor diesem Hintergrund sieht die am 22. Oktober 2002 in Kraft getretene Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Hinblick auf den ökologischen Zustand der Gewässer für alle Kraftwerke ein Verschlechterungsverbot sowie ein Verbesserungsgebot vor. Die WRRL wurde im Jahr 2003 mit einer Novelle des WRG 1959 in nationales Recht übernommen. Zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze der WRRL sind im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) Gewässernutzungen und zu erreichende Erhaltungs- und Sanierungsziele sowie erforderliche Maßnahmen festgelegt (Umweltbundesamt 2021b). Kleinwasserkraftwerke haben daher strenge ökologische Auflagen zu befolgen. Bei Verschlechterung und ohne Berücksichtigung von Restwasserabgaben, Fischwanderhilfen, Fischschutz- und Strukturmaßnahmen ist im Zuge der notwendigen Genehmigungsverfahren kein positiver Bewilligungsbescheid zu erwarten (Umwelt Journal 2020).

Windkraftanlagen – Die Auswirkungen der Nutzung von Windenergie auf die Biodiversität hängen maßgeblich von einer umweltverträglichen Planung der Windkraftanlagen ab. Auswirkungen von Windkraftanlagen sind primär auf Vögel und Fledermäuse zu erwarten und hängen in einem hohen Maß sowohl von den in der Umgebung vorkommenden Arten und Habitattypen, als auch von der Größe, Lage und Gestaltung der Windkraftanlage(n) selbst ab. Gefährdungsursachen sind in erster Linie Kollisionen, negative Bestandsveränderungen durch Störung, Verdrängung oder Habitatverlust, Meidung und Barrierewirkung (Lindeiner et al. 2010, 3).

Von besonderer Bedeutung ist die sorgfältige Wahl des Standorts einer Windkraftanlage. Zur Konfliktvermeidung sollten vor diesem Hintergrund die in vielen Bundesländern von der Raumordnung empfohlenen bzw. vorgegebenen Ausschlusszonen (zB Vogelschutzgebiete, Naturschutzgebiete; siehe auch Kapitel 3.2.1) und Abstandsregelungen als Mindestanforderungen angesehen werden (Lindeiner et al. 2010, 6). Ökologisch bedeutsame Gebiete sollten tendenziell von Windkraftanlagen freigehalten und der Fokus auf bereits vorbelastete und hinsichtlich des Artenschutzes relativ unproblematische Standorte gelegt werden (zB Bereiche entlang von Autobahnen). Bekannte Zug- und Flugkorridore von Vögeln sollten von

WKA freigehalten werden, da mit zunehmender Zahl der Überflüge auch das Kollisionsrisiko zunimmt. (Lindeiner et al. 2010, 10-13).

4 Algorithmus zur Flächenpriorisierung

Im Zuge der Potenzialanalyse wurden vor dem Hintergrund der Flächenpriorisierung Beurteilungskriterien zur Erstellung einer Widerstandsmatrix evaluiert. Zur weiteren Bearbeitung werden die Kriterien anhand der definierten Flächenparameter „Genehmigungsaufwand“ und „technische Eignung“ bewertet.

Da im Zuge der Analyse festgestellt werden konnte, dass die gesetzlichen und technischen Rahmenbedingungen zur Energiegewinnung zwischen den unterschiedlichen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien stark variieren, erscheint ein direkter Vergleich von für Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft geeigneten Verkehrs-Grünflächen als nicht zielführend. Vielmehr ist es empfehlenswert die jeweiligen Potenziale von Verkehrs-Grünflächen für die Energieerzeugung aus Photovoltaik, Wind- oder Wasserkraft separat zu evaluieren.

Vor diesem Hintergrund und wegen der Notwendigkeit einer umfassenden Beurteilung sowie des damit zusammenhängenden Analyseaufwands wird der Algorithmus zur Flächenpriorisierung im Zuge der vorliegenden Masterarbeit beispielhaft nur für den Bereich der PV-Anlagen umgesetzt. Dies deckt sich auch mit dem Regierungsprogramm 2020 – 2024, welches einen eindeutigen Fokus auf die Umsetzung von PV-Anlagen legt.

4.1 Bewertung des „Genehmigungsaufwands“

Zur prozentuellen Darstellung des „Genehmigungsaufwands“ muss jedem im Rahmen der Analyse evaluierten Beurteilungskriterium ein Wert zugewiesen werden. Dafür wurden Kriterien der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen herangezogen. Nachdem sich die aus den Landesgesetzen herausgefilterten Beurteilungskriterien naturgemäß zwischen den Bundesländern unterscheiden, werden die nachfolgenden Bewertungen beispielhaft am Bundesland Oberösterreich durchgeführt. *Anmerkung: Alle im Zuge der nachfolgenden Analyse erstellten Berechnungs- und Bewertungstabellen können daher ausschließlich für das*

Bundesland Oberösterreich in Verbindung mit Photovoltaikanlagen herangezogen werden. Für andere Bundesländer oder Technologien sind Kriterien entsprechend zu adaptieren. Die vorliegende Masterarbeit liefert dafür die Grundlagen.

In einem ersten Schritt wurden nach Analyse ausgewählter Schutzgüter (mit speziellem Fokus auf einen „naturschutzfreundlichen“ Ausbau) folgende Restriktionszonen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen definiert:

Um potenziellen Konflikten mit dem Schutzgut „**Biologische Vielfalt einschließlich der Tiere, Pflanzen und deren Lebensräume**“ gerecht zu werden, ist es wichtig, präventiv eine geeignete Standortwahl für PV-Freiflächenanlagen sicherzustellen. Es ist daher auf bestehende Schutzgebiete zu achten. Als Gebiete mit besonderer Sensibilität sind auf Basis des Naturschutzgesetzes OÖ insbesondere folgende Kategorien anzuführen: *Uferschutzbereiche* (§§ 9 und 10), *Naturdenkmale* (§ 16), *Europaschutzgebiete* (§ 24) und *Naturschutzgebiete* (§ 25). Ebenfalls als Beurteilungskriterium festzulegen sind *Nationalparks*, welche zwar im Naturschutzgesetz erwähnt werden, deren tatsächliche gesetzliche Grundlage jedoch das OÖ Nationalparkgesetz (idF 54/2019) ist.

Die Sensibilität des Landschaftsbildes (Schutzgut „**Landschaft**“) wird im Wesentlichen von vorhandenen anthropogenen Vorbelastungen bestimmt. Eine Vielzahl im Landschaftsraum bereits vorhandener technogener Elemente (zB Hochspannungsleitungen) bedeuten eine bereits grundsätzlich vorhandene hohe anthropogene Vorbelastung im Nahbereich von Autobahnen und Schnellstraßen. In diesem Zusammenhang wurde das Beurteilungskriterium „naturnaher Landschaftszug“ definiert (wird dieses Kriterium erfüllt, kann das Kriterium „Verkehrslandschaft“ automatisch ausgeschlossen werden und wird daher in Tabelle 3 nicht extra angeführt). Als Gebiete mit besonderer Sensibilität bezüglich des Landschaftsschutzes sind auf Basis des Naturschutzgesetzes OÖ insbesondere folgende Kategorien anzuführen: *Landschaftsschutzgebiete* (§ 11) und *geschützte Landschaftsteile* (§ 12). Nicht explizit angeführt werden Naturparks. Dies deshalb, weil die Bezeichnung „Naturpark“ nur für spezielle Landschaftsschutzgebiete festgesetzt werden kann und damit bereits unter dem Beurteilungskriterium *Landschaftsschutzgebiete* miterfasst ist.

Zur Berücksichtigung des Schutzguts „**Mensch (inkl. Infrastruktur)**“ ist grundsätzlich auf nahegelegene Siedlungsgebiete zu achten. Gegebenenfalls können sich

Einschränkungen durch zB Blendwirkungen ergeben. Diese werden allerdings auf Ebene der Detailplanung im Zusammenhang mit dem Anlagendesign mitberücksichtigt und müssen daher nicht bereits auf der Flugebene der Schutzgüter mitbetrachtet werden. Die Nähe zu Siedlungsgebieten wird daher im Zusammenhang mit PV-Freiflächenanlagen nachfolgend nicht explizit als Restriktionszone ausgewiesen.

In einem zweiten Schritt wurden folgende zusätzliche Bereiche erhöhter Sensibilität aus den Vorgaben der jeweiligen Bundes- und Landesgesetze im Zusammenhang mit einem erhöhten Genehmigungsaufwand für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie abgeleitet:

ForstG 1975: Waldflächen (in Verbindung mit § 17a).

LFG 1957: Sicherheitszone im Bereich von Flugplätzen (§ 85).

WRG 1959: Hochwasserabflussbereich (§ 38), Wasserschutz- oder Wasserschongebiet (§ 34). Im Zusammenhang mit Letzteren können sich Konflikte beispielsweise durch Eingriffe in den Untergrund (zB Verlegung von Erdkabeln) ergeben (Bayrisches Landesamt für Umwelt 2013, 2).

Oö. BauO 1994: Stromerzeugungsanlagen sind grundsätzlich vom Geltungsbereich der Bauordnungen bzw. Baugesetze ausgenommen, sofern die Anlagen einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht unterliegen (§ 1 Abs 3 Z 5a). Für *Anlagen mit einer Nennleistung von weniger als 400 kWp* besteht im Falle einer Errichtung von mehr als zwei Metern über dem Boden eine *Anzeigepflicht* (§ 25). Sofern durch Bestimmungen der Oö. BauO der Zuständigkeitsbereich des Bundes berührt wird, sind diese zudem so auszulegen, dass sich keine über die Zuständigkeit des Landes hinausgehende rechtliche Wirkung ergibt (§ 1 Abs 1).

Oö EIWOG 2006: Freistehende PV-Anlagen mit einer Nennleistung von mehr als 400 kWp sind bewilligungspflichtig (§ 6).

Oö. NSchG 2001: Im Grünland besteht für *freistehende PV-Anlagen mit einer Kollektorfläche von jeweils mehr als 500 m²* (§ 5 Z 21) und deren Änderung über dieses Ausmaß hinaus eine Bewilligungspflicht bzw. mit einer *Kollektorfläche von jeweils mehr als 2 m² bis 500 m²* eine Anzeigepflicht (§ 6 Abs 1 Z 9).

Oö ROG 1994: Freistehende PV-Anlagen mit einer Nennleistung von mehr als 5 kWp dürfen im Grünland (= Flächenwidmung „Grünland“) nur errichtet werden, wenn eine entsprechende Sonderausweisung im Flächenwidmungsplan (= Flächenwidmung „Sonderausweisung Grünland“) die Errichtung zulässt (§ 30a Abs 3). Als Bestandteil einer Bundesstraße geltende Verkehrs-Grünflächen sind im Flächenwidmungsplan zusammen mit den Verkehrsflächen in der Regel als „Verkehrsfläche“ (vgl. OÖ Planzeichenverordnung für Flächenwidmungspläne 2021 (idF 125/2020) in Verbindung mit dem § 18 Abs 5 Oö ROG 1994) ersichtlich gemacht. Gemäß § 29 ROG 1994 sind als Verkehrsflächen Flächen zu widmen, *die dem fließenden und ruhenden Verkehr dienen und besondere Verkehrsbedeutung besitzen, einschließlich der zugehörigen erforderlichen Anlagen. Darüber hinaus kann im Flächenwidmungsteil die Errichtung von Photovoltaikanlagen für zulässig erklärt werden.*

Ausgleichsflächen sind Teil bestehender Rechtsakte. Da bereits bescheidete Ausgleichsflächenziele durch die Errichtung einer Energieerzeugungsanlage nicht konterkariert werden dürfen, ist die Änderung einer Ausgleichsfläche durch die Errichtung einer Energieversorgungsanlage in jedem Fall mit einem erhöhten Genehmigungsaufwand verbunden. Ebenfalls mit einem höheren Genehmigungsaufwand ist zu rechnen, je naturnäher eine Ausgleichsfläche ist.

Im Zuge der Festlegung der jeweiligen Werte wurde angenommen, dass die Erfüllung eines der in Tabelle 3 angeführten Beurteilungskriterien den Genehmigungsaufwand für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage auf der gewählten Verkehrs-Grünfläche erhöht. Für das Bundesland Oberösterreich wurden insgesamt 19 Beurteilungskriterien evaluiert. Bei Annahme eines maximalen Genehmigungsaufwands von 100% (= Genehmigungsaufwand hoch) entspricht die Erfüllung eines Beurteilungskriteriums einer Erhöhung des Genehmigungsaufwands um ca. 5,3%. Innerhalb der Beurteilungskriterien „Flächenwidmung“ und „Kollektorfläche“ wurde eine zusätzliche Abschichtung des Genehmigungsaufwands vorgenommen. Auf einer im Flächenwidmungsplan ersichtlich gemachten Verkehrsfläche wird ein geringerer Genehmigungsaufwand angenommen, als auf einer als „Grünland“ gewidmeten Fläche. Ein ebenfalls geringerer Genehmigungsaufwand wurde im Falle einer lediglichen Anzeigepflicht gegenüber einer Bewilligungspflicht angenommen (siehe Beurteilungskriterium „Kollektorfläche“).

Die Berechnung erfolgte mittels Excel (siehe Anhang 11.5). Trifft ein Beurteilungskriterium zu (= „ja“) wird es mit 1 bewertet, was im vorliegenden Beispiel einer Steigerung des Genehmigungsaufwands um ca. 5,3% bzw. im Falle einer Bewertung mit 0,5 einer Steigerung des Genehmigungsaufwands um ca. 2,6% entspricht (Tabelle 3).

Tabelle 3: Bewertung der Beurteilungskriterien zum Genehmigungsaufwand einer Verkehrs-Grünfläche (am Beispiel Oberösterreich) (Quelle: eigene Darstellung).

Beurteilungskriterien „Genehmigungsaufwand“			
Naturschutzrechtlich normierte Schutzgebiete (gereiht nach §)			
1	Uferschutzbereiche (§§ 9 und 10 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
2	Landschaftsschutzgebiete (§ 11 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
3	Geschützter Landschaftsteil (§ 12 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
4	Naturdenkmal (§ 16 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
5	Europaschutzgebiete (§ 24 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
6	Naturschutzgebiete (§ 25 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
7	Nationalpark	„ja“ = 1	„nein“ = 0
8	Naturnaher Landschaftszug	„ja“ = 1	„nein“ = 0
Flächenwidmung (gereiht nach Bewertung)			
9	Flächenwidmung Grünland Sonderausweisung	„ja“ = 0	„nein“ = 0
	Flächenwidmung Verkehrsfläche	„ja“ = 0,5	„nein“ = 0
	Flächenwidmung Grünland	„ja“ = 1	„nein“ = 0
Anlagendesign (gereiht nach Priorität und §)			
10	Anlagenleistung > 400 kWp	„ja“ = 1, <i>keine Prüfung gem. BauO nötig</i>	„nein“ = 00, <i>Prüfung gem. BauO nötig</i>
11	Kollektorfläche > 500 m ² (§ 5 Z 21 Oö. NSchG)	„ja“ = 0,5	„nein“ = 0
	Kollektorfläche zwischen 2 und 500 m ² (§ 6 Abs 1 Z 9 Oö. NSchG)	„ja“ = 1	„nein“ = 0
12	Anlage > 2 m über dem Boden, <i>Anm.: nur zu prüfen, wenn Anlagenleistung > 400 kWp</i>	„ja“ = 1	„nein“ = 0
Sonstiges (gereiht nach Priorität)			
13	Sicherheitszone eines Flugplatzes	„ja“ = 1	„nein“ = 0
14	Waldfläche	„ja“ = 1	„nein“ = 0
15	Bauverbotsbereich von Eisenbahnen	„ja“ = 1	„nein“ = 0
16	Wasserschutzgebiet	„ja“ = 1	„nein“ = 0
17	Wasserschongebiet	„ja“ = 1	„nein“ = 0
18	Hochwasserabflussbereich	„ja“ = 1	„nein“ = 0
Spezialfall			
19	Ausgleichsfläche	„ja“ = 1	„nein“ = 0

4.2 Bewertung der „technischen Eignung“

Die Bewertung der technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche basiert auf der Annahme, dass einzelne Beurteilungskriterien einen unterschiedlichen Einfluss auf die „technische Eignung“ einer Anlage haben. Mittels Sensitivitätsanalyse wurde daher die Empfindlichkeit (= Sensitivität) der einzelnen Beurteilungskriterien auf geringfügige Änderungen beurteilt, um daraus eine angemessene Gewichtung der Beurteilungskriterien ableiten zu können.

Als maßgebliche Beurteilungskriterien zur „technischen Eignung“ wurden im Zuge der Literaturanalyse die Größe der Verkehrs-Grünfläche („Flächengröße“), die Exposition der Anlage („Expositionsfaktor“) und die Entfernung zur notwendigen Infrastruktur („Entfernung Einspeisepunkt“) identifiziert. Die Sensitivitätsanalyse erfolgte auf Basis der Kapitalwertmethode (Details zur Durchführung siehe Anhang 11.4).

*Expositionsfaktor: Die Globalstrahlung gibt den kumulierten Energieertrag pro Jahr auf eine horizontal ausgerichtete Fläche an. PV-Module werden jedoch selten horizontal errichtet, weshalb zur Berechnung des Energieertrags zusätzlich der Expositionsfaktor zu berücksichtigen ist. Dieser ergibt sich aus **Neigung** und **Himmelsrichtung** und kann zB unter Verwendung der nachfolgenden Grafik (Abbildung 6) eruiert werden (PV-Austria 2021a).*

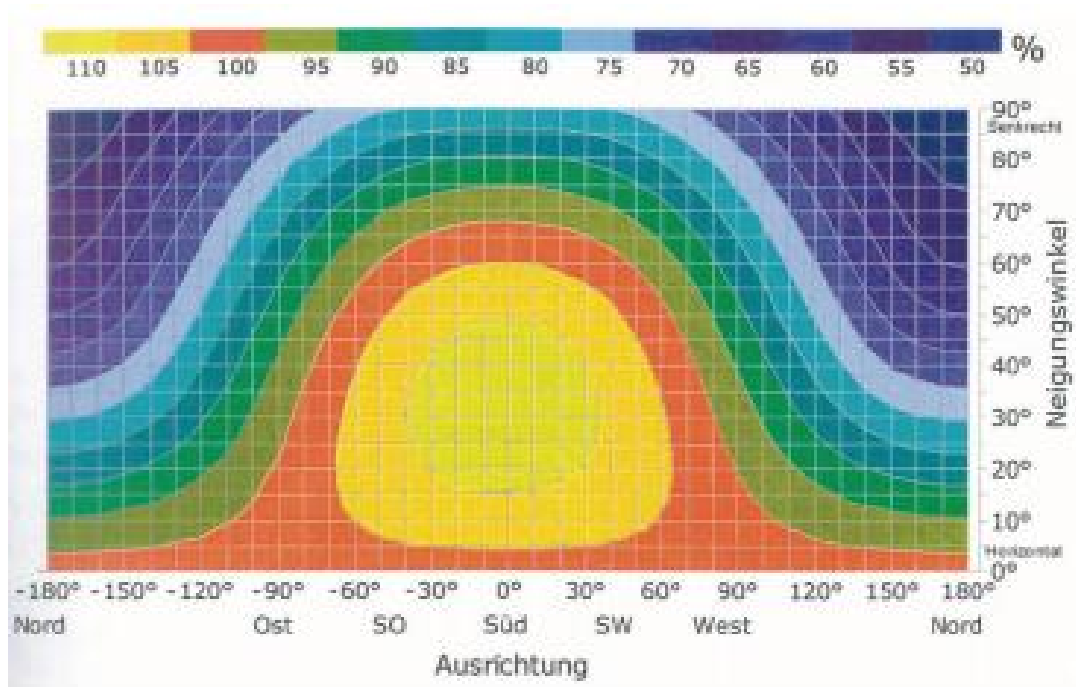


Abbildung 6: Diagramm zur Bestimmung der Globalstrahlung auf geneigten Flächen (Quelle: Quaschnig 2019, 91).

Auf Basis des Ergebnisses der Sensitivitätsanalyse (Berechnung siehe Anhang 11.4) lässt sich schließen, dass das Beurteilungskriterium „Expositionsfaktor“ am sensibelsten auf eine prozentuelle Änderung reagiert und den Kapitalwert demnach am stärksten beeinflusst (Abbildung 7). Den geringsten Einfluss hat das Beurteilungskriterium „Entfernung zum Einspeisepunkt“.

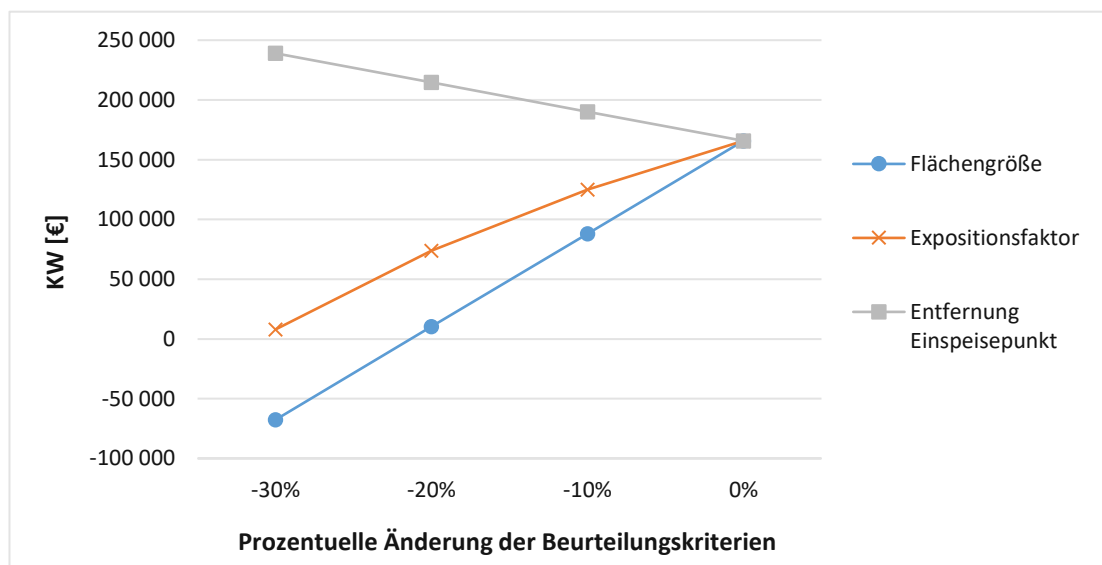


Abbildung 7: Sensitivität des Kapitalwerts hinsichtlich einer prozentuellen Änderung der Beurteilungskriterien „Flächengröße“, „Expositionsfaktor“ und „Entfernung Einspeisepunkt“ (Quelle: eigene Darstellung)

Zur Berechnung der Gewichtung wurde die Steigung der Funktionen der drei Beurteilungskriterien in Verhältnis gesetzt, um deren Einfluss prozentuell festzuhalten. Es wird daher wie folgt gewichtet:

Tabelle 4: Gewichtung der Beurteilungskriterien zur technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche auf Basis der Sensitivitätsanalyse (Quelle: eigene Darstellung).

Beurteilungskriterium	Steigung der Funktionen	Gewichtung in %
Expositionsfaktor	52.471	34
Flächengröße	77.813	50
Entfernung Einspeisepunkt	24.400	16

Auf Basis der Potenzialanalyse wurden vorab folgende Ausschlusskriterien definiert:

- Flächengröße < 1.000 m² (Begründung siehe Kapitel 3.2.2) und
- Exposition nach Nord (*Anmerkung: Im Zuge der Sensitivitätsanalyse wurde von einer gleichbleibenden Anlagenneigung von 30° ausgegangen, welche bei nördlicher Exposition schlechte Einstrahlungswerte und damit nur geringe Energieerträge bringt. Bei geringeren Neigungen von zB 15° hingegen wären durch bessere Einstrahlungswerte durchaus auch höhere Energieerträge zu erwarten (siehe Abbildung 6).*)

Die Bewertung der Beurteilungskriterien findet in direktem Vergleich der Verkehrs-Grünflächen untereinander statt. Das bedeutet:

- Flächengröße: je größer, desto besser,
- Exposition: Süd besser als Ost oder West,
- Entfernung zum Einspeisepunkt: je näher, desto besser.

Die Begründungen zu Exposition und Entfernung zum Einspeisepunkt wurde bereits in Kapitel 3.2.2 geliefert. Die Größe einer Verkehrs-Grünfläche ist insofern wesentlich, weil die damit zusammenhängende PV-Anlagengröße einen großen Einfluss auf die Kosten hat. Fixkosten wie Aufwendungen für den Netzanschluss oder den Zähler sind weitgehend unabhängig von der Anlagenleistung, weshalb die spezifischen, auf die Anlagenleistung bezogenen Investitions- und Betriebskosten mit steigender Leistung absinken (Abbildung 8). Vor allem bei großen Freiflächenanlagen sind deutlich niedrigere Investitionskosten realisierbar, da die Montage viel rationaler erfolgen kann (Quaschnig 2019, 420).

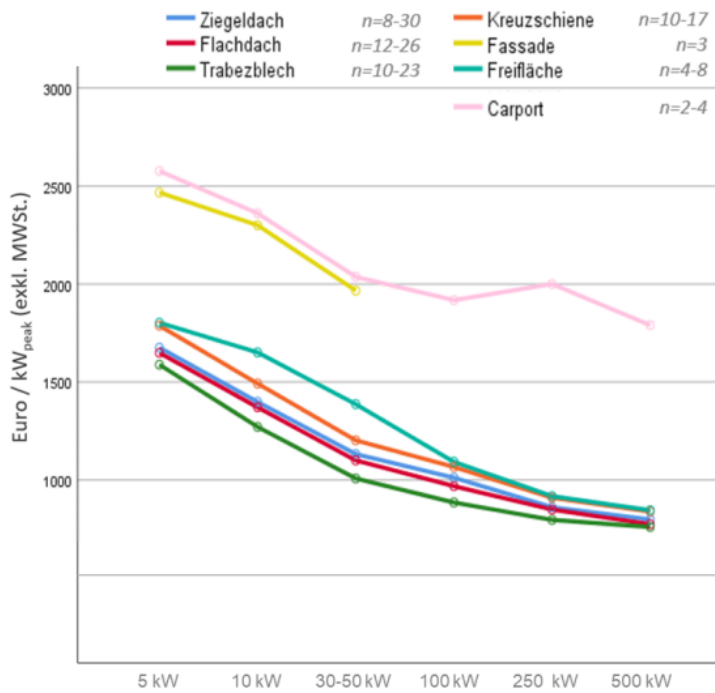


Abbildung 8: Kosten für PV-Anlagen nach Montageart und Anlagengröße (Quelle: Leonhartsberger et al. 2021)

Der Prozentsatz der technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche erhöht sich daher je größer sie ist, je besser die Exposition und je geringer die Entfernung zum Einspeisepunkt ist (immer in direktem Vergleich zu den anderen gewählten Verkehrs-Grünflächen). Eine maximale technische Eignung (= technische Eignung sehr gut) entspricht 100%.

Die konkrete Berechnung der technischen Eignung in Prozent erfolgte mittels Excel. Die Gesamtheit aller Werte pro Kategorie („Flächengröße“, „Exposition“ und „Entfernung zum Einspeisepunkt“) wird mit jeweils 100% angenommen. Durch Division eines pro Kategorie für eine jeweilige Fläche angegebenen Werts durch die Gesamtheit aller Werte pro Kategorie wird ein Prozentsatz errechnet, welcher mit den Prozentsätzen pro Kategorien der anderen Flächen vergleichbar ist (weil immer auf 100% aufgerechnet). Der ermittelte Prozentsatz kann anschließend mit der oben angegebenen Gewichtung multipliziert und in weiterer Folge addiert werden. Dadurch ergibt sich der finale Prozentsatz der „technischen Eignung“.

Flächengröße: Jede einzelne Fläche wird mit der Gesamtgröße aller Flächen (= 100%) in Relation gesetzt, indem die jeweilige Fläche durch die Summe aller Flächengrößen dividiert wird. Drei Flächen mit 1.000 m², 2.000 m² und 3.000 m²

ergeben gesamt 6.000 m² (= 100%). Für die erste Fläche gilt daher $1.000/6.000 = 16,67\%$, für die zweite $2.000/6.000 = 33,33\%$ und für die dritte $3.000/6.000 = 50\%$ ($16,67\% + 33,3\% + 50\% = 100$).

Exposition: Die Bewertungen der Exposition sind gewichtet nach erwartetem Energieertrag. Somit hat eine NO oder NW Ausrichtung den (schlechtesten) Wert 1, eine O oder W Ausrichtung den Wert 2, eine SO oder SW Ausrichtung den Wert 4 und eine südliche Ausrichtung den (besten) Wert 8. Die jeweils bessere Exposition ist daher immer doppelt so gut gewichtet wie die vorhergehende. Nördlich ausgerichtete Flächen werden ausgeschlossen. Drei Flächen mit südlicher Ausrichtung ergeben demnach in Summe 24. Jede Fläche hat somit in der Kategorie „Exposition“ den Wert 33,33% (weil: $8 \text{ dividiert durch } 24 = 0,33$).

Entfernung zum Einspeisepunkt: Die Berechnung erfolgt äquivalent der Berechnung der Flächengröße, mit dem Unterschied, dass eine niedrige Entfernung als gut gewertet wird („je näher, desto besser“). Dies bedeutet, dass am Ende jene Fläche mit der niedrigsten Entfernung den höchsten Wert erhalten muss. Zuerst müssen dazu Invertierungsfaktoren für jede Fläche ermittelt werden. Der Faktor benötigt einen gemeinsamen Vergleichswert, welcher durch die Gesamtsumme aller Entfernungen definiert wird. Für drei Flächen mit den Entfernungen von 10 m, 100 m und 1.000 m bedeutet dies eine Gesamtentfernung von 1.110 m. Der Invertierungsfaktor wird ermittelt, indem die jeweilige Entfernung von der Gesamtentfernung subtrahiert und der Differenzwert durch die Entfernung zur Fläche dividiert wird. Die erste Fläche hat somit einen Invertierungsfaktor von $(1.110-10)/10 = 110$, die anderen beiden Flächen von jeweils 10,1 und 0,11. Die drei Werte sind zueinander vergleichbar wie die tatsächlichen Entfernungen aber invertiert im Hinblick auf die Wertigkeit. Sie können jetzt, vergleichbar mit der Berechnung bei der Flächengröße, miteinander addiert und der Invertierungswert durch den neuen Gesamtwert dividiert werden. Die Summe aus 110, 10,1 und 0,11 ergibt 120,21. Die erste Fläche erhält somit den Wert $110/120,21 = 91,5\%$. Die anderen beiden Flächen erhalten 8,4% und 0,0915%. Die Fläche mit der geringsten Entfernung erhält somit den höchsten Wert und steht antiproportional zu den anderen Flächen und deren Entfernungen („je näher, desto besser“).

Die anfängliche Gewichtung der drei Kriterien wird nun mit dem jeweils festgelegten Prozentsatz der jeweiligen Fläche multipliziert. Anschließend werden die drei Ergebnisse der Flächengröße, Exposition und Entfernung zum Einspeisepunkt miteinander addiert. Dadurch ergibt sich die technische Eignung.

4.3 Widerstandsmatrix

Zur Evaluierung des konkreten Umsetzungswiderstands und Darstellung in der Widerstandsmatrix sind die ermittelten Prozentwerte des „Genehmigungsaufwands“ und der „technischen Eignung“ nun entsprechend der in Kapitel 2.2.3 angegebenen Formel ($Umsetzungswiderstand = Genehmigungsaufwand - Technische Eignung$) zu berechnen.

Zur besseren Darstellung wird die Formel des Umsetzungswiderstandes so eingefasst, dass sich zwingend ein Wert zwischen 0 und 100% ergibt. Beide Werte aus welchen der Umsetzungswiderstand gebildet wird („Genehmigungsaufwand“ und „technische Eignung“), haben jeweils den Rahmen von 0 bis 100%. Subtrahiert man die technische Eignung vom Genehmigungsaufwand ergibt sich deshalb ein Rahmen von -100% bis 100%. Durch die Formel $(100\% + Genehmigungsaufwand - Technische Eignung) / 2$ wird der oben genannte Rahmen von 0 bis 100% erzwungen. Die Funktion ändert sich durch die Hinzugabe von 100% so, dass nun ein Wert zwischen 0 bis 200% besteht. Durch die Division mit 2 berechnet sich anschließend die eingefasste Form zwischen 0 und 100%. Ein anfänglicher Umsetzungswiderstand von 0 (zB wenn der Genehmigungsaufwand und die technische Eignung jeweils 42% betragen würden), ist mit der Umrechnung bei 50%. Eine andere Fläche, die eingangs 50% hätte (zB 75% Genehmigungsaufwand und 25% technische Eignung), ergibt mit der Umrechnung 75%.

Je geringer der daraus resultierende Prozentwert einer Fläche, desto geringer kann der jeweilige aus technischer Eignung und Genehmigungsaufwand resultierende Umsetzungswiderstand angenommen werden. Zu beachten ist hier jedenfalls, dass eine Einstufung immer nur im Vergleich aller Flächen untereinander stattfindet. Es kann also der Fall eintreten, dass die Fläche mit dem größten Umsetzungswiderstand per se durchaus für die Errichtung von PV-Anlagen geeignet wäre, im direkten Vergleich allerdings andere Flächen aufgrund einer geeigneteren Kombination aus technischer Eignung und Genehmigungsaufwand zu bevorzugen wären. Es wird nie der Fall eintreten, dass aufgrund eines als hoch eingestuften Umsetzungswiderstands von der Errichtung einer PV-Anlage auf der betroffenen Fläche automatisch abgesehen werden muss. Dies deshalb, da technisch nicht geeignete Flächen bereits von vornherein ausselektiert wurden und demnach im Zuge der Beurteilung überhaupt nicht weiter berücksichtigt wurden (siehe Kapitel 0). Die grafische

Darstellung der Umsetzungswiderstände erfolgt in einer Widerstandsmatrix (Abbildung 9). In dieser wird der Genehmigungsaufwand auf der X-Achse, die technische Eignung auf der Y-Achse dargestellt. Anhand der Farbcodierung (grün = geringer Umsetzungswiderstand, rot = hoher Umsetzungswiderstand) kann der Umsetzungswiderstand der jeweiligen Flächen abgelesen werden.

Zum besseren Verständnis wird die Beurteilung fiktiver Flächen in nachfolgender Tabelle 5 exemplarisch am Beispiel der Errichtung von PV-Anlagen im Bundesland Oberösterreich dargestellt.

Tabelle 5: Bewertungstabelle Photovoltaikanlagen, Umsetzungswiderstände Oberösterreich (Quelle: eigene Darstellung)

	Technische Rahmenbedingungen			Genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen																			Endergebnis		
	Größe [m²]	Exp.	Entf. Einsp. pkt. [m]	Uferschutzbereich	LandschaftsSchuG	Gesch. Landschaftsteil	Naturdenkmal	EuropaSchG	NaturSchG	National-park	Verkehrslandschaft	FläWi	Anlagen > 400 kWp	Kollektorfläche [m²]	Anlage > 2 m	SZ FlugP	Waldfläche	Bauverbotsbereich Eisenbahn	WasserSchuG	WasserSchoG	HW-abflussbereich	AF	Techn. Eignung [%]	Genehmigungsaufwand [%]	Umsetzungswiderstand [%]
A	4000	S	50	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL	Ja	500	Ja	Ja	500	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	100	97	49
B	1000	S	50	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	100	Nein	Nein	100	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	73	5	16
C	1200	NO	100	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	VF	Ja	150	Ja	Ja	200	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	31	92	81
D	8000	NO	150	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL	Nein	200	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	86	11	12
E	500	O	200	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	50	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	AS		
F	1932	NO	250	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	GL	Ja	1000	Ja	Ja	0	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	28	84	78
G	1000	S	300	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL SA	Ja	100	Ja	Ja	0	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	46	87	70
H	700	SW	350	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL	Ja	200	Ja	Ja	1000	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	AS		
I	3000	S	400	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	200	Nein	Nein	5000	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	63	8	23
J	4000	SW	450	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	VF	Nein	501	Nein	Ja	1000	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	55	24	34
K	3000	O	500	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	VF	Nein	5000	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	38	26	44
L	1000	O	550	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	GL	Nein	499	Nein	Nein	8000	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	20	39	60
M	3000	N	600	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	GL	Ja	200	Ja	Nein	150	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	AS		
N	3000	SO	650	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	GL	Nein	150	Nein	Nein	0	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	45	39	47
O	1000	O	700	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	5000	Nein	Ja	2000	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	19	32	56
P	5000	S	750	Ja	nein	nein	Ja	nein	ja	nein	nein	VF	Ja	0	nein	nein	0	nein	nein	nein	nein	nein	79	18	20
Q	5000	S	800	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	1	Nein	Nein	5	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	79	3	12
R	1000	NW	850	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL	Ja	1000	Ja	Ja	15000	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	15	100	93
S	800	S	900	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	VF	Nein	5000	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	AS		
T	900	NO	950	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	VF	Ja	150	Ja	Ja	200	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	AS		
U	2000	N	1000	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	GL	Nein	150	Nein	Nein	0	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	AS		

* Exp. = Exposition, Entf. Einsp.pkt. = Entfernung zum Einspeisepunkt, LandschaftsSchuG = Landschaftsschutzgebiet, Gesch. Landschaftsteil = Geschützter Landschaftsteil, EuropaSchG = Europaschutzgebiet, NaturSchG = Naturschutzgebiet, FläWi = Flächenwidmung, SZ FlugP = Sicherheitszone Flugplatz, WasserSchuG = Wasserschutzgebiet, WasserSchoG = Wasserschongebiet, HW-Abflussbereich = Hochwasserabflussbereich, AF = Ausgleichsfläche, GL = Grünland, GL SA = Grünland Sonderausweisung, VF = Verkehrsfläche, AS = Ausschluss

Erklärung:

Die Flächen E, H, M, S, T und U wurden aufgrund der Erfüllung eines der in Kapitel 0 beschriebenen Ausschlussgrundes zu keiner weiteren Beurteilung herangezogen und scheinen demnach auch nicht in der Widerstandsmatrix (Abbildung 9) auf.

Allen anderen Flächen wurden den Beschreibungen in dem Kapitel 0 entsprechend festgelegte Bewertungsparameter zugeordnet (zB Flächengröße 4.000 m², Naturdenkmal „Ja“). Mittels den Parametern zugeordneten Gewichtungen (Auswertung mittels Excel) wurden die Prozentwerte der technischen Eignung, des Genehmigungsaufwands und des Umsetzungswiderstands berechnet.

Anhand der Ergebnisse lässt sich in Conclusio ablesen, dass an den Flächen R und Q die größten (93%) bzw. geringsten (12%) Umsetzungswiderstände zu erwarten sind. In der Widerstandsmatrix findet sich die Fläche R demnach im roten Farbbereich, während sich die Fläche Q im grünen Farbbereich befindet (Abbildung 9).

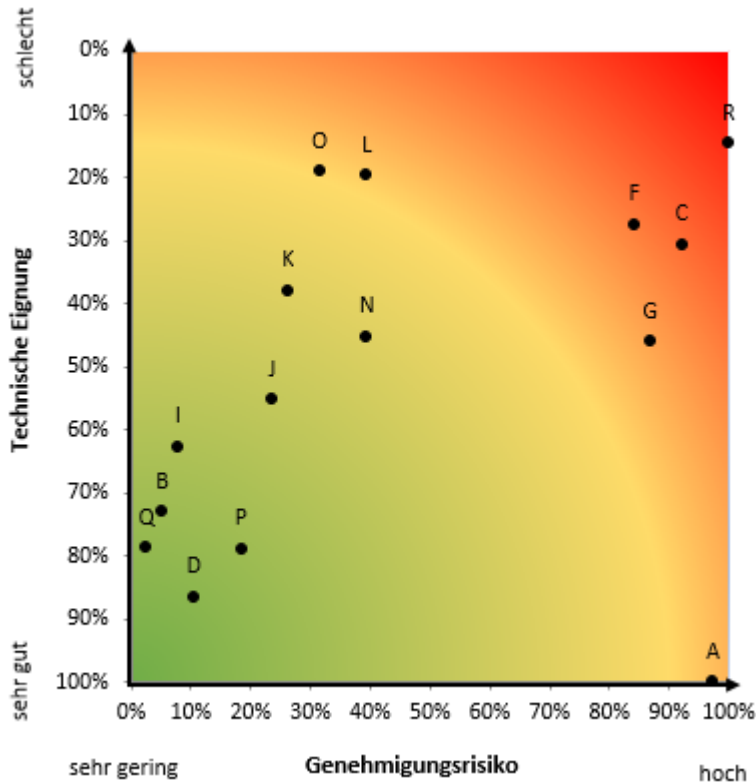


Abbildung 9: Widerstandsmatrix Photovoltaikanlagen, Umsetzungswiderstände Oberösterreich (Quelle: eigene Darstellung)

Für die ASFINAG würde ein derartiges Ergebnis der Widerstandsmatrix bedeuten, dass davon auszugehen ist, dass die Flächen Q und B ohne signifikante Verzögerungen durch notwendige Genehmigungsverfahren umgesetzt werden können und, dass aufgrund der guten Bewertung der „technischen Eignung“ der Verkehrs-Grünflächen auch die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage gegeben sein wird. Die Flächen R und C hingegen weisen hohe Genehmigungsaufwände und eine nur mittelmäßige technische Eignung auf, weshalb der Umsetzungswiderstand entsprechend hoch ausfällt. Auf diesen Flächen ist demnach von länger andauernden Genehmigungsverfahren und einer (im Vergleich zu den Flächen Q und B) geringeren Wirtschaftlichkeit der PV-Anlagen auszugehen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Widerstandsmatrix eine schnelle Aussage über potenzielle Umsetzungswiderstände ermöglicht, der Untersuchungsmaßstab aber nicht jenem einer Detailprüfung entspricht und eine Beurteilung auf Basis der Widerstandsmatrix daher auch keine Detailprüfung ersetzt. Die Widerstandsmatrix ermöglicht lediglich eine Aussage darüber, welche Flächen im Sinne einer zeiteffizienten und wirtschaftlichen Umsetzung prioritär betrachtet werden sollten.

Eine Adaptierung des entwickelten Algorithmus auf alle österreichischen Bundesländer oder die Wind- und Wasserkraft würde den Rahmen der vorliegenden Masterarbeit überschreiten. Die wesentlichen Grundlagen wurden jedoch erarbeitet und können als Basis für weiterführende Studien herangezogen werden.

5 Synthese der Ergebnisse und Fazit

Mit der Entwicklung eines *methodischen Ansatzes zur Priorisierung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energie am Bundesstraßennetz in Österreich* soll im Zuge der vorliegenden Masterarbeit das Ziel einer gleichsam zeit- und energieeffizienten Umsetzung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien entlang des Bundesstraßennetzes unterstützt werden. Kernergebnis ist eine Widerstandsmatrix, welche eine rasche Einschätzung möglicher Umsetzungswiderstände von potenziell zur Errichtung von Energieanlagen geeigneten Verkehrs-Grünflächen ermöglicht und damit die Basis für einen strategischen Ausbau bilden kann.

Grundlage für die Erstellung der Widerstandsmatrix bildet eine Potenzialanalyse. Im Zuge dieser wurde aufgezeigt, **welche Kriterien die Nutzbarkeit unterschiedlicher Technologien zur Erzeugung erneuerbaren Stroms am Bundesstraßennetz definieren (F1)**¹⁰.

Die Verkehrs-Grünflächen entlang des Bundesstraßennetzes erscheinen insbesondere zur Eigenstromproduktion durch PV-Anlagen geeignet, während eine wirtschaftliche Nutzung von Windenergie vermehrt im Osten und in alpinen Gebieten Österreichs zu erwarten sind. In letzteren ist es empfehlenswert Windkraftanlagen aufgrund bereits vorhandener und nutzbarer Infrastrukturen speziell in der Nähe von Be- und Entlüftungsschächten von Tunnelbauwerken zu situieren. Ähnliches gilt für die Errichtung von Kleinwasserkraftwerken in Verbindung mit der Nutzung von Tunnelwässern (wodurch zusätzliche Eingriffe in ökologisch sensible Gewässer wie Bäche vermieden werden). Untersuchungen (Breitschopf & Schlotz 2014, 9) zeigen, dass der am häufigsten betrachtete Indikator für Versorgungssicherheit die Diversität der Energieträger ist und eine höhere Vielfalt, Ausgewogenheit und Unterschiedlichkeit den Schaden eines Ausfalls eines einzelnen Energieträgers mindert. Vor diesem Hintergrund ist die Errichtung von Wind- und Kleinwasserkraftanlagen trotz des großen Potenzials speziell für den Ausbau von PV-

¹⁰ F1 – F4 = Forschungsfrage 1 – 4

Anlagen entlang des Bundesstraßennetzes als sinnvolle Ergänzung anzusehen. Insbesondere durch den kombinierten Einsatz von PV- und Windkraftanlagen können Risiken durch Windflauten und sonnenscheinarme Phasen deutlich reduziert werden (DWD 2018). Wasserkraftwerke haben den Vorteil sowohl grundlast- (Laufwasserkraftwerke) als auch spitzenlastfähig (Speicherkraftwerke) zu sein, wodurch sie eine optimale Ergänzung zu den volatilen Energieträgern Sonne und Wind darstellen (Hühn 2020).

Vor dem Hintergrund der Zielerreichung eines Ausbaus von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Ausmaß von 100 MW bis zum Jahr 2030 wurden im Rahmen der Masterarbeit vor allem zwei Faktoren als relevant identifiziert: Zeit und Effizienz. Energieerzeugungsanlagen müssen angesichts des kurzen Zeithorizonts bis 2030 nicht nur möglichst schnell umgesetzt werden, sondern im Sinne der Wirtschaftlichkeit auch eine bestmögliche Leistung erbringen. Kombiniert betrachtet ermöglichen die Faktoren Zeit und Effizienz eine Grobeinschätzung der Umsetzungsmöglichkeit einer Energieanlage. Diese wurde – titulierte als „Umsetzungswiderstand“ – im Zuge der vorliegenden Masterarbeit durch einen eigens entwickelten Algorithmus berechnet und mittels Widerstandsmatrix graphisch dargestellt.

Der Faktor Zeit wird insbesondere durch die für die Errichtung einer Energieanlage notwendigen Genehmigungsverfahren beeinflusst. Eine Berücksichtigung der aus den jeweiligen Bundes- und Landesgesetzen resultierenden Genehmigungstatbestände (= „Genehmigungsaufwand“) wurde daher als sinnvoll erachtet, weil eine hohe Anzahl notwendiger Genehmigungsverfahren in der Praxis auch einen erhöhten Zeitaufwand mit sich bringt (Fechner 2020, 63; Österreichs Energie o.D.). Je geringer die vorhandenen Genehmigungsaufwände, desto geringer in weiterer Folge auch der angenommene Zeitaufwand im Zusammenhang mit der Umsetzung und desto wahrscheinlicher die Erreichung einer Umsetzung von 100 MW erneuerbarer Energie bis 2030. Vor diesem Hintergrund wurde als ein wesentlicher Beurteilungsparameter für die Erstellung der Widerstandsmatrix – stellvertretend für den Faktor Zeit – der Genehmigungsaufwand einer Energieerzeugungsanlage auf ausgewählten Verkehrs-Grünflächen festgelegt.

In einem ersten Schritt wurde daher evaluiert, **welche Genehmigungsaufwände sich für die ASFINAG aufgrund derzeitiger gesetzlicher Rahmenbedingungen bei der Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms auf Verkehrs-Grünflächen ergeben können (F2).**

Als problematisch im Zusammenhang mit der Evaluierung der Genehmigungsaufwände hat sich insbesondere die große Diversität der relevanten Rechtsmaterien herausgestellt. Nicht nur, dass bereits pro Technologie eine große Bandbreite an normierten Genehmigungstatbeständen zu prüfen ist (unterschiedliche Genehmigungstatbestände für PV-, Wasser- oder Windkraftanlagen zB im UVP-G, den NaSchG, den EIWG etc.), die landesgesetzlichen Regelungen unterscheiden sich pro jeweiliger Technologie zudem oftmals zusätzlich auch pro Bundesland (zB unterschiedliche Genehmigungstatbestände für PV-Anlagen in den Elektrizitätswirtschaftsgesetzen der Länder). Dieser Umstand macht eine direkte Vergleichbarkeit aller österreichweit vorhandenen Verkehrs-Grünflächen unmöglich, weshalb der Genehmigungsaufwand pro Technologie und Bundesland eigens berechnet werden muss (zB geeignete Verkehrs-Grünflächen für die Errichtung von PV-Anlagen in Oberösterreich). Nur dann sind die in weiterer Folge berechneten Umsetzungswiderstände für potenziell geeignete Verkehrs-Grünflächen auch untereinander vergleichbar. In logischer Konsequenz muss für jede Technologie in jedem Bundesland eine eigene Widerstandsmatrix erstellt werden.

Die Evaluierung der rechtlichen Rahmenbedingungen hat zudem gezeigt, dass sich aus den Bundes- und Landesgesetzen sowohl Genehmigungsaufwände räumlicher Art, als auch anlagenspezifische Genehmigungsaufwände ergeben können. Während erstere in Form vorhandener Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Waldflächen oder ähnlichem problemlos aus den Geoinformationssystemen der Länder eruiert werden können, ist für letzteres bereits eine ungefähre Kenntnis der Dimensionierung einer Anlage wie beispielsweise generelle Anlagenleistung, Kollektorfläche einer PV-Anlage oder Höhe einer Windkraftanlage notwendig. Für die Evaluierung einer Verkehrs-Grünfläche bewährt es sich daher, in einem ersten Schritt die Genehmigungsaufwände räumlicher Art zu berücksichtigen und sich erst in einem zweiten Schritt auch auf die anlagenspezifischen Genehmigungsaufwände zu fokussieren.

Der Faktor Effizienz wird insbesondere durch die für die Errichtung einer Energieanlage notwendigen technischen Rahmenbedingungen beeinflusst. Für die Berechnung des Umsetzungswiderstands sind daher auch die zu erfüllenden Kriterien der „technischen Eignung“ einer Verkehrs-Grünfläche zuzuordnen. Es liegt in der Natur der Sache, dass sich die Kriterien zur „technischen Eignung“ einer Verkehrs-Grünfläche pro Technologie stark unterscheiden (zB Notwendigkeit eines Vorfluters bei Kleinwasserkraftanlagen, Berücksichtigung einer geeigneten

Flächenexposition bei PV-Anlagen), was die Sinnhaftigkeit einer separaten Betrachtung der Technologien – wie vorhergehend bereits im Zusammenhang mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen erwähnt – noch einmal bestätigt.

In einem zweiten Schritt wurde daher evaluiert, welche **technischen Kriterien eine für die Errichtung von Energieanlagen geeignete Verkehrs-Grünfläche erfüllen muss, um den größtmöglichen Energieertrag einer Anlage zur Erzeugung erneuerbaren Stroms zu gewährleisten (F3).**

Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass die Nähe zu einem Verbraucher für alle Arten von Technologien wesentlich ist. Insbesondere vor dem Hintergrund eines möglichst hohen Eigenenergieverbrauchs sollte daher darauf geachtet werden, das vorhandene Potenziale nicht nur regional, sondern bundesweit betrachtet werden. In anderen Worten: Die Erfüllung der „technischen Eignung“ einer Fläche ist immer relativ zu sehen. Im direkten Vergleich aller sich österreichweit am Streckennetz befindlichen Verkehrs-Grünflächen kann es vorkommen, dass alle Flächen mit der am größten zu erwarteten Energieeffizienz im Osten Österreichs liegen. Dies bedeutet jedoch keinesfalls, dass die im Westen gelegenen und in Relation gegebenenfalls schlechter einzustufenden Flächen vor dem Hintergrund der technischen Eignung komplett auszuschließen sind. Nachdem die Berechnung des Umsetzungswiderstands aber ohnehin bereits im Zuge der Evaluierung des „Genehmigungsaufwands“ getrennt nach Bundesländern betrachtet wird, kann in weiterer Folge auch die „technische Eignung“ der Verkehrs-Grünflächen nur pro Bundesland evaluiert und in Relation gesetzt werden. Dieser Umstand sichert die Berücksichtigung aller Regionen Österreichs, ermöglicht dadurch eine Balance in der österreichweiten Stromproduktion am Streckennetz der ASFINAG und lässt von einem positiven Einfluss auf das Ziel eines möglichst hohen Eigenverbrauchs ausgehen.

Um den Ausbau von Energieanlagen am Streckennetz der ASFINAG nicht nur zeit- und energieeffizient, sondern auch naturschutzfreundlich zu gestalten, **müssen bei der Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms auch Rahmenbedingungen erfüllt werden, welche die Anlagen als ökologisch vertretbar gelten lassen (F4).**

Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass sich die Erfüllung ökologischer Rahmenbedingungen in Bezug auf die Errichtung von Energieanlagen nicht auf eine einzige Potenzialebene herunterbrechen lassen. Im Zuge der Analyse findet die

Vereinbarkeit von erneuerbarem Strom mit den Kriterien des Naturschutzes auf allen drei Ebenen – auf Ebene des theoretischen, des technischen und des realisierbaren Potenzials – Eingang. Einen zentralen Inhalt stellt der Naturschutz in den Genehmigungsverfahren im Zuge der Evaluierung des „Genehmigungsaufwands“ dar. Eine Energieversorgungsanlage muss demnach bereits per se mit dem Naturschutz vereinbar sein, um überhaupt bewilligt werden zu können. Damit der Naturschutz für die ASFINAG bei der Errichtung der Energieanlagen nicht zum Genehmigungshindernis wird, ist es also wesentlich naturschutzfachliche Fragestellungen im Zuge der Potenzialanalyse bereits frühestmöglich zu berücksichtigen und Flächenpotenziale den naturschutzfachlichen Kriterien entsprechend abzuschichten (zB durch Berücksichtigung vorhandener Schutzgebiete, Ausgleichsflächen etc.). Dem wird durch Erstellung der Widerstandsmatrix auf Basis des entwickelten Algorithmus zur Priorisierung von geeigneten Verkehrs-Grünflächen Genüge getan. Anschließend an die Auswahl einer als geeignet betrachteten Verkehrs-Grünfläche können im Zuge der Detailplanung potenziell anlagenspezifische Maßnahmen getroffen werden, die den Genehmigungsaufwand einer Anlage aus naturschutzfachlicher Sicht zusätzlich verringern.

Grundgedanke der Widerstandsmatrix ist die Berechnung eines Umsetzungswiderstands pro Verkehrs-Grünfläche, resultierend aus den im Zuge der Beantwortung der Forschungsfragen bzw. der Potenzialanalyse evaluierten Beurteilungsparametern des „Genehmigungsaufwands“ und der „technischen Eignung“ der jeweilig betroffenen Fläche. Die Verkehrs-Grünflächen können anhand des ermittelten Umsetzungswiderstands gereiht und demnach priorisiert werden. Jene Fläche, mit dem geringsten Umsetzungswiderstand lässt im Umkehrschluss in Relation zu den anderen Flächen auf eine hohe Zeit- und Energieeffizienz sowie Naturverträglichkeit schließen. Dennoch ersetzt eine Evaluierung mittels Widerstandsmatrix keine Betrachtung der gewählten Verkehrs-Grünflächen im Einzelfall.

Fazit

Ein zeit- und energieeffizienter Ausbau erneuerbarer Energien, der gleichzeitig auch naturschutzfreundlich sein muss, erfordert das Vorhandensein einer Strategie mit einem klar definierten Ziel. Erklärtes Ziel der ASFINAG ist es, bis zum Jahr 2030

durch die eigene Produktion von erneuerbarer Energie auf Basis von Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft bilanziell stromautark zu sein.

Mit der Widerstandsmatrix wird ein methodischer Ansatz geboten, welcher bei der Entscheidung der Flächenauswahl und deren Priorisierung einen maßgeblichen Beitrag leisten und somit die Strategie für den Ausbau erneuerbarer Energien am Bundesstraßennetz unterstützen kann.

6 Strategische Handlungsempfehlungen

Die vorliegenden strategischen Handlungsempfehlungen werden aus der *Entwicklung des methodischen Ansatzes zur Priorisierung zur Priorisierung von Flächen zur Erzeugung erneuerbarer Energie am Bundesstraßennetz in Österreich* abgeleitet. Sie liefern wichtige Hinweise für die Entwicklung einer diesbezüglichen Strategie. Die Aufzählung folgt der Struktur der vorliegenden Masterarbeit und demnach dem logischen Ablauf des entwickelten Algorithmus zur Errichtung von erneuerbaren Energieanlagen am Bundesstraßennetz in Österreich. Alle Handlungsempfehlungen sind in ihrer Priorität als gleichwertig anzusehen.

1. Eine zentrale Voraussetzung für den Erhalt von Netzstabilität und Versorgungssicherheit eines auf überwiegend erneuerbaren Energien beruhenden Energieversorgungssystems ist der **Mix aus verschiedenen Energiequellen**. Durch die Kombination unterschiedlicher Technologien zur Erzeugung erneuerbarer Energien sind Synergieeffekte in Form einer gleichmäßigen Energieerzeugung zu erwarten. Es sollte daher eine möglichst hohe Diversität an Energiequellen angestrebt werden.
2. Die **rechtzeitige Berücksichtigung potenzieller Genehmigungsaufwände** einer Verkehrs-Grünfläche ist wesentlich im Hinblick auf die Errichtung von Energieversorgungsanlagen. Aufgrund der großen Diversität der Landesgesetze sind Genehmigungsverfahren oftmals mit einem hohen Zeitaufwand und in weiterer Folge einem nicht unerheblichen Kostenfaktor verbunden. Das Erfordernis potenzieller Genehmigungsverfahren sollte daher zum frühestmöglichen Zeitpunkt abgeklärt werden.

3. Die große Diversität der Landesgesetze führt zu **unterschiedlichen genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen in den einzelnen Bundesländern**. Ein österreichweiter direkter Vergleich der einzelnen Verkehrs-Grünflächen in Bezug auf die Genehmigungsaufwände ist daher nicht möglich. Die Genehmigungsaufwände der einzelnen Verkehrs-Grünflächen sollten daher pro Bundesland evaluiert werden.
4. Aus den Bundes- und Landesgesetzen können sich **sowohl räumliche, als auch anlagenspezifische Genehmigungswiderstände** ergeben. Erstere können vorab bereits ohne Kenntnis der Dimensionierung einer Anlage evaluiert werden. Bei der Standortwahl sollte dabei (abhängend von der gewählten Technologie) Rücksicht auf Siedlungsgebiete und Infrastrukturanlagen in naher Umgebung (dies insbesondere im Zusammenhang mit der Errichtung von Windkraftanlagen), auf Schutzgebiete sowie auf den vorherrschenden Landschaftstyp („Verkehrslandschaft“ oder „naturnahe Landschaftszüge“) genommen werden.
5. Neben den **genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen variieren auch die technischen Rahmenbedingungen zur Energiegewinnung zwischen den unterschiedlichen Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien** stark. Ein direkter Vergleich zwischen für Photovoltaik, Windkraft oder Wasserkraft geeigneten Verkehrs-Grünflächen ist daher nicht zielführend. Das Potenzial einer Verkehrs-Grünfläche für die Energieerzeugung aus Photovoltaik, Wind- oder Wasserkraft sollte daher für jede Technologie separat evaluiert werden.
6. Die **rechtzeitige Sicherstellung des Vorhandenseins eines Verbrauchers** (zB Tunnelanlage) ist wesentlich, damit ein möglichst hoher Eigenenergieverbrauch am Streckennetz gewährleistet werden kann. Es ist daher nicht nur die Erfüllung technischer Kriterien wie zB Flächengröße oder Exposition (bei PV-Anlagen) relevant, sondern auch die Existenz entsprechender Infrastruktur. Das Vorhandensein eines Verbrauchers sollte bereits im Zuge der Bedarfserhebung bzw. der Planungsarbeiten geprüft werden.
7. Vor dem Hintergrund eines möglichst hohen Eigenverbrauchs ist es empfehlenswert darauf zu achten, das **vorhandene Potenzial nicht nur regional, sondern bundesweit zu betrachten**. Bei einem direkten Vergleich aller österreichweiten Verkehrs-Grünflächen käme es aufgrund regionaler

Unterschiede (zB Topographie) zu Ungleichgewichten bezüglich Ausbaumöglichkeiten oder Energieeffizienz der Erzeugungsanlagen. Um die vorhandenen Potenziale aller Regionen dennoch maximal auszuschöpfen, sollte ein Vergleich der technischen Eignung von Verkehrs-Grünflächen pro Bundesland erfolgen.

8. Um den Umsetzungswiderstand einer Verkehrs-Grünfläche möglichst gering zu halten, sollten **prioritär ökologisch minderwertige Flächen im Nahebereich des Streckennetzes gewählt** werden. Dadurch werden potenziell sowohl ein Geringhalten von Umsetzungswiderständen als auch eine gute technische Anbindung ermöglicht. Im Sinne einer zeiteffizienten Umsetzung der Energieerzeugungsanlagen sollten Verkehrs-Grünflächen abseits des Streckennetzes (gemeint Ausgleichsflächen) nachrangig betrachtet werden.
9. Die **Berücksichtigung ökologischer Rahmenbedingungen** ist essentiell für die Naturverträglichkeit des Ausbaus erneuerbarer Energien. Ausgleichsflächen sollten aufgrund potenzieller ökologischer Hochwertigkeit, der fraglichen Vereinbarkeit mit bereits bescheideten Ausgleichszielen und damit einhergehenden erhöhtem Genehmigungsaufwand in einem ersten Schritt ausgeschlossen und erst bei nicht ausreichend vorhandenen ökologisch minderwertigen Verkehrs-Grünflächen mitbetrachtet werden. Allenfalls könnten in einem ersten Schritt Ausgleichsflächen im Nahbereich der „Verkehrslandschaft“, also nahe der Bundesstraße, betrachtet werden.

In Anbetracht der aufgrund der derzeitigen Rechtslage potenziell notwendigen Genehmigungsverfahren zur Errichtung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien, kann das Ziel der ASFINAG einer bilanziellen Stromautarkie bis zum Jahr 2030 als ambitioniert bezeichnet werden. Gerade vor diesem Hintergrund ist es essentiell bereits auf Ebene der strategischen Planung durch Verknüpfung mit operativen Planungsprozessen die Weichen für eine erfolgreiche Zielerreichung zu stellen. Auch Zwischenziele müssen bereits auf strategischer Ebene unter Berücksichtigung der operativen Möglichkeiten formuliert werden, um langfristig und nachhaltig erfolgreich umgesetzt werden zu können. Der entwickelte Algorithmus soll als Werkzeug zur zeiteffizienten Umsetzung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien am Bundesstraßennetz dienen. Strategische Ziele können potenziell entsprechend der Priorisierung der einzelnen Verkehrs-Grünflächen

formuliert werden. Bei Flächen mit geringem Umsetzungswiderstand ist von geringen Genehmigungsaufwänden und damit auch einer schnelleren Umsetzbarkeit auszugehen. Operative Maßnahmen können auf Basis dessen entsprechend geplant werden. Bei der Festlegung von Kennzahlen zur Umsetzung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien auf strategischer Ebene ist es wesentlich auch die Notwendigkeit des Ausbaus eines Leitungssystems zu berücksichtigen, wodurch mitunter zeitliche Verzögerungen verbunden sein können.

7 Quellenverzeichnis

7.1 Literaturverzeichnis

Ablinger P. (2020): Kleinwasserkraft Österreich: Auch in Krisenzeiten verlässliche Stromversorgung!

https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20200517_OTS0026/kleinwasserkraft-oesterreich-auch-in-krisenzeiten-verlaessliche-stromversorgung - zugegriffen am 20. März 2021

Acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V. (2021): Resilienz digitalisierter Energiesysteme Wie können Blackout-Risiken begrenzt werden? Stellungnahme.

ASFINAG (2020): Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzespaket (EAG-Paket) Begutachtungsverfahren, Stellungnahme der ASFINAG. https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/SNME/SNME_18114/index.shtml - zugegriffen am 08.07.2021

ASFINAG (2021a): Wege zur nachhaltigen Mobilität. Nachhaltigkeitsbericht 2020. Wien.

ASFINAG (2021b): Klima- und Umweltschutzprogramm 2030. Wien. (bisher unveröffentlicht)

Bayrisches Landesamt für Umwelt (2013): Planung und Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten. Merkblatt Nr. 1.2/9. https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_129.pdf - zugegriffen am 13.07.2021

Bergöö M., Ebnetter L., Bader C., Ott C., Breu T. (2018): Über Silos hinweg kohärente Politik gestalten. Die Bedeutung von Wechselwirkungen zwischen den SDGs für eine weitsichtige Nachhaltigkeitspolitik der Schweiz. Zürich. https://www.stiftung-mercator.ch/fileadmin/documents/Projektpublikationen/SDSNSwitzerland_WechselwirkungenSDGs_DE.pdf

Bernard Ingenieure (2017): Flirscher Tunnel – Verbesserung der Löschwasserversorgung. Technischer Bericht, ASFINAG Bau Management GmbH. Wien (unveröffentlicht).

Beham M.P., Hofbauer B., Lindner B. (2021): Titel. In: Nachhaltigkeitsrecht. Zeitschrift für das Recht der nachhaltigen Entwicklung. Heft 1, Verlag Österreich.

BHM Ingenieure (2019): Kleinwasserkraftwerk Semmering – Errichtung von Krafthaus und Druckrohrleitung. Technischer Bericht, ASFINAG Bau Management GmbH. Wien (unveröffentlicht).

Blaschke W. (2017): Auswirkungen eines längerdauernden großflächigen Stromausfalls auf kritische Infrastrukturen, mit Berücksichtigung der Stromeigenerzeugung der ÖBB. Master Thesis, Universität Wien. <http://othes.univie.ac.at/49752/1/51508.pdf>

Bosch U., Jessel B., Ammermann K., Balzer S., Böttner S., Erdmann K., Flatter H., Hendrichke O., Hildebrandt C., Hoffmann U., Igel F., Klein M., Kötting J., Petermann R., Pöllath J., Ponitka J., Riecken U., Scherfose V., Schönhofer C., Selig C., Stenzel S., Strauß C., Weber A. (2020): Erneuerbare Energien Report. Die Energiewende naturverträglich gestalten! Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020): Energie in Österreich. Zahlen, Daten Fakten, Wien.

BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021a): Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2020. Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Windkraft. In: Nachhaltig wirtschaften. Berichte aus Energie- und Umweltforschung.

BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021b): Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz. https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/20210317_eag.html

Breitschopf B., Schlotz A. (2014): Wirkung erneuerbarer Energien auf die Versorgungssicherheit. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Saarbrücken. https://impres-projekt.de/impres-wAssets/docs/ImpRES_Energiesicherheit_Uebersicht-und-Vorgehensweise_v17.pdf - zugegriffen am 07.09.2021

Bundesregierung Österreich (2019): Regierungsprogramm 2020 – 2024. Wien.

CCE Ziviltechniker GmbH (2014): Machbarkeitsstudie Kleinwasserkraftwerke. Stromversorgung von Tunnelanlagen. Technischer Bericht, Ansfelden (unveröffentlicht).

CIPRA (2009): Naturschutz im Klimawandel – Ein Hintergrundbericht der CIPRA, Schaan.

consentec (2021): Die Aspekte der Versorgungssicherheit in der Elektrizitätsversorgung. Kurzgutachten, Österreichs Energie, Wien.

DWD – Deutscher Wetterdienst (2018): Wetterbedingte Risiken der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien reduzieren. https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/180306/ertragsausfaelle_ee_pk_2018.html - zugegriffen am 07.09.2021

Engel S., Steiner H., Marsch V. (2013): Windige Energie? Ökonomie der Windkraft. Saubere Energie auf Kosten der Landschaft? Endbericht AG 1 Der Einfluss der Raumplanung auf Windkraft. Masterprojekt TU Wien 2013/14.

Energiesparverband (2017): Wegweiser Kleinwasserkraftanlagen. Gesetzliche Errichtungsvorschriften für Kleinwasserkraftanlagen. Behördenleitfaden, Land Oberösterreich.

ESHA – European Small Hydropower Association (2004): Handbuch zur Planung und Errichtung von Kleinwasserkraftwerken, Brüssel.

ESHA – European Small Hydropower Association (2008): State of the art of small hydropower. Brussels.
<https://www.globalccsinstitute.com/archive/hub/publications/138218/State-art-small-hydropower-EU-25.pdf>

Fechner H. (2020): Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können mit Fokus auf bis 2030 realisierbare PV-Potentiale im Gebäudesektor und technische Potentiale auf anderen Flächen. Studie, Österreichs Energie, Wien.

Frühwald O., Ulrich C. (2007): Leitfaden zur Errichtung von Windkraftanlagen in der Steiermark, LandesEnergieVerein Steiermark, Gratwein.

Gabler Wirtschaftslexikon (ohne Datum a): Kapitalwert.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kapitalwert-39806> - [zugegriffen am 11.07.2021](#)

Gabler Wirtschaftslexikon (ohne Datum b): Annuitätenmethode.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/annuitaetenmethode-29301>

Glatzl W., Brunner C., Braumann W., Artaker L. (2016): Entwicklung einer Strategie zum Einsatz von erneuerbarer Energie in Verbindung mit Energieeffizienz bei der Firma ASFINAG. Studie, ASFINAG, Wien (unveröffentlicht).

GLOBAL 2000 (2019): Klimawandel und Artenvielfalt.
<https://www.global2000.at/klimawandel-und-artenvielfalt#:~:text=K%C3%B6nnen%20sich%20Tiere%20und%20Pflanzen,alles%20das%20globale%20Klima%20ausschlaggebend> - zugegriffen am 28. Jänner 2021

Grimme W., Klötzke M., Kugler U., Naegler T., O'Sullivan M., Scheelhaase J., Scheier B., Standfuß T. (2018): Klimaschutz im Verkehrssektor – aktuelle Beispiele aus der Verkehrsforschung. In: Wirtschaftsdienst. Zeitschrift für Wirtschaftspolitik (9), S. 655 – 663.

Groiss M., Knoll T. (2018): Beurteilungsmethodik Landschaft in Bewilligungsverfahren Fachbereiche Landschaftsbild, Erholungswert der Landschaft. Wien.

Gumpinger C. (2011): Kriterienkatalog Wasserkraft aus naturschutzfachlicher Sicht in Oberösterreich. Wels.

Haas R., Redl C. (2009): Langfristige Szenarien der gesellschaftlich optimalen Stromversorgung der Zukunft. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT).
https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/edz_pdf/0958_stromzukunft_edz-812784.pdf - zugegriffen am 11.07.2021

Hohegger K. (1997): Naturnahe Kulturlandschaften - Ein erster Blick. In: Grüne Reihe des Lebensministeriums, 11, S 15 - 29.

Huth E. M. (2018): Windenergieanlagen als Teil unserer heutigen Kulturlandschaft. Eine Studie zur Wahrnehmung von Windenergieanlagen im Landschaftsbild. In:

Naturschutz und Landschaftsplanung – Zeitschrift für angewandte Ökologie, 6, S 192 – 199.

Hühn S. (2020): Die Energiewende. Alternative Energie: Mit diesen Quellen kann die Energiewende gelingen.
<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/alternative-energiequellen/>
zugegriffen am 07.09.2021

Janetschek-Borst A., Lechner G. (2020): PV-Anlagen auf Ausgleichs- und Begleitflächen an der S1 Süd. Naturschutzfachliche und elektrotechnische Machbarkeitsstudie, ASFINAG, Wien (unveröffentlicht).

Kirchmayr U., Maislinger H., Payr J., Sageder M. (2017): ASFINAG Studie Nutzung Windkraft. Ergebnisbericht, ASFINAG, Innsbruck (unveröffentlicht).

Knoll T., Groiss M. (2011): Photovoltaik in der Landschaft. Steuerungsstrategie für Photovoltaik-Freiflächenanlagen aus der Sicht des Naturschutzes und der Raumordnung. Wien.

Krenn A. (2021): Script Module 4 – „Wind Power“, 03 Technical Systems. Wien.

Land Salzburg – Amt der Salzburger Landesregierung (2013): Windkraft. <https://www.salzburg.gv.at/themen/energie/erneuerbare-energie/windkraft> -
zugegriffen am 27. Februar 2021

Land Steiermark – Amt der Steirischen Landesregierung (Hrsg.) (2016): Der Pflichtwasser-Leitfaden. Grundlagen für die ökologische Planung von Wasserkraftanlagen an Fließgewässern mit einem Mittelwasserabfluss kleiner 20 m³/s. Abteilung 13 Umwelt und Raumordnung Referat Naturschutz – Dr. Gerolf Forster. Kriterienkatalog, Graz.

Landkreis Miesbach (2016): Integriertes Klimaschutzkonzept. https://www.landkreis-miesbach.de/media/custom/221_2291_1.PDF?1328103338 - zugegriffen am 09. April 2021

Lang H.-P. (2018): Kleinwasserkraft spart eine Milliarde Euro beim Netzausbau und stabilisiert den Netzbetrieb. In: Wasserkraft Magazin. 40, S. 24 – 25.

Lelievre M. (2020): Klimawandel und die Chancen durch Elektrifizierung. <https://www.energie.de/et/news-detailansicht/nsctrl/detail/News/klimawandel-und-die-chancen-durch-elektrifizierung> - zugegriffen am 01. Februar 2021

Leonhartsberger K., Müllner T., Ettwein F. (2021): Investition in die Zukunft. Präsentation der Studie zu Anschaffungskosten in der Photovoltaik. <https://pvaustralia.at/wp-content/uploads/Leonhartsberger-PV-Grossanlagen.pdf> - zugegriffen am 08.07.2021

Lindeiner A., Scholz F., Rosenberger T. (2010): Windenergie und Biodiversität – Für eine Zukunft voller Leben. Thesenpapier zur DNR-Kampagne „Windkraft im Visier“. <https://www.yumpu.com/de/document/read/35065250/windenergie-und-biodiversitaet-fur-eine-zukunft-voller-beim-dnr/14>

Lindner B., Sladek B., Trautner J. (2014): Umweltverträglich prüfen. Ein Diskussionsbeitrag zur Gestaltung von Umweltverträglichkeitserklärungen. <https://www.bmk.gv.at/themen/verkehr/strasse/umwelt/studien/vertraeglich.html> -
zugegriffen am 13.07.2021

NABU (2006): Leitfaden Erneuerbare Energien. Konflikte lösen und vermeiden, Berlin.

Neger T., Stadlober P. (2018): Das artenschutzrechtliche Tötungsverbot der Vogelschutzrichtlinie iZm Windenergieanlagen. In: Recht der Umwelt, 02, S 55 – 64.

Ökobüro (2020): Informationstext zum Naturschutzrecht. Wien.

Österreichs Energie (2020): Erneuerbaren Ausbau jetzt! Was das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz aus Sicht der E-Wirtschaft erfüllen muss, um die Ziele der Bundesregierung zu erreichen. Fact Sheet, Wien.

Österreichs Energie (ohne Datum): Klimaneutralität bis 2040 - wie ist das zu schaffen? <https://oesterreichsenergie.at/wir/presse/kongress-klimaneutralitaet> -
zugegriffen am 07.09.2021

Peschel R., Peschel T., Marchand M., Hauke J. (2019): Solarpark – Gewinne für die Biodiversität. Bundesverband neue Energiewirtschaft. Berlin. https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet_online.pdf

Pozarek W., Schatovich R., Stanzer G., Koscher R. (2011): Länderübergreifende Grundlage zur Beurteilung von Windparks zwischen Bruck/Leitha und Kittsee. Eine aktuelle Übersicht zur Abstimmung zwischen den Bundesländern Niederösterreich und Burgenland. Österreichisches Institut für Raumplanung, Ergebnisbericht, Wien.

PV-Austria (2021a): Technische Grundlagen. Globalstrahlung „Der Brennstoff der Photovoltaik“. <https://pvaustria.at/technische-grundlagen/>

PV-Austria (2021b): Photovoltaikanlagen. <https://pvaustria.at/pv-ausrichtung/> -
zugegriffen am 07.09.2021

PWC - PricewaterhouseCoopers AG (2010): Mit strategischer Planung zum Unternehmenserfolg. Umfrageergebnisse unter Führungskräften deutscher Unternehmen. https://www.pwc.de/de/risikomanagement/assets/studie_strateg_planung.pdf - zugegriffen am 09.07.2021

Quaschnig V. (2019): Regenerative Energiesysteme, 10. Auflage, Hanser Verlag München.

Stangl F. (2020): NÖ: Neuregelung für Freiflächen-PV im Grünland geplant. In: NHP News Alert, September 2020. <https://www.nhp.eu/de/news/newsletter/archiv-2020/nhp-news-alert-september-2020.pdf/view> - zugegriffen am 11.07.2021

Stanzer G., Novak S., Dunke H., Plha S., Schaffer H., Breinesberger J., Kirtz M., Biermayer P., Spanring C. (2010): REGIO Energy Regionale Szenarien erneuerbarer Energiepotenziale in den Jahren 2012/2020. Klima + Energiefonds, Wien-St.Pölten.

Statista (2021): Anzahl der Windkraftanlagen in Österreich nach Bundesland von 2014 bis 2020. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/317731/umfrage/anzahl-der-windenergieanlagen-in-oesterreich-nach-bundesland/> - zugegriffen am 22. März 2021

Stifter R., Farghadan M. (2013): Standorte für Windkraftanlagen in Wien unter bestimmten Rahmenbedingungen – UPDATE. Endbericht, MA19, Wien

Umwelt Journal (2020): Kleinwasserkraft kritisiert BOKU-Studie. <https://www.umweltjournal.at/kleinwasserkraft-kritisiert-boku-studie/> - zugegriffen am 21. März 2021

Umweltbundesamt (2013): Potenzial der Windenergie an Land. Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land, Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (2021a): Endenergieverbrauch und Energieeffizienz des Verkehrs. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#biokraftstoffe>

Umweltbundesamt (2021b): EU-Wasserrahmenrichtlinie. Zentrale Zielsetzungen in der europäischen Wasserpolitik. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/wasser/wrrl> - zugegriffen am 21. März 2021

Vielhaber U. (2021): Kleine Schritte zum großen Ziel: Mit erneuerbaren Energien am Weg zur CO²-Neutralität. [https://blog.asfinag.at/technik-innovation/erneuerbaren-energien-co2-neutralitaet/#:~:text=Im%20Jahr%202018%20haben%20wir,f%C3%BCr%20Transport%20\(unser%20Fuhrpark\)](https://blog.asfinag.at/technik-innovation/erneuerbaren-energien-co2-neutralitaet/#:~:text=Im%20Jahr%202018%20haben%20wir,f%C3%BCr%20Transport%20(unser%20Fuhrpark)) - zugegriffen am 09. April 2021

Walter A., Wiehe J., Schlömer G., Hashemifarzad A., Wenzel T., Alber I., Hofmann L., zum Hingst J., von Haaren C. (2018): Naturverträgliche Energieversorgung aus 100 % erneuerbaren Energien 2050. Bundesamt für Naturschutz, Bonn – Bad Godesberg.

Zdrallek M., Wruk J. (2018): Wasserkraft: Stabilisierendes Element. https://www.stadt-und-werk.de/meldung_30319_Stabilisierendes+Element.html – zugegriffen am 07.09.2021

7.2 Amtliche Quellen

7.2.1 Gesetzestexte

EisenbG – Eisenbahngesetz BGBl. Nr. 60/1957 idF BGBl. I Nr. 143/2020.

EAG – Erneuerbaren Ausbau Gesetz, BGBl. I Nr. 150/2021.

Erläuterungen zur Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (2021): ErlRV 472 BlgNR 150/2021. GP, 12.

ForstG – Forstgesetz, BGBl. Nr. 440/1975 idF BGBl. I Nr. 56/2016.

LFG – Luftfahrtgesetz, BGBl. Nr. 253/1957 idF BGBl. I Nr. 135/2020.

UVP-G – Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, BGBl. Nr. 697/1993 idF BGBl. I Nr. 80/2018.

WRG – Wasserrechtsgesetz, BGBl. Nr. 215/1959 idF BGBl. I Nr. 73/2018.

Bgl. BauG – Burgenländisches Baugesetz, LGBl. Nr. 10/1998 idF LGBl. Nr. 83/2020.

K-BO – Kärntner Bauordnung, LGBl Nr 62/1996 idF LGBl Nr 48/2021.

NÖ BO – Niederösterreichisches Bauordnung, LGBl. Nr. 1/2015 idF LGBl. Nr. 32/2021.

Oö. BauO – Bauordnung für Oberösterreich, LGBl.Nr. 66/1994 idF LGBl.Nr. 62/2021.

Stmk. BauG – Steiermärkisches Baugesetz, LGBl. Nr. 59/1995 idF LGBl. Nr. 71/2020.

TBO – Tiroler Bauordnung, LGBl. Nr. 28/2018 idF LGBl. Nr. 134/2020.

Vlbg. BG – Vorarlberger Baugesetz, LGBl.Nr. 52/2001 idF LGBl.Nr. 91/2020.

BO für Wien – Bauordnung für Wien, LGBl. Nr. 11/1930 idF LGBl. Nr. 61/2020.

Slbg. BauPolG – Salzburger Baupolizeigesetz, LGBl Nr 40/1997 idF LGBl Nr 33/2019.

K-GplG – Kärntner Gemeindeplanungsgesetz, LGBl Nr 23/1995 idF LGBl Nr 71/2018.

Bgl. EIWG – Burgenländisches Elektrizitätswesengesetz, LGBl. Nr. 59/2006 idF LGBl. Nr. 83/2020.

K-EIWOG – Kärntner Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz, LGBl Nr 10/2012 idF LGBl Nr 19/2019.

NÖ EIWG – Niederösterreichisches Elektrizitätswesengesetz, LGBl. 7800-0 idF LGBl. Nr. 21/2021.

Oö EIWOG – Oberösterreichisches Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz, LGBl.Nr. 1/2006 idF LGBl.Nr. 95/2020.

LEG – Salzburger Landeselektrizitätsgesetz, LGBl Nr 75/1999 idF LGBl Nr 76/2019.

Stmk. EIWOG – Steiermärkisches Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz, LGBl. Nr. 70/2005 idF LGBl. Nr. 59/2020.

TEG – Tiroler Elektrizitätsgesetz, LGBl. Nr. 134/2011 idF LGBl. Nr. 80/2021.

Vlbg. EIWG – Gesetz über die Erzeugung, Übertragung und Verteilung von elektrischer Energie, LGBl.Nr. 59/2003 idF LGBl.Nr. 76/2020.

WeIWG – Wiener Elektrizitätswirtschaftsgesetz, LGBl. Nr. 46/2005 LGBl. Nr. 12/2020.

Bgl. NG - Burgenländisches Naturschutzgesetz, LGBl. Nr. 27/1991 idF LGBl. Nr. 70/2020.

K-NSG – Kärntner Naturschutzgesetz, LGBl Nr 79/2002 idF LGBl Nr 104/2019.

NÖ NSchG – Niederösterreichisches Naturschutzgesetz, LGBl. 5500-0 idF 39/2021.

Oö. NSchG – Oberösterreichisches Natur- und Landschaftsschutzgesetz, LGBl.Nr. 129/2001 idF LGBl.Nr. 62/2021.

NSchG – Salzburger Naturschutzgesetz, LGBl Nr 73/1999 idf LGBl Nr 61/2020.

StNSchG – Steiermärkisches Naturschutzgesetz, LGBl. Nr. 71/2017 idF LGBl. Nr. 87/2019.

TNSchG – Tiroler Naturschutzgesetz, LGBl. Nr. 26/2005 idF LGBl. Nr. 80/2020.

Vlbg. NSchG – Gesetz über Naturschutz und Landschaftsentwicklung, LGBl.Nr. 22/1997 idF LGBl.Nr. 91/2020.

Wr. NSchG – Wiener Naturschutzgesetz, LGBl. Nr. 53/2001 idF LGBl. Nr. 27/2021.

Bgl. RPG – Burgenländisches Raumplanungsgesetz, LGBl. Nr. 49/2019 idF LGBl. Nr. 27/2021.

NÖ ROG – Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz, LGBl. Nr. 3/2015 idF LGBl. Nr. 97/2020.

Oö ROG – Oberösterreichisches Raumordnungsgesetz LGBl.Nr. 114/1993 idF LGBl.Nr. 125/2020.

Slbg. ROG – Salzburger Raumordnungsgesetz LGBl Nr 30/2009 idF LGBl Nr 77/2020.

StROG – Steiermärkisches Raumordnungsgesetz, LGBl. Nr. 49/2010 idF LGBl. Nr. 6/2020.

TROG – Tiroler Raumordnungsgesetz LGBl. Nr. 101/2016 idF LGBl. Nr. 116/2020.

RPG Vorarlberg - Gesetz über die Raumplanung Vorarlberg LGBl.Nr. 39/1996 idf LGBl.Nr. 91/2020.

7.2.2 Verordnungen

Kärntner Photovoltaikanlagen-Verordnung, Zl. 03-Ro-ALL-384/23- 2013

QZV Ökologie OG – Qualitätszielverordnung Ökologie –
Oberflächengewässer, BGBl. II Nr. 99/2010 idF BGBl. II Nr. 128/2019

LEP – Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom 29. November 2011,
mit der das Landesentwicklungsprogramm 2011 erlassen wird, LGBl. Nr. 71/2011.

Windkraftstandorträume-Verordnung – Verordnung der Kärntner Landesregierung
mit der das Sachgebietsprogramm für Standorträume von Windkraftanlagen neu
erlassen wird, ZI. 03-Ro-ALL-373/24-2016.

Erläuterungen zur Verordnung der Kärntner Landesregierung, mit der ein
Sachgebietsprogramm für Standorträume von Windkraftanlagen erlassen wird
(Windkraftstandorträume - Verordnung), ZI. 03-Ro-ALL-373/1-2012.

Erläuterungen zur Verordnung über ein Sektorales Raumordnungsprogramm über die
Windkraftnutzung in NÖ. [https://www.raumordnung-
noe.at/fileadmin/root_raumordnung/land/landesentwicklungsplanung/ROP_Windkraft/
t/Erl%3%a4uterungen_ROP_Windkraft.pdf](https://www.raumordnung-noe.at/fileadmin/root_raumordnung/land/landesentwicklungsplanung/ROP_Windkraft/Erl%3%a4uterungen_ROP_Windkraft.pdf) – zugegriffen am 09.07.2021

7.2.3 Normen

RVS 03.10.11 (2019): Planung und Anlage von Grünflächen. Forschungsgesellschaft
Straße - Schiene - Verkehr (FSV).

RVS 04.01.12 (2015): Umweltmaßnahmen. Forschungsgesellschaft Straße - Schiene
- Verkehr (FSV).

7.3 Sonstige Quellen

DORIS - Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem. Sonnenstunden
und Solarstrahlung.
[https://doris.ooe.gv.at/themen/bauenwohnen/SonneSolarReportWO.aspx?xcoord=7
1329.4046171353&ycoord=351762.6760352067](https://doris.ooe.gv.at/themen/bauenwohnen/SonneSolarReportWO.aspx?xcoord=71329.4046171353&ycoord=351762.6760352067) – zugegriffen am 09.07.2021

Maringer Florian (2021): 100% erneuerbarer Strom ohne Rücksicht auf Natur und
Umwelt? (online-)Fachdialog am 20.05.2021.
<https://www.youtube.com/watch?v=vNHdO8E9qRM> – zugegriffen am 09,07.2021

Nothardt Michael / Eberle Gerold (2021): PV-Potentialstudie Hochbau –
Ergebnispräsentation 03.05.2021 (unveröffentlicht).

Portschy Kurt (2020): Machbarkeitsstudie ASFINAG ABM Ansfelden, Präsentation
01.2020 (unveröffentlicht).

Weissensteiner Lukas (2020): Economic basics of electricity generation from
renewables. Skript Universitätslehrgang „Renewable Energy Systems“.

8 Abkürzungsverzeichnis

ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstraßen- Finanzierungs- Aktiengesellschaft
A/S-Trasse	Autobahnen/Schnellstraßen-Trasse
AVG	Allgemeines Verwaltungsverfahrensgesetz
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BStG	Bundesstraßengesetz
B-VG	Bundesverfassungsgesetz
EIWOOG	Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz
EU	Europäische Union
FFH-RL	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
ForstG	Forstgesetz
GWh	Gigawattstunde
GWKA	Großwindkraftanlage
GWp	Gigawattpeak
ha	Hektar
IUCN	International Union for Conservation of Nature
K-GplG	Kärntner Gemeindeplanungsgesetz
kW	Kilowatt
KWK	Kleinwasserkraft
KWKA	Kleinwindkraftanlage
kWp	Kilowattpeak
LEP	Landesentwicklungsprogramm
LFG	Luftfahrtgesetz
MW	Megawatt
MWel	Megawatt Elektrizität
MWp	Megawattpeak
NaSchG	Naturschutzgesetz
NEKP	Nationaler Energie- und Klimaplan
P&R-Anlagen	Park & Ride-Anlagen
PV	Photovoltaik
ROG	Raumordnungsgesetz
RPG	Raumplanungsgesetz
TWh	Terawattstunde
UVP-G	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
VfGH	Verfassungsgerichtshof
VSch-RL	Vogelschutz-Richtlinie
WKA	Windkraftanlage
WRG	Wasserrechtsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
EEG	Erneuerbare Energie Gemeinschaft

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einzelne Schritte der Strategieentwicklung (Quelle: adaptiert nach PWC 2010, 13).....	7
Abbildung 2: Potenzialpyramide zur Abschichtung potenziell nutzbarer Verkehrs-Grünflächen der ASFINAG für die Erzeugung erneuerbaren Stroms (Quelle: eigene Darstellung).....	9
Abbildung 3: Beispiel Sensitivitätsdiagramm (Quelle: eigene Darstellung; reale Daten, siehe Anhang 8.4).....	12
Abbildung 4: Widerstandsmatrix mit fließendem Farbverlauf zwischen den Widerstandsklassen (Quelle: eigene Darstellung).....	14
Abbildung 5: Ausgleichsflächen entlang der S7 Fürstenfelder Straße West (Quelle: eigene Darstellung).....	28
Abbildung 6: Diagramm zur Bestimmung der Globalstrahlung auf geneigten Flächen (Quelle: Quaschnig 2019, 91).	47
Abbildung 7: Sensitivität des Kapitalwerts hinsichtlich einer prozentuellen Änderung der Beurteilungskriterien „Flächengröße“, „Expositionsfaktor“ und „Entfernung Einspeisepunkt“ (Quelle: eigene Darstellung).....	47
Abbildung 8: Kosten für PV-Anlagen nach Montageart und Anlagengröße (Quelle: Leonhartsberger et al. 2021).....	49
Abbildung 9: Widerstandsmatrix Photovoltaikanlagen, Umsetzungswiderstände Oberösterreich (Quelle: eigene Darstellung).....	54

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispielhafte Darstellung einer Bewertungstabelle der Beurteilungskriterien zum Genehmigungsaufwand einer Verkehrs-Grünfläche (Quelle: eigene Darstellung).	11
Tabelle 2: Farbcodierung der drei Widerstandsklassen (Quelle: eigene Darstellung).....	14
Tabelle 3: Bewertung der Beurteilungskriterien zum Genehmigungsaufwand einer Verkehrs-Grünfläche (am Beispiel Oberösterreich) (Quelle: eigene Darstellung). ...	45
Tabelle 4: Gewichtung der Beurteilungskriterien zur technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche auf Basis der Sensitivitätsanalyse (Quelle: eigene Darstellung).	48
Tabelle 5: Bewertungstabelle Photovoltaikanlagen, Umsetzungswiderstände Oberösterreich (Quelle: eigene Darstellung).....	53
Tabelle 6: Erfordernis einer baurechtlichen Genehmigungspflicht von PV-Freiflächenanlagen.....	76
Tabelle 7: Erfordernis einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht von Photovoltaikanlagen.....	77
Tabelle 8: Erfordernis einer naturschutzrechtlichen Genehmigungspflicht von Photovoltaikanlagen.....	77

Tabelle 9: Erfordernis einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht von Wasserkraftanlagen.....	82
Tabelle 10: Erfordernis einer naturschutzrechtlichen Genehmigungspflicht von Kleinwasserkraftanlagen.....	83
Tabelle 11: Erfordernis einer baurechtlichen Genehmigungspflicht von Windkraftanlagen.....	84
Tabelle 12: Erfordernis einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht für Windkraftanlagen.....	86
Tabelle 13: Erfordernis einer naturschutzrechtlichen Genehmigungspflicht von Windkraftanlagen.....	87
Tabelle 14: Technische und wirtschaftliche Parameter zur Durchführung der Kapitalwertmethode (Quelle: eigene Darstellung).....	93
Tabelle 15: Technische und wirtschaftliche Parameter zur Durchführung einer Sensitivitätsanalyse auf Basis der Kapitalwertmethode (Quelle: eigene Darstellung).	94
Tabelle 16: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse hinsichtlich eine geringfügigen Reduktion ausgewählter Beurteilungskriterien zur technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche für die Errichtung einer PV-Anlage (Quelle: eigene Darstellung).	95
Tabelle 17: Berechnung der Kapitalwerts einer PV-Anlage auf Basis der Kapitalwertmethode (Quelle: eigene Darstellung).....	96
Tabelle 18: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Wertigkeit und Ausschlusskriterien der "Technischen Eignung" (Quelle: eigene Darstellung).....	97
Tabelle 19: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Wertigkeit des "Genehmigungsaufwands" (Quelle: eigene Darstellung).....	97
Tabelle 20: Auszug Excel-Datei; Ausgabe-Sheet Ergebnistabelle (Quelle: eigene Darstellung).....	98
Tabelle 21: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Beurteilungskriterien „Technische Eignung“ (Quelle: eigene Darstellung).....	98
Tabelle 22: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Beurteilungskriterien „Genehmigungsaufwand“ (Quelle: eigene Darstellung).....	99

11 Anhänge

11.1 Anhang 1 - Rechtliche Rahmenbedingungen im Detail: Photovoltaik

11.1.1 Bauordnung

Folgende in Tabelle 6 aufgelisteten Tatbestände führen im Zusammenhang mit PV-Freiflächenanlagen zu einer baurechtlichen Genehmigungspflicht.

Tabelle 6: Erfordernis einer baurechtlichen Genehmigungspflicht von PV-Freiflächenanlagen

	Anzeigespflicht	Bewilligungspflicht	Vereinfachtes Verfahren
Burgenland (Bgl. BauG 1997 idF 83/2020)	-	ja (§ 17)	-
Kärnten (K-BO 1996 idF 48/2021)	-	nein (§ 2)	-
Niederösterreich (NÖ BO 2014 idF 32/2021)	> 50 kW im Grünland (§ 15)	-	-
Oberösterreich (Oö. BauO 1994 idF 62/2021)	> 2 m über Boden (§ 25)	-	-
Salzburg (Slbg. BauPolG 1997 idF 33/2019)	-	> 200 m ² Kollektorfläche (§ 2)	-
Steiermark (Stmk. BauG 1995 idF 71/2020)	< 50 kWp, < 3,50 m (§ 21)	> 50 kWp (§ 19)	> 50 kWp, > 3,50 m (§ 20)
Tirol (TBO 2018 idF 134/2020)	-	-	-
Vorarlberg (Vlbg. BG idF 91/2020)	-	Ja (§ 1)	-
Wien (BO für Wien idF 61/2020)	-	Nein (außerhalb Grünland-Schutzgebiet) § 62a	-

11.1.2 Elektrizitätswesen

Die Erteilung einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigung setzt voraus, dass Belästigungen von Nachbarn (wie Geruch, Lärm, Erschütterung, Wärme, Schwingungen, Blendung und dergleichen) auf ein zumutbares Maß beschränkt bleiben. Es ist daher ein Blendgutachten vorzulegen, welches sicherstellt, dass Blendbeeinflussungen im Bereich des Verkehrs und der Nachbarschaft verhindert bzw. derart vermindert werden, dass eine Gesundheitsgefährdung bzw. eine relevante Beeinflussung (auch durch Streulicht) ausgeschlossen werden kann.

Die Vorgaben zur Genehmigungspflicht abhängig von der Engpassleistung einer PV-Anlage variieren von Bundesland zu Bundesland. Eine Übersicht der einzelnen Schwellenwerte findet sich in der nachfolgenden Tabelle 7.

Tabelle 7: Erfordernis einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht von Photovoltaikanlagen

	Anzeigepflicht	Bewilligungspflicht	Vereinfachtes Verfahren
Burgenland (Bgl. EIWG 2006 idF 83/2020)	100 – 500 kWp (§ 7)	> 500 kWp (§ 5)	-
Kärnten (K-EIWOG 2011 idF 19/2019)	-	> 5 kWp (§ 6)	< 500 kWp (§ 9)
Niederösterreich (NÖ EIWG 2005 idF 21/2021)	-	> 500 kWp (§ 5)	201 - 500 kWp (§ 7)
Oberösterreich (Oö EIWOG 2006 idF 95/2020)	-	> 400 kWp (§ 6)	-
Salzburg (LEG idF 76/2019)	50 - 500 kWp (§ 45)	> 500 kWp (§ 45)	-
Steiermark (Stmk. EIWOG 2005 idF 59/2020)	-	> 200 kWp (§ 5)	< 500 kWp (§ 7)
Tirol (TEG 2012 idF 161/2020)	25 – 250 kWp (§ 7)	> 250 kWp (§ 6)	-
Vorarlberg (Vlbg. EIWG idF 76/2020)	-	-	< 500 kWp (§ 8)
Wien (WeiWG 2005 idF 12/2020)	< 50 kWp (§ 6a)	> 100 kWp (§ 8)	50 - 100 kWp (§ 7)

11.1.3 Naturschutz

Wie bereits in Kapitel 3.2.1.2 erläutert, kann eine Genehmigungspflicht für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie – so auch PV-Anlagen – als bewilligungspflichtige Maßnahme per se und/oder durch die Beeinträchtigung von Schutzgebieten und/oder geschützten Tier- oder Pflanzenarten ausgelöst werden.

In Tabelle 8 findet sich eine Übersicht über explizit in den Naturschutzgesetzen angeführte Tatbestände, welche eine naturschutzrechtliche Genehmigungspflicht für PV-Anlagen auslösen können.

Tabelle 8: Erfordernis einer naturschutzrechtlichen Genehmigungspflicht von Photovoltaikanlagen

	Bewilligungspflicht
Burgenland (Bgl. NG 1990 idF 70/2020)	ja (§ 5)
Kärnten (K-NSG 2002 idF 104/2019)	> 50 m ² (§ 5)
Niederösterreich (NÖ NSchG 2000 idF 39/2021)	ja (§ 7)
Oberösterreich (Oö. NSchG 2001 idF 62/2021)	> 500 m ² im Grünland; Anzeigepflicht 2 – 500 m ² (§ 6)
Salzburg (NSchG 1999 idF 61/2020)	Kein expliziter Tatbestand; Prüfung im Einzelfall -
Steiermark (StNSchG 2017 idF 87/2019)	nicht bewilligungspflichtige Freiflächenanlagen > 2.500 m ² → Prüfung Artenschutz (§ 19)
Tirol (TNSchG 2005 idF 80/2020)	bebaute Fläche > 2.500 m ² (§ 6)
Vorarlberg (Vlbg. NSchG idF 91/2020)	ggf (§ 35)

Wien (Wr. NSchG idF 27/2021)	bebaute Fläche > 2.500 m ² (§ 18)
--	---

11.1.4 Raumplanung und Erfordernis einer Flächenwidmung

In den Raumplanungsgesetzen der Bundesländer wird bei expliziter Erwähnung von PV-Anlagen oftmals zwischen Freiflächenanlagen und Anlagen an Gebäuden unterschieden. Der Fokus der vorliegenden Masterarbeit liegt auf Freiflächenanlagen, weshalb potenzielle Tatbestände zu Anlagen auf Gebäuden nachfolgend nicht mitbetrachtet werden. In diesem Zusammenhang erscheint für die ASFINAG (neben den im Flächenwidmungsplan als "Verkehrsfläche Bundesstraße" ersichtlich gemachten Verkehrs-Grünflächen) eine Errichtung im „Grünland“ als am Möglichsten. Aus diesem Grund wird der Fokus in den nachfolgenden Erläuterungen speziell auf diese Art der Flächenwidmung gelegt.

Burgenland: Gemäß § 53a Bgl. RPG 2019 (idF 27/2021) dürfen PV-Freiflächenanlagen, deren Modulfläche ein Ausmaß von 100 m² übersteigt nur in Eignungszonen errichtet werden, die von der Landesregierung durch Verordnung festzulegen sind. *Die Eignungszone ist im Flächenwidmungsplan ersichtlich zu machen. In der Eignungszone ist die Ausweisung von Grünflächen nicht landwirtschaftlicher Nutzung gemäß § 40 Abs. 2 für Photovoltaikanlagen zulässig. Photovoltaikanlagen, welche die Flächenbegrenzungen des Abs. 2 Z 3 übersteigen, sind nur auf Flächen mit dieser Widmung zulässig (§ 53a Abs 2).*

Kärnten: Bestimmungen zu Flächenwidmungen finden sich in der Kärntner Photovoltaikanlagen-Verordnung 2013. Demnach dürfen PV-Anlagen nur auf Grundflächen errichtet werden, die im Flächenwidmungsplan als „Grünland – Photovoltaikanlage“ gewidmet sind (§ 5).

Zudem finden sich in der Verordnung Vorgaben zur Standortauswahl. Diese sind demnach so zu wählen, dass keine von ihnen ausgehenden erheblichen Umweltauswirkungen zu erwarten sind. Insbesondere sollen nachteilige Auswirkungen auf das Ortsbild, das Landschaftsbild und den Landschaftscharakter, auf die Standortsicherheit sowie auf die menschliche Gesundheit vermieden werden und keine nachteiligen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, wie etwa durch Blend- oder Spiegelungswirkungen, entstehen (§ 4). Zudem sind zum Schutz der freien Landschaft Standorte für PV-Anlagen im Nahebereich von bestehenden, das Landschaftsbild bereits beeinflussenden Infrastrukturanlagen und sonstigen

baulichen Anlagen vorzusehen (§ 4). Nationalparke, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete und andere ökologische Sonderstandorte kommen für die Errichtung von PV-Anlagen nicht in Betracht (§ 4).

Niederösterreich: Im NÖ ROG 2014 (idF 97/2020) wird für Freiflächenanlagen zur Gewinnung elektrischer Energie aus Photovoltaik, wenn die Anlage oder Gruppen von Anlagen, die in einem räumlichen Zusammenhang stehen, eine Engpassleistung von mehr als 50 kW aufweisen explizit die Widmungskategorie „Grünland - Photovoltaikanlage“ festgelegt. Zudem werden in einem überörtlichen Raumordnungsprogramm Zonen für die Entwicklung von Freiflächen-Photovoltaik über 2 ha definiert (Stangl 2020, 3). Grünland-Flächen unter 2 ha dürfen auch außerhalb der Zonen für Photovoltaik sondergewidmet werden, wenn auf die Erhaltung der Nutzbarkeit hochwertiger landwirtschaftlicher Böden, die Geologie, die Interessen des Naturschutzes bzw. übergeordnete Schutzgebietsfestlegungen, den Schutz des Orts- und Landschaftsbildes, die vorhandene und geplante Netzinfrastruktur sowie die Vermeidung einer Beeinträchtigung des Verkehrs Bedacht genommen wird (Stangl 2020, 3). Beträgt der Abstand zwischen zwei oder mehreren einzelnen PV-Anlagen weniger als 200 m, dann besteht ein funktionaler Zusammenhang und sind diese Anlagen bei der Berechnung der Gesamtgröße zusammenzurechnen (§ 20) (Stangl 2020, 3). PV-Anlagen dürfen als Anlagen für die alternative Energiegewinnung explizit auch auf Verkehrsflächen errichtet werden (§ 19).

Oberösterreich: Im Oö ROG 1994 (idF 125/2020) dürfen freistehende PV-Anlagen mit einer Nennleistung von mehr als 5 kWp im Grünland nur errichtet werden, wenn eine entsprechende Sonderausweisung im Flächenwidmungsplan die Errichtung zulässt (§ 30a).

Salzburg: Gemäß Slbg. ROG 2009 (idF 77/2020) sind freistehende Solaranlagen, deren Kollektorfläche 200 m² überschreitet, im Grünland nur zulässig, wenn der Standort als „Grünland-Solaranlagen“ ausgewiesen ist. Die Kollektorflächen von mehreren Solaranlagen sind zusammenzurechnen, wenn diese zueinander in einem räumlichen Naheverhältnis stehen (§ 36).

Steiermark: Nach StROG 2010 (idF 6/2020) können im Freiland Sondernutzungen für Energieerzeugungs- und versorgungsanlagen vorgesehen werden (§ 33 Abs 3 Z 1).

Tirol: Gemäß TROG 2016 (idF 116/2020) sind Anlagen mit einer Fläche größer 20 m² im Freiland nicht zulässig (§ 41 Abs 2). Es bedarf daher einer Widmung als Sonderfläche gemäß § 43.

Vorarlberg: Gemäß § 18 Abs 1 RPG Vorarlberg (idF 91/2020) sind alle Flächen, die nicht als Bauflächen, Bauerwartungsflächen oder Verkehrsflächen gewidmet sind, Freiflächen. Als Sondergebiete können Flächen festgelegt werden, auf denen Gebäude und Anlagen errichtet werden dürfen, die ihrer Zweckwidmung nach an einen bestimmten Standort gebunden sind oder sich an einem bestimmten Standort besonders eignen (§ 18). Demgemäß bedarf die Errichtung einer Freiflächenanlage einer Sonderwidmung auf „Freiflächen“.

Wien: In der Bauordnung für Wien (idF 61/2020) sind hinsichtlich der Flächenwidmung keine expliziten Einschränkungen zur Errichtung von PV-Anlagen vorgesehen.

11.2 Anhang 2 - Rechtliche Rahmenbedingungen im Detail: Kleinwasserkraft

11.2.1 Wasserrecht

§ 9 WRG 1959 (idF 73/2018) regelt grundsätzlich die wasserrechtliche Bewilligungspflicht für Wasserbenutzungen, zu denen auch die Ausnutzung der motorischen Kraft des Wassers zur Erzeugung von elektrischer Energie zählt. Während die Nutzung öffentlicher Gewässer in jedem Fall einer wasserrechtlichen Bewilligung Bedarf (§ 9), ist eine Bewilligungspflicht im Zusammenhang mit der Nutzung privater Tagwässer im Einzelfall zu beurteilen. Maßgeblich ist hier die Frage, ob *„hiedurch auf fremde Rechte oder infolge eines Zusammenhanges mit öffentlichen Gewässern oder fremden Privatgewässern auf das Gefälle, auf den Lauf oder die Beschaffenheit des Wassers, namentlich in gesundheitsschädlicher Weise, oder auf die Höhe des Wasserstandes in diesen Gewässern Einfluss geübt oder eine Gefährdung der Ufer, eine Überschwemmung oder Versumpfung fremder Grundstücke herbeigeführt werden kann“* (§ 9). In der Regel ist davon auszugehen, dass auch in diesem Fall eine Bewilligungspflicht vorliegt (Energiesparverband 2017, 3). Zudem stellt sich die Frage nach bereits bestehenden Wasserrechten. Unter Berücksichtigung des § 16 WRG 1959 (*„Treten geplante Wasserbenutzungen mit schon bestehenden Wasserrechten in Widerstreit, so ist der Bedarf der neuen Wasserbenutzungen [...] erst nach Sicherung der auf bestehenden Wasserrechten*

beruhenden Ansprüche und unter den für das neue Unternehmen sich hieraus ergebenden Einschränkungen zu befriedigen“) wird die Nutzung eines Vorfluters mit bestehenden Wasserrechten erheblich erschwert (CCE Ziviltechniker 2014, 3, unveröffentlicht).

Gemäß der QZV Ökologie OG (Qualitätszielverordnung Ökologie – Oberflächengewässer idF 128/2019) ist im Rahmen einer Neubewilligung von Wasserkraftanlagen insbesondere auf eine ausreichende Restwassermenge sowie die Sicherstellung des Fließwasserkontinuums zu achten. In Gewässerstrecken, in welche die Gewässergüte mit „sehr gut“ bewertet werden kann, ist davon auszugehen, dass es durch die Errichtung eines KWK zu einer Verschlechterung des sehr guten ökologischen Gewässerzustands kommt. Gemäß § 30a WRG 1959 sind Oberflächengewässer derart zu schützen, dass eine Verschlechterung des jeweiligen Zustands verhindert wird (CCE Ziviltechniker 2014, 4, unveröffentlicht). Ist zu erwarten, dass die Errichtung einer Wasserkraftanlage zu Einwirkungen auf Gewässer führt, die unmittelbar oder mittelbar deren Beschaffenheit beeinträchtigen, wird auch eine Bewilligungspflicht nach § 32 gegeben sein. Als Einbau in ein fließendes Gewässer bzw. als Anlage im 30-jährlichen Hochwasserabflussbereich ist außerdem eine Bewilligung nach § 38 erforderlich (Energiesparverband 2017, 4).

Gemäß § 104a darf keine Bewilligung erteilt werden, wenn durch eine geplante Wasserkraftanlage mit der Verschlechterung des Zustandes eines Oberflächenwasser- oder Grundwasserkörpers zu rechnen ist. Eine Ausnahme darf nur nach Interessensabwägung durch die zuständige Behörde gewährt werden (Energiesparverband 2017, 4).

11.2.2 Bauordnung

Bauwerke für die Bewilligungen nach den wasserrechtlichen, forstrechtlichen oder schifffahrtsrechtlichen Vorschriften erforderlich sind, sind vom Geltungsbereich der Baugesetze der Bundesländer ausgenommen. Eine baurechtliche Genehmigung wird daher nicht erforderlich.

11.2.3 Elektrizitätswesen

Die Vorgaben zur Genehmigungspflicht abhängig von der Engpasseleistung einer Wasserkraftanlage variieren von Bundesland zu Bundesland. Eine Übersicht der einzelnen Schwellenwerte findet sich in der nachfolgenden Tabelle 9.

Tabelle 9: Erfordernis einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht von Wasserkraftanlagen

	Anzeigepflicht	Bewilligungspflicht	Vereinfachtes Verfahren
Burgenland (Bgl. EIWG 2006 83/2020)	50 – 500 kW (§ 7)	> 500 kW (§ 5)	-
Kärnten (K-EIWOOG 2011 idF 19/2019)	-	> 5 kW (§ 6)	< 500 kW (§ 9)
Niederösterreich (NÖ EIWG 2005 idF 21/2021)	-	> 200 kW (§ 5)	< 500 kW (§ 7)
Oberösterreich (Oö EIWOOG 2006 idF 95/2020)	-	> 400 kW (§ 6)	-
Salzburg (LEG idF 76/2019)	50 - 500 kW (§ 45)	> 500 kW (§ 45)	-
Steiermark (Stmk. EIWOOG 2005 idF 59/2020)	-	> 200 kW (§ 5)	< 500 kW (§ 7)
Tirol (TEG 2012 idF 80/2021)	25 – 250 kW (§ 7)	> 250 kW (§ 6)	-
Vorarlberg (Vlbg. EIWG idF 76/2020)	-	> 100 kW (§ 5)	< 500 kW (§ 8)
Wien (WeIWG 2005 idF 12/2020)	-	Ja (§ 5)	< 250 kW (§ 7)

11.2.4 Naturschutz

Wie bereits in Kapitel 3.2.1.2 erläutert, kann eine Genehmigungspflicht für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie – so auch KWK – als bewilligungspflichtige Maßnahme per se und/oder durch die Beeinträchtigung von Schutzgebieten und/oder geschützten Tier- oder Pflanzenarten ausgelöst werden.

In nachfolgender Tabelle 10 findet sich eine Übersicht über explizit in den Naturschutzgesetzen angeführte Tatbestände, welche eine naturschutzrechtliche Genehmigungspflicht für KWK auslösen können. Relevant werden in diesem Zusammenhang insbesondere in den Naturschutzgesetzen angeführte Tatbestände zu Eingriffen in natürliche oder naturnahe Fließgewässer bzw. deren angrenzenden Uferbereichen.

Tabelle 10: Erfordernis einer naturschutzrechtlichen Genehmigungspflicht von Kleinwasserkraftanlagen

	Bewilligungspflicht
Burgenland (Bgl.d.NG 1990 idF 70/2020)	Ausnahme für Gewinnung von Energie aus Wasserkraft (§ 6)
Kärnten (K-NSG 2002 idF 104/2019)	ja (§ 5)
Niederösterreich (NÖ NSchG 2000 idF 39/2021)	ja (§ 7)
Oberösterreich (Oö. NSchG 2001 idF 62/2021)	ja (§ 10)
Salzburg (NSchG 1999 idF 61/2020)	ja (§ 24)
Steiermark (Stmk. EIWOG 2005 idF 59/2020)	ja (§ 5)
Tirol (TNSchG 2005 idF 80/2020)	ja (§ 7)
Vorarlberg (VlbG. NSchG idF 91/2020)	Ggf, wenn in Bereich von Auwäldern und Mooren (§ 25)
Wien (Wr. NSchG idF 27/2021)	ja (§ 18)

11.2.5 Raumplanung und Erfordernis einer Flächenwidmung

Aufgrund der Fachplanungskompetenz des Bundes im Sinne des Wasserrechtskompetenztatbestands, ist eine Zuständigkeit des Landes bzw. der Gemeinde hinsichtlich der Raumplanung nicht gegeben (Energiesparverband 2017, 7).

11.3 Anhang 3 - Rechtliche Rahmenbedingungen im Detail: Windkraft

Zusätzlich zu den gesetzlich festgeschriebenen Voraussetzungen gibt es im Zusammenhang mit WKA eine Reihe von Sachprogrammen, Richtlinien, Empfehlungen, Sachverständigenvorgaben et cetera, die sich in der Genehmigungspraxis als relevant erwiesen haben und die demnach ebenso als Voraussetzung für die Genehmigungsfähigkeit einer WKA angesehen werden können. Im Zuge dessen sind für jedes Projekt individuell auch Untersuchungen zu Schalltechnik, Schattenwurf und Eiswurf durchzuführen (Stifter & Farghadan 2013, 15ff).

11.3.1 Bauordnung

Die Erfüllung folgender in Tabelle 11 aufgelisteten Genehmigungstatbestände führt zu einer baurechtlichen Genehmigungspflicht.

Gemäß Salzburger BauPolG 1997 (idF 33/2019) bedürfen WKA dann keiner Bewilligung, wenn bei frei stehender Aufstellung durch keinen Teil der Anlage einschließlich der Flügel bei Rotation gedachte Linien überragt werden, die ihren Ausgangspunkt im Abstand von 1 m von der Grundstücksgrenze haben und im Winkel von 45° zur Waagrechten ansteigen, durch keinen Teil der Anlage einschließlich der Flügel bei Rotation eine Höhe von 30 m, von der Standfläche der Anlage gemessen, überschritten wird und die Lärmemissionen der Anlage einen Grenzwert von 28 dB(A) an der Grundstücksgrenze nicht überschreiten. WKA gelten außerdem als bewilligungsfrei, wenn der Standort als Grünland-Windkraftanlagen ausgewiesen ist und die Anlage nach dem LEG bewilligungs- oder anzeigespflichtig ist (§ 2).

Gemäß Verordnung über das Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Windenergie (dazu siehe auch Kapitel 0) ist für eine baurechtliche Genehmigung in der Steiermark in Gebieten außerhalb explizit für die Errichtung von Windkraftanlagen festgelegten Zonierungen, eine mittlere Leistungsdichte von 180 W/m² in 100 m Höhe über Grund nachzuweisen. Die Bewilligungsfreistellung gilt nicht im Schutzgebiet nach § 2 des Salzburger Altstadterhaltungsgesetzes 1980 und in Ortsbildschutzgebieten nach § 11 und 2 des Salzburger Ortsbildschutzgesetzes 1999.

Tabelle 11: Erfordernis einer baurechtlichen Genehmigungspflicht von Windkraftanlagen

	Anzeigespflicht	Bewilligungspflicht
Burgenland (Bgl. BauG 1997 idF 83/2020)	-	ja (§ 17)
Kärnten (K-BO 1996 idF 48/2021)	-	ja (§ 6)
Niederösterreich (NÖ BO 2014 idF 32/2021)	-	ja (§ 14)
Oberösterreich (Oö. BauO 1994 idF 62/2021)	ja (§ 25)	
Salzburg (Slbg. BauPolG 1997 idF 33/2019)	-	Ja * (§ 2)
Steiermark (Stmk. BauG 1995 idF 71/2020)	-	Ja * (§ 19)
Tirol (TBO 2018 idF 134/2020)	-	ja (§ 1)
Vorarlberg (Vlbg. BG idF 91/2020)	-	Ja (§ 1)
Wien (BO für Wien idF 61/2020)	-	ja § 60

* zusätzliche Anmerkungen für eine baurechtliche Genehmigung im Fließtext

11.3.2 Elektrizitätswesen

Im Verfahren zur Erlangung einer elektrizitätsrechtlichen Bewilligung wird geprüft, ob durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Menschen oder eine Gefährdung deren Eigentum nach fachmännischer Voraussicht nicht zu erwarten ist und Belästigungen von Anrainenden (wie Geruch, Lärm, Erschütterung, Wärme, Schwingungen, Blendung und dergleichen) sowie Beeinträchtigungen öffentlicher Interessen auf ein zumutbares Maß beschränkt bleiben (zB § 10 Abs 1 Stmk. EIWOG 2005).

Zur Erlangung einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigung wird vor diesem Hintergrund ein Ortsbildgutachten notwendig. So wird beispielsweise in § 10 NÖ EIWG 2005 in Zusammenhang mit der Parteistellung der Standortgemeinde sowie unmittelbar angrenzenden Gemeinden aufgrund begründeten öffentlichen Interessen auf § 56 der NÖ Bauordnung 2014 verwiesen. Bauwerke, sind demnach so zu gestalten, dass sie dem gegebenen Orts- und Landschaftsbild gerecht werden (Enengel et al. 2013, 31). Bestimmungen hinsichtlich Ortsbild sind neben den Bauordnungen außerdem vereinzelt den Raumordnungsgesetzen und Raumordnungsprogrammen sowie dem Salzburger Ortsbildschutzgesetz 1999 und dem Tiroler Stadt- und Ortsbildschutzgesetz 2003 zu entnehmen.

Explizite Bestimmungen bezüglich Mindestabstand im Zusammenhang mit WKA finden sich im Oö EIWOG 2006 (idF 95/2020). Gemäß § 12 ist ein Mindestabstand zu überwiegend für Wohnzwecke genutzten Gebäuden im Grünland, zu Flächen, die als Bauland gewidmet sind und zu Flächen, die gemäß dem örtlichen Entwicklungskonzept als künftiger Baulandbedarf festgelegt sind, einzuhalten. Der jedenfalls einzuhaltende Abstand beträgt bei WKA mit einer installierten Engpassleistung bis zu 30 kW mindestens 100 m, über 30 kW bis zu 0,5 MW mindestens 500 m, über 0,5 MW und Windparks bei wesentlichen Änderungen am gleichbleibenden Standort mindestens 800 m und bei Neuerrichtungen mindestens 1.000 m.

Das Slbg. LEG (idF 76/2019) sieht gemäß § 45a für die Errichtung von WKA mit einer installierten Leistung von mehr als 500 kW und einer Jahresauslastung ab 2.150 Volllaststunden auf Standorten, die im Flächenwidmungsplan als Grünland-Windkraftanlagen ausgewiesen sind, ein konzentriertes Bewilligungsverfahren vor. Demgemäß sind neben den Bestimmungen des Slbg. LEG auch die Bestimmungen

des Slbg. NSchG 1999 und des Jagdgesetzes 1993 sowie der auf Basis dieser Gesetze erlassenen Verordnungen anzuwenden.

In den anderen Bundesländern finden sich, abgesehen von den vorgegebenen Schwellenwerten, keine expliziten Vorgaben zur Genehmigungspflicht von WKA. Letztere variieren jedoch abhängig von der Engpassleistung einer WKA von Bundesland zu Bundesland. Eine Übersicht der einzelnen Schwellenwerte findet sich in der nachfolgenden Tabelle 12.

Tabelle 12: Erfordernis einer elektrizitätsrechtlichen Genehmigungspflicht für Windkraftanlagen

	Anzeigepflicht	Bewilligungspflicht	Vereinfachtes Verfahren
Burgenland (Bgl. EIWG 2006 83/2020)	-	> 500 kW (§ 5)	-
Kärnten (K-EIWOOG 2011 idF 19/2019)	-	> 5 kW (§ 6)	< 500 kW (§ 9)
Niederösterreich (NÖ EIWG 2005 idF 21/2021)	-	> 50 kW (§ 5)	-
Oberösterreich (Oö EIWOOG 2006 idF 95/2020)	-	> 5 kW * (§ 6)	-
Salzburg (LEG idF 76/2019)	50 - 500 kW (§ 45)	> 500 kW * (§ 45)	-
Steiermark (Stmk. EIWOOG 2005 idF 59/2020)	-	> 200 kW (§ 5)	< 500 kW (§ 7)
Tirol (TEG 2012 idF 80/2021)	25 – 250 kW (§ 7)	> 250 kW (§ 6)	-
Vorarlberg (Vlbg. EIWG idF 76/2020)	-	> 100 kW (§ 5)	< 500 kW (§ 8)
Wien (WeIWG 2005 idF 12/2020)	-	Ja (§ 5)	< 250 kW (§ 7)

* zusätzliche Voraussetzungen für eine elektrizitätsrechtliche Genehmigung im Fließtext

11.3.3 Naturschutz

Wie bereits in Kapitel 3.2.1.2 erläutert, kann eine Genehmigungspflicht für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie – so auch WKA – als bewilligungspflichtige Maßnahme per se und/oder durch die Beeinträchtigung von Schutzgebieten und/oder geschützten Tier- oder Pflanzenarten ausgelöst werden.

Mit der Errichtung von WKA können negative Auswirkungen insbesondere auf Vögel und Fledermäuse (kollisionsbedingte Mortalität, indirekte Habitatsverluste, Hindernis- und Scheueffekte oder direkte Lebensraumzerstörung) verbunden sein. Vor diesem Hintergrund sind der Steirischen Landesregierung gemäß § 18 StNaSchG 2017 (idF 87/2019) speziell für nicht naturschutzrechtlich bewilligungspflichtige WKA spätestens drei Monate vor Beginn der Ausführung Unterlagen zur Prüfung auf die Einhaltung der artenschutzrechtlichen Bestimmungen vorzulegen.

In nachfolgender Tabelle 13 findet sich eine Übersicht über explizit in den Naturschutzgesetzen angeführte Tatbestände, welche eine naturschutzrechtliche Genehmigungspflicht für WKA auslösen können.

Zur Erlangung einer naturschutzrechtlichen Genehmigung wird zur Dokumentation der potentiellen Auswirkungen einer WKA auf das Landschaftsbild außerdem ein Landschaftsbildgutachten notwendig.

Tabelle 13: Erfordernis einer naturschutzrechtlichen Genehmigungspflicht von Windkraftanlagen

	Anzeigepflicht	Bewilligungspflicht
Burgenland (Bgl. NG 1990 idF 70/2020)	-	ja (§ 5)
Kärnten (K-NSG 2002 idF 104/2019)	-	ja (§ 5)
Niederösterreich (NÖ NSchG 2000 idF 39/2021)	-	ja (§ 7)
Oberösterreich (Oö. NSchG 2001 idF 62/2021)	Ja; 10 – 30 m (§ 6)	Ja; > 30 m im Grünland (§ 6)
Salzburg (NSchG 1999 idF 61/2020)	-	Nein (Aber: > 500 kW mitkonzentriert LEG)
Steiermark (StNSchG 2017 idF 87/2019)	-	Nein *
Tirol (TNSchG 2005 idF 80/2020)	-	Ja (§ 6)
Vorarlberg (Vlbg. NSchG idF 91/2020)	-	Nein
Wien (Wr. NSchG idF 27/2021)	-	Nein

* zusätzliche Anmerkungen für eine naturschutzrechtliche Genehmigung im Fließtext

11.3.4 Raumplanung und Erfordernis einer Flächenwidmung

In einem Großteil der Raumplanungsgesetze der Bundesländer gibt es explizite Vorgaben im Zusammenhang mit der Errichtung von WKA. Für die ASFINAG erscheint (neben den im Flächenwidmungsplan als "Verkehrsfläche Bundesstraße" ersichtlich gemachten Verkehrs-Grünflächen) eine Errichtung im „Grünland“ als am Wahrscheinlichsten. Aus diesem Grund wird der Fokus in den nachfolgenden Erläuterungen speziell auf diese Art der Flächenwidmung gelegt.

Burgenland: Ausdrückliche Vorgaben auf welchen Flächen im Burgenland WKA gebaut werden dürfen, finden sich im Bgl. RPG 2019 (idF 27/2021) nicht. Für eine Errichtung im Grünland kommt die Sonderausweisung einer Grünfläche nicht landwirtschaftlicher Nutzung (§ 40) in Betracht.

Sehr wohl gibt es im Bgld. RPG Bestimmungen zu „Entwicklungsprogrammen“, welche seitens der Landesregierung durch Verordnung aufzustellen sind (§ 13). Auf Basis dessen hat die Burgenländische Landesregierung mit der Verordnung vom 29. November 2011 das LEP 2011 (idF 71/2011) erlassen. Demgemäß ist die Errichtung von WKA nur in festgelegten Windkraft-Eignungszonen zulässig (Anlage A, Pkt. 3.2.5).

Kärnten: Das Thema Windkraft findet im K-ROG (idF 10/2018) zwar keine explizite Erwähnung, allerdings wird die Verbesserung der räumlichen Voraussetzungen für eine leistungsfähige Wirtschaft insbesondere unter Bedachtnahme auf die Standorterfordernisse für die Ansiedlung und Erweiterung von Betrieben und Anlagen der Energieversorgung explizit unter Ziele und Grundsätze der Raumordnung genannt (§ 2). Demgemäß hat die Kärntner Landesregierung mit dem Ziel, die energetische Nutzung der Windpotenziale des Landes Kärnten unter weitgehender Erhaltung der Eigenart der Kärntner Landschaft und der Identität der Regionen des Landes zu ermöglichen, am 12. Juli 2016 das Sachgebietsprogramm für Standorträume von Windkraftanlagen neu erlassen (Windkraftstandorträume-Verordnung). Diese gibt Kriterien für die Errichtung von WKA in Frage (zB keine oder nur geringe Veränderung der Eigenart der Kärntner Landschaft, keine unzumutbaren Belastungen für Bewohner dauergenutzter Wohngebäude und Siedlungen) sowie nicht in Frage kommenden Standorträumen (zB Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, ökologische Sonderstandorte) vor (§ 4). Zusätzlich werden spezifische Standortvoraussetzungen definiert, welche speziell auf eine geringe Sichtbarkeit der Anlagen sowohl für den Dauersiedlungsraum als auch für den alpinen Raum gewährleistet abstellen (§ 5). Außerdem muss die Entfernung von Windparks zu ständig bewohnten Gebäuden und zu gewidmetem Bauland, das für dauergenutzte Wohngebäude bestimmt ist, mindestens 1.500 m betragen (§ 5).

Bestimmungen zu Flächenwidmungen finden sich im K-GplG 1995 (idF 83/2020). Für die Errichtung von WKA kommen demgemäß Sonderflächen im Grünland, welche nicht für die Land- und Forstwirtschaft bestimmt sind (§ 5 Abs 2), in Frage.

Niederösterreich: Im NÖ ROG 2014 (idF 97/2020) wird für Flächen für Anlagen zur Gewinnung elektrischer Energie aus Windkraft mit einer Engpassleistung von mehr als 20 kW explizit die Widmungskategorie „Grünland - Windkraftanlage“ festgelegt. Dabei ist es ausreichend, wenn die für das Fundament einer WKA erforderliche Fläche gewidmet wird (§ 20). Zudem müssen auf diesen Flächen eine mittlere

Leistungsdichte des Windes von mindestens 220 Watt/m² in 130 m Höhe über dem Grund vorliegen und definierte Mindestabstände eingehalten werden (1.200 m zu gewidmetem Bauland, 750 m zu landwirtschaftlichen Wohngebäuden und explizit angeführten Gebäuden im Grünland sowie 2.000 m zu gewidmetem Wohnbauland). Einzelstehende WKA sind nach Möglichkeit zu vermeiden (§ 20).

Mit der 20. Novelle des NÖ ROG 1976 (LGb. 8000-26) wurde ein Sektorales Raumordnungsprogramm verordnet, mit welchem Zonen festgelegt wurden, in welchen die Widmung „Grünland-Windkraftanlage“ zulässig ist (§ 3). Dabei fanden unter anderem die im NÖ ROG normierten Abstandsregelungen zu windkraftsensiblen Widmungsarten, die Interessen des Naturschutzes, der ökologischen Wertigkeit des Gebietes, des Orts- und Landschaftsbildes, des Tourismus, des Schutzes des Alpenraumes, die Netzinfrastruktur, Erweiterungsmöglichkeiten bestehender Windparks sowie die regionale Ausgewogenheit Berücksichtigung (Erläuterungen zu Windkraftstandorträume-VO NÖ, 2013).

Oberösterreich: Im Oö ROG 1994 (idF 125/2020) dürfen WKA im Grünland nur dann errichtet werden, wenn im Flächenwidmungsplan eine entsprechende Sonderausweisung die Errichtung zulässt (§ 30a).

Die Richtlinie Windkraft-Masterplan 2017 ist ein zusätzliches Lenkungsinstrument für den Umgang mit Windkraftnutzung in Oberösterreich. Bei der Errichtung von WKA wird demgemäß eine Mindestanzahl von drei Anlagen im räumlichen Verband festgelegt, muss ein Mindestwinddargebot am Standortraum von 220 W/m² in 130 m Höhe erreicht werden und ein Mindestabstand von 1.000 m zu Wohnobjekten eingehalten werden. Zudem wurden Ausschlusszonen definiert, in welchen WKA nicht errichtet werden dürfen (zB Naturschutzgebiete, alpine Hochlagen von 1.600 m üA, Important Bird Areas).

Salzburg: Im Slbg. ROG 2009 (idF 77/2020) ist für WKA und betriebstechnisch notwendige Nebenanlagen speziell die Widmungskategorie Grünland – Windkraftanlagen vorgesehen (§ 36). WKA mit einer installierten Leistung von mehr als 500 kW und einer Jahresauslastung ab 2.150 Volllaststunden sind im Grünland nur zulässig, wenn der Standort als Grünland-Windkraftanlagen ausgewiesen ist (§ 36).

Von der Salzburger Landesregierung wurden außerdem ein Kriterienkatalog zur Umsetzung von WKA veröffentlicht. Dieser spricht Empfehlungen aus, die die notwendigen Behördenverfahren allerdings nicht präjudiziert (Land Salzburg 2013). Demgemäß muss am Standortraum eine Leistung größer 200 kW erreicht werden und ein Mindestwinddargebot von 180 W/m² bei einer Jahresauslastung von mindestens 2.150 Volllaststunden und einer maximalen Hangneigung von 30% vorliegen. Zudem sind folgende Mindestabstände einzuhalten: 1.200 m zu Wohn- und Mischgebiet, 750 m zu Bauten im Grünland, 500 m zu Campingplätzen, Kleingarten und Friedhöfen, 200 m zu Autobahnen, Bundes- und Landesstraßen sowie Bahnlinien und 150 m zu Hochspannungsfreileitungen \geq 110 kV. Keine Errichtung darf stattfinden auf Flächen des Naturschutzes (zB Naturschutzgebiete, Vogelschutzgebiete, FFH-Gebiete) sowie in Wasserschutzgebieten und Hochwassergefahrenräumen. Zu Flüssen, Quellen und Brunnen sind Mindestabstände von 25 m bzw. zu Seen von 50 m einzuhalten. Auf nicht dezidiert genannten Flächen sind Sicherheitsabstände der 1,5-fachen der Gesamthöhe der Anlage vorzusehen.

Zudem ist gemäß § 57 SlbG. ROG 2005 die Bauhöhe unter Bedachtnahme auf die nach anderen Rechtsvorschriften bestehenden Höhenbegrenzungen und die besonderen örtlichen Erfordernisse festzulegen; dabei ist insbesondere auf gesundheitliche Aspekte sowie gegebenenfalls auf die Erhaltung oder Gestaltung eines charakteristischen Ortsbildes einzugehen.

Steiermark: Nach StROG 2010 (idF 6/2020) kommen für die Errichtung von WKA Bauland, Freiland und Vorbehaltsflächen in Frage. Bei Letzteren handelt es sich um Flächen, für welche eine nachweisbare Notwendigkeit besteht, die öffentlichen Zwecken dienen und dem umliegenden Gebiet zugeordnet werden (§ 37) (Frühwald & Ulrich 2007, 30). Für Flächen für Energieerzeugungs- und versorgungsanlagen sind Sondernutzungen vorzusehen (§ 33).

Auf Basis des StROG (§ 11) wurde mit Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 20.06.2013 außerdem ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Windenergie erlassen. Darin wurden in Bezug auf die Zulässigkeit der Errichtung von WKA Ausschlusszonen, Vorrangzonen und Eignungszonen festgelegt (§ 3). In Vorrangzonen ist die Errichtung von WKA demgemäß nur zulässig, wenn bei einer Neuerrichtung mindestens 20 MW bzw. bei einer Erweiterung mindestens 10 MW erreicht werden. In Eignungszonen ist die Errichtung von WKA unabhängig einer elektrischen Gesamtleistung zulässig (§ 3). In Gebieten außerhalb der genannten

Zonierungen, ist für die Errichtung von WKA eine mittlere Leistungsdichte von 180 W/m² in 100 m Höhe über Grund für eine baurechtliche Genehmigung nachzuweisen. Die Mindestabstände zu gewidmetem Bauland wurden mit mindestens 1.000 m, zu landwirtschaftlichen und sonstigen Wohngebäuden im Freiland sowie zu dauerbewirtschafteten Schutzhütten mit mindestens 700 m festgelegt.

Tirol: In Tirol ist die Errichtung einer WKA gemäß § 43 TROG 2016 (idF 116/2020) auf Sonderflächen denkbar.

Vorarlberg: Gemäß § 18 RPG Vorarlberg (idF 91/2020) sind „alle Flächen, die nicht als Bauflächen, Bauerwartungsflächen oder Verkehrsflächen gewidmet sind“, Freiflächen. „Als Sondergebiete können Flächen festgelegt werden, auf denen Gebäude und Anlagen errichtet werden dürfen, die ihrer Zweckwidmung nach an einen bestimmten Standort gebunden sind oder sich an einem bestimmten Standort besonders eignen [...]“ (§ 18). Demgemäß bedarf die Errichtung einer Windkraftanlage einer Sonderwidmung auf „Freiflächen“.

Wien: In der Bauordnung für Wien (idF 61/2020) sind keine expliziten Regelungen für WKA vorgesehen. Die Errichtung von Windkraftanlagen auf Flächen der Widmungskategorie Grünland ist in Wien allerdings grundsätzlich nicht möglich (Stifter & Farghadan 2013, 27).

11.4 Anhang 4 - Kapitalwertmethode

Die Kapitalwertmethode ist ein Verfahren zur dynamischen Investitionsrechnung und berücksichtigt alle mit einer Investition verbundenen Zahlungen. Auf Basis dessen kann die Wirtschaftlichkeit der geplanten Maßnahmen beurteilt werden. Den Ausgangspunkt für die Beurteilungen bilden die Kapitalwerte zu Beginn der Nutzungsdauer von Investitionsgütern.

Die Kapitalwertmethode wird unter Berücksichtigung der nachfolgenden Parameter durchgeführt:

*Der **Kapitalwert** hat grundlegende Bedeutung für die Vorteilhaftigkeitsbeurteilung von Investitionen (Investitionsrechnung). Investitionsprojekte mit positivem Kapitalwert erwirtschaften eine Rendite, die oberhalb der von den Investoren erwarteten Mindestverzinsung liegt. Diese Projekte erhöhen das Vermögen der Investoren und sollten unter finanzwirtschaftlichen Aspekten realisiert werden. Investitionsprojekte mit negativem Kapitalwert sind dagegen nicht vorteilhaft, da sie die geforderte Mindestverzinsung nicht erreichen (Gabler Wirtschaftslexikon, o.D. a).*

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (1)$$

NPV	Kapitalwert (Engl.: Net Present Value) [€]
T	Zeithorizont [y]
t	Jahr
C _t	Cash flow im Jahr t [€]
r	Kalkulationszinssatz
C ₀	Investitionskosten [€]

*Die **Annuität** ist eine in gleichmäßigen Abständen wiederkehrende Zahlung in konstanter Höhe, die durch Multiplikation des Kapitalwerts mit dem Annuitäten- bzw. **Kapitalwiedergewinnungsfaktor (KWF)** errechnet wird. Im Gegensatz zum Kapitalwert handelt es sich bei der Annuität um eine periodenbezogene Größe. Der Barwert sämtlicher über die Nutzungsdauer verrechneter Annuitäten ist äquivalent zum Kapitalwert und damit auch zur ursprünglichen Zahlungsreihe des Investitionsprojektes (Gabler Wirtschaftslexikon, o.D. b).*

$$a = NPV * \frac{r * (1 + r)^T}{(1 + r)^T - 1} \quad (2)$$

- a Annuität
- NPV Kapitalwert (Engl.: Net Present Value)
- T Zeithorizont [y]
- r Kalkulationszinssatz

Die **langfristigen Grenzkosten** (Engl.: long run generation costs, LRGK) setzen sich aus den Kapitalkosten, Wartungs- und Betriebskosten, Brennstoffkosten und externen Kosten zusammen (Haas & Redl 2009, 10). Berechnet werden sie durch Division der Annuität durch die jährliche Stromproduktion (Weissensteiner 2020, 48).

$$LRGC = \left(\frac{\text{Annuität der Kosten}}{\text{Jährliche Stromproduktion}} \right) \quad (3)$$

- a Annuität
- NPV Kapitalwert (Engl.: Net Present Value) [€]
- T Zeithorizont [y]
- r Kalkulationszinssatz

Die **Performance Ratio** ist das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen und dem nominell möglichen Energieertrag einer Photovoltaik-Anlage.

Tabelle 14: Technische und wirtschaftliche Parameter zur Durchführung der Kapitalwertmethode (Quelle: eigene Darstellung).

Technische Parameter	
Faktor kWp pro m ²	0,18
Flächengröße Verkehrs-Grünfläche [m ²]	5.000
Abminderungsfaktor	80%
Gesamtleistung PV-Anlage [kWp]	720
Globalstrahlung [kWh/m ²]	1.100
Flächenfaktor	1,1
Volllaststunden [h/a]	1.210
Theoretischer Ertrag pro Jahr [MWh]	871
Performance ratio	80%
Praktischer Ertrag pro Jahr [MWh]	697
Wirtschaftliche Parameter	

Investmenthorizont [h/a]	25
Betriebskosten [€/MWh]	31
Investitionskosten [€/MWp]	900.000
Infrastrukturkosten Zuleitung GESAMT [€]	244.000
Kosten pro m [€]	244
Entfernung zum Einspeisepunkt [m]	1000
Strompreis [€/MWh]	120
Investitionskosten GESAMT [€]	892.000
Diskontierungsrate [%]	5,5
Gleitung [%]	1,5
CRF	0,075

* grün markiert = veränderbare Parameter

Zur Durchführung einer Sensitivitätsanalyse auf Basis der Kapitalwertmethode wurde ein konkretes Beispiel durchgerechnet. Angenommen wurde eine zur Verfügung stehende Verkehrs-Grünfläche von 5.000 m². Unter Berücksichtigung eines nicht nutzbaren Flächenanteils von ca. 20% (Flächen für Anschließung, Zuwegung, Wartungszwecke etc. wird mit Abminderungsfaktor von 80% angenommen) konnte auf Basis dieser Angaben eine Gesamtleistung der PV-Anlage von 720 kWp¹¹ berechnet werden. Für Oberösterreich wird eine durchschnittliche Globalstrahlung von 1.100 kWh/m² angenommen (DORIS 2021). Unter Annahme eines Expositionsfaktors von 1,1 („optimale Ausrichtung“: Neigungswinkel Modul = 30°, Ausrichtung = Süd; PV-Austria 2021a) entspricht dies in etwa einer Anzahl von 1.210 Volllaststunden pro Jahr. Bei Berücksichtigung einer Performance Ratio von 80% ergibt dies einen praktischen Ertrag von 697 MWh¹² pro Jahr.

Tabelle 15: Technische und wirtschaftliche Parameter zur Durchführung einer Sensitivitätsanalyse auf Basis der Kapitalwertmethode (Quelle: eigene Darstellung).

Technische Parameter	
Faktor MWp pro m ²	0,00018
Flächengröße Verkehrs-Grünfläche [m ²]	5.000*
Abminderungsfaktor	80%
Gesamtleistung PV-Anlage [kWp]	720
Globalstrahlung [kWh/m ²]	1.100
Expositionsfaktor	1,1*
Volllaststunden [h/a]	1.050

¹¹ Leistung [kWp] = Flächengröße [m²] * Faktor kWp/m² * Abminderungsfaktor [%]

¹² Energieertrag [MWh] = Leistung [kWp] * Globalstrahlung [kWh/m²] * Flächenfaktor

Theoretischer Ertrag pro Jahr [MWh]	871
Performance ratio	80%
Erwarteter Ertrag pro Jahr [MWh]	697
Wirtschaftliche Parameter	
Infrastrukturkosten Zuleitung GESAMT [€]	24.400
Kosten Zuleitung pro m [€]	244
Entfernung zum Einspeisepunkt [m]	1000*

* die Werte der zu beurteilenden Parameter wurden in grün dargestellt und sind variabel

Die Veränderungen des Expositions-faktors beziehen sich ausschließlich auf die Exposition der Verkehrs-Grünfläche (bzw. der PV-Anlage). Die Neigung der PV-Anlage wird nicht verändert, sondern bleibt konstant bei 30°. Für die Infrastrukturkosten für notwendige Zuleitungen einer PV-Anlage (Einspeisung in das ASFINAG-Verteilnetz über die vorhandenen Betriebs- oder Trafostationen auf der 400V-Netzebene) wird ein Betrag von € 244 pro Meter Zuleitung angenommen. Dabei berücksichtigt wurden die Kosten für Zuleitung (400V-Anlage), Grabarbeiten, Regiematerial, elektronische und bautechnische Leistungen sowie Nebenkosten. Auf Basis der Kapitalwertmethode kommt die Sensitivitätsanalyse bei Reduktion der zu beurteilenden Parameter (Flächengröße, Expositions-faktor, Entfernung Einspeisepunkt) um jeweils 10% zu folgendem Ergebnis:

Tabelle 16: Ergebnis der Sensitivitätsanalyse hinsichtlich eine geringfügigen Reduktion ausgewählter Beurteilungskriterien zur technischen Eignung einer Verkehrs-Grünfläche für die Errichtung einer PV-Anlage (Quelle: eigene Darstellung).

	-30%		-20%		-10%		0%	
Flächen-größe	KW [€]	[m ²]	KW [€]	[m ²]	KW [€]	[m ²]	KW [€]	[m ²]
	-67.627	3.500	10.186	4.000	87.999	4.500	165.813	5.000
Exposition-s-faktor	KW [€]	Exposition	KW [€]	Exposition	KW [€]	Exposition	KW [€]	Exposition
	7.962	NNW NNO +/- 160° (0,8)	73.33	WNW ONO +/- 110° (0,9)	124.888	WSW OSO +/- 75° (1,0)	165.813	Süd 0° (1,1)
Entfernung Einspeise-punkt	KW [€]	[m]	KW [€]	[m]	KW [€]	[m]	KW [€]	[m]
	400.203	700	375.803	800	351.403	900	165.813	1000

* KW – Kapitalwert

Tabelle 17: Berechnung der Kapitalwerts einer PV-Anlage auf Basis der Kapitalwertmethode (Quelle: eigene Darstellung)

Jahr	Diskontierter Cash Flow	Nomineller Cash Flow	Betriebskosten	Investitionskosten	Strompreis	Diskontierte Kosten
0	-€ 892 000	-€ 892 000		-€ 892 000		€ 892 000
1	€ 64 739	€ 68 300	-€ 23 781	€ 0	€ 92 081	€ 22 541
2	€ 62 284	€ 69 324	-€ 24 138	€ 0	€ 93 462	€ 21 687
3	€ 59 923	€ 70 364	-€ 24 500	€ 0	€ 94 864	€ 20 865
4	€ 57 651	€ 71 419	-€ 24 867	€ 0	€ 96 287	€ 20 073
5	€ 55 465	€ 72 491	-€ 25 240	€ 0	€ 97 731	€ 19 312
6	€ 53 362	€ 73 578	-€ 25 619	€ 0	€ 99 197	€ 18 580
7	€ 51 339	€ 74 682	-€ 26 003	€ 0	€ 100 685	€ 17 876
8	€ 49 392	€ 75 802	-€ 26 393	€ 0	€ 102 195	€ 17 198
9	€ 47 520	€ 76 939	-€ 26 789	€ 0	€ 103 728	€ 16 546
10	€ 45 718	€ 78 093	-€ 27 191	€ 0	€ 105 284	€ 15 919
11	€ 43 985	€ 79 264	-€ 27 599	€ 0	€ 106 864	€ 15 315
12	€ 42 317	€ 80 453	-€ 28 013	€ 0	€ 108 466	€ 14 734
13	€ 40 713	€ 81 660	-€ 28 433	€ 0	€ 110 093	€ 14 176
14	€ 39 169	€ 82 885	-€ 28 860	€ 0	€ 111 745	€ 13 638
15	€ 37 684	€ 84 128	-€ 29 293	€ 0	€ 113 421	€ 13 121
16	€ 36 255	€ 85 390	-€ 29 732	€ 0	€ 115 122	€ 12 624
17	€ 34 881	€ 86 671	-€ 30 178	€ 0	€ 116 849	€ 12 145
18	€ 33 558	€ 87 971	-€ 30 631	€ 0	€ 118 602	€ 11 685
19	€ 32 286	€ 89 291	-€ 31 090	€ 0	€ 120 381	€ 11 242
20	€ 31 062	€ 90 630	-€ 31 556	€ 0	€ 122 187	€ 10 815
21	€ 29 884	€ 91 990	-€ 32 030	€ 0	€ 124 019	€ 10 405
22	€ 28 751	€ 93 370	-€ 32 510	€ 0	€ 125 880	€ 10 011
23	€ 27 661	€ 94 770	-€ 32 998	€ 0	€ 127 768	€ 9 631
24	€ 26 612	€ 96 192	-€ 33 493	€ 0	€ 129 684	€ 9 266
25	€ 25 603	€ 97 634	-€ 33 995	€ 0	€ 131 630	€ 8 915
Kapitalwert	€ 165 813				Kapitalwert der Kosten:	€ 1 260 319
Annuität	€ 12 361				Annuität der Kosten	€ 93 956
				Jährliche Stromproduktion	756	MWh
				Langfristige Grenzkosten (LRGC)	124	€/MWh

11.5 Anhang 5 - Auswertungsbögen zur Erstellung der Widerstandsmatrix

Tabelle 18: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Wertigkeit und Ausschlusskriterien der "Technischen Eignung" (Quelle: eigene Darstellung)

Technische Eignung					
Gewichtung		Flächengröße [m²]	Exposition		Entfernung Einspeisepunkt [m]
GESAMT	100%	AUSSCHLUSS	WERTIGKEIT	AUSSCHLUSS	AUSSCHLUSS
Flächengröße	50%	1 000	S	8	N
Expositions faktor	34%		SO	4	
Entfernung Einspeisepunkt	16%		SW	4	
			W	2	
			O	2	
			NW	1	
			NO	1	

Tabelle 19: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Wertigkeit des "Genehmigungsaufwands" (Quelle: eigene Darstellung)

Genehmigungsaufwand		
Prozentsatz pro Kriterium	Wertigkeit	
	Ja	Nein
5,26%		
Naturschutzrechtlich normierte Schutzgebiete		
Uferschutzbereiche	1	0
Landschaftsschutzgebiet	1	0
Geschützter Landschaftsteil	1	0
Naturdenkmal	1	0
Europaschutzgebiet	1	0
Naturschutzgebiet	1	0
Nationalpark	1	0
Naturnaher Landschaftszug	1	0
Flächenwidmung		
Grünland Sonderausweisung	0	
Verkehrsfläche	0,5	
Grünland	1	
Anlagendesign		
Anlagenleistung > 400 kWp	1	0
Kollektorfläche		
≤ 2 m²	0	
< 500 m²	0,5	
≥ 500 m²	1	
Anlage > 2 m über dem Boden	1	0
Sonstiges		
Sicherheitszone eines Flugplatzes	1	0
Waldfläche	1	0
Bauverbotsbereich von Eisenbahnen	1	0
Wasserschutzgebiet	1	0
Wasserschongebiet	1	0
Hochwasserabflussbereich	1	0
Spezialfälle		
Ausgleichsfläche	1	0

Tabelle 20: Auszug Excel-Datei; Ausgabe-Sheet Ergebnistabelle (Quelle: eigene Darstellung)

Ergebnis				
Fläche	Bundesland	Genehmigungsaufwand	Technische Eignung	Umsetzungswiderstand
A	OÖ	97%	100%	49%
B	OÖ	5%	73%	16%
C	OÖ	92%	31%	81%
D	OÖ	11%	86%	12%
E	OÖ		Ausschluss	
F	OÖ	84%	28%	78%
G	OÖ	87%	46%	70%
H	OÖ		Ausschluss	
I	OÖ	8%	63%	23%
J	OÖ	24%	55%	34%
K	OÖ	26%	38%	44%
L	OÖ	39%	20%	60%
M	OÖ		Ausschluss	
N	OÖ	39%	45%	47%
O	OÖ	32%	19%	56%
P	OÖ	18%	79%	20%
Q	OÖ	3%	79%	12%
R	OÖ	100%	15%	93%
S	OÖ		Ausschluss	
T	OÖ		Ausschluss	
U	OÖ		Ausschluss	

Tabelle 21: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Beurteilungskriterien „Technische Eignung“ (Quelle: eigene Darstellung)

Technische Eignung			
Flächengröße [m²]	Ausrichtung	Entfernung Einspeisepunkt [m]	Ausschlussgrund
4000	S	50	
1000	S	50	
1200	NO	100	
8000	NO	150	
500	O	200	Größe
1932	NO	250	
1000	S	300	
700	SW	350	Größe
3000	S	400	
4000	SW	450	
3000	O	500	
1000	O	550	
3000	N	600	Ausrichtung
3000	SO	650	
1000	O	700	
5000	S	750	
5000	S	800	
1000	NW	850	
800	S	900	Größe
900	NO	950	Größe
2000	N	1000	Ausrichtung

Tabelle 22: Auszug Excel-Datei; Eingabe-Sheet Beurteilungskriterien „Genehmigungsaufwand“ (Quelle: eigene Darstellung)

Genehmigungsaufwand																			
Fläche	Uferschutzbereich	Landschaftsschutzgebiet	Geschützter Landschaftsteil	Naturdenkmal	Europaschutzgebiet	Naturschutzgebiet	Nationalpark	Naturnaher Landschaftszug	Flächenwidmung	Anlagen > 400 kWp	Kollektorfläche [m²]	Anlage > 2 m	Sicherheitszone Flugplatz	Waldfläche	Bauverbotsbereich Eisenbahn	Wasserschutzgebiet	Wasserschongebiet	Hochwasserabflussbereich	Ausgleichsfläche
A	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL	Ja	500	Ja	Ja	500	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
B	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	100	Nein	Nein	100	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
C	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	VF	Ja	150	Ja	Ja	200	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
D	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL	Nein	200	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
E	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	50	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
F	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	GL	Ja	1000	Ja	Ja	0	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
G	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL SA	Ja	100	Ja	Ja	0	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
H	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL	Ja	200	Ja	Ja	1000	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
I	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	200	Nein	Nein	5000	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
J	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	VF	Nein	501	Nein	Ja	1000	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
K	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	VF	Nein	5000	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
L	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	GL	Nein	499	Nein	Nein	8000	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
M	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	GL	Ja	200	Ja	Nein	150	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
N	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	GL	Nein	150	Nein	Nein	0	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
O	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	5000	Nein	Ja	2000	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
P	Ja	nein	nein	Ja	nein	ja	nein	nein	VF	Ja	0	nein	nein	0	nein	nein	nein	nein	nein
Q	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	GL SA	Nein	1	Nein	Nein	5	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
R	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	GL	Ja	1000	Ja	Ja	15000	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
S	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	VF	Nein	5000	Nein	Nein	500	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
T	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	VF	Ja	150	Ja	Ja	200	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
U	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	GL	Nein	150	Nein	Nein	0	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja