

Energieforschungsprogramm

Publizierbarer Endbericht

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Endbericht

erstellt am

15/05/2024

Projekttitle: PV4EAG

Projektnummer: 888491

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Ausschreibung	7. Ausschreibung Energieforschungsprogramm
Projektstart	01/01/2022
Projektende	29/02/2024
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	26 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	FH Joanneum GmbH
AnsprechpartnerIn	Christof Sumereder
Postadresse	Werk-VI-Straße 46, 8605 Kapfenberg
Telefon	0361 5453 6359
Fax	...
E-mail	christof.sumereder@fh-joeanneum.at
Website	https://www.fh-joeanneum.at/projekt/pv4eag/

Projekttitel

PV4EAG

*Analyse von Flächen- und Energiepotenzialen
mittels KI für alternative PV-Systeme als Beitrag
zum EAG*

AutorInnen:

Christof Sumereder FHJ

Johannes Scholz und Franziska Hübl, TU Graz

Gerald Schweiger, TU Graz

Matthias Wastian und Dominik Rothschedl, dwh

Matthias Primas, Campus 02

Benjamin Kohl, Energie Agentur Steiermark gGmbH

...

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	4
2	Einleitung	5
3	Inhaltliche Darstellung	7
3.1	Aufgabenstellungen	7
3.2	Schwerpunkte des Projektes	8
3.3	Einordnung in das Programm	8
3.4	Verwendete Methoden	8
3.5	Aufbau der Arbeit	9
4	Ergebnisse und Schlussfolgerungen	9
4.1	Floating PV	9
4.2	Gebäudeintegrierte PV (GIPV)	13
4.3	Versiegelte Flächen (Parkplatz-PV)	15
4.4	Lärmschutzwände	17
4.5	Agrarflächen (Agri-PV)	18
4.6	Workshops & Dissemination	20
5	Ausblick und Empfehlungen	20
6	Literaturverzeichnis	22
7	Anhang	23
8	Kontaktdaten	23

2 Einleitung

Mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) soll das gesetzte Ziel der Bundesregierung, den Gesamtstromverbrauch ab dem Jahr 2030 zu 100 % national bilanziell aus erneuerbaren Energiequellen zu decken, umgesetzt werden. Dazu soll die jährliche Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen bis 2030 um 27 TWh durch Neubau, Ausbau und Revitalisierung gesteigert werden, wobei 11 TWh mittels Photovoltaikanlagen (PV) realisiert werden sollen [1].

Im Jahr 2019 belief sich die installierte Leistung an PV in Österreich auf 1,7 GWp (1,7 TWh erzeugte Energie). Die jährlichen Zuwachsraten lagen in den Jahren 2014-2018 bei 150-180 MWp/a. Einzig 2019 konnte mit 250 MWp/a ein höherer Wert erreicht werden. Für die Zielerreichung von 11 TWh bis 2030 müsste somit eine jährliche Zubaurate von 1.000 MWp/a realisiert werden [13].

Einen essenziellen Beitrag soll die Initiative „eine Million Dächer“ mit PV auszustatten leisten [2], wofür eine durchschnittliche jährliche Fördersumme von 1 Mrd. Euro [1] vorgesehen ist. Aktuelle Studien [3], [4] zeigen, dass die verfügbaren Dachflächen mit einem Ausbaupotenzial von 3,5 TWh nicht ausreichen und daher alternative PV-Anlagen erforderlich sind. Nach [3] ist die Nutzung alternativer Flächen (Freiflächen 5,7 TWh, Verkehrsflächen 1 TWh, Fassaden 0,5 TWh und Deponien 0,3 TWh) unabdingbar und genau in diesem Bereich ein hoher Forschungsbedarf gegeben. Freiflächenanlagen stehen einerseits im Zwiespalt mit der Agrarnutzung (ökologischer Aspekt) [5] und benötigen andererseits bei einem Ausbauziel von 5,7 TWh eine Fläche von etwa 32 km² (ca. 4.500 Fußballfelder bzw. ein Viertel der Fläche von Graz). Freiflächenanlagen erfordern daher eine differenzierte Betrachtungsweise in der Eignungsbeurteilung. Dies entspricht auch den Vorstellungen des österreichischen Gesetzgebers, der im EAG bei Freiflächen-PV Förderungsabschläge von 25 % vorgesehen hat [1]. Währenddessen gibt es in Österreich 2.075 km² Verkehrsfläche, was ca. 41 % des gesamten Flächenverbrauchs entspricht [6], [7]. Davon stellen 38,1 km² Parkplatzflächen dar, welche nach [3] ein technisches PV-Potenzial von 4,2 TWh erwarten lassen. Daher könnte durch die Nutzung der vorhandenen Parkplatzflächen wesentlich mehr PV-Ertrag erzielt werden als das bisher geschätzte realisierbare Potential von 1 TWh. Die gewünschte Forcierung spiegelt sich auch im EAG wider, da für gebäudeintegrierte PV-Anlagen (BIPV) und innovative Projekte bei den Investitionszuschüssen Zuschläge bis zu 30 % vorgesehen sind [1]. Auch die steirische Landesregierung hat mit Start 30.03.2021 eine „Förderung von innovativer Photovoltaik-Doppelnutzung“ ab 20 kWp ausgeschrieben. Diese sieht einen 50 %-igen Zuschuss auf die Mehrkosten zur Errichtung von BIPV, PV-Überdachungen von Parkflächen und befestigten Betriebsflächen, PV-Anlagen auf Straßen und Schienenverkehrsanlagen, Agrar-PV oder Floating-PV vor [11].

Aus oben genannten Gründen sind neben den vorgesehenen Dachanlagen innovative alternative Flächenpotenziale für PV-Systeme zu erschließen [8]. Die vorliegenden Berichte anderer Projekte [9] weisen zwar die vorhandenen Flächen und Energiepotenziale aus, jedoch wurden diese mit statistischen Methoden ermittelt, sodass keine Aussage hinsichtlich der tatsächlichen Eignung gegeben ist. In [10] wurden alternative PV-Flächen/Erträge in einer Stadt spezifiziert, jedoch erfolgte keine methodisch systematische Lokalisierung dieser Plätze. Die Motivation von PV4EAG liegt darin, diese Lücke zu schließen und ein Verfahren zur automatisierten Auffindung alternativer PV-Flächen zu entwickeln.

Damit wurde das Subthema 4.2 "Erstellung einer frei zugänglichen Datenplattform mit energierelevanten Prognosen" adressiert.

Im Projekt PV4EAG wurden alternative PV-Flächen mittels Methoden aus dem Bereich Geographic Information Science & Technology und künstlicher Intelligenz auf deren Eignung hinsichtlich Verschattung, Ertragspotenzial, Errichtungskosten, Netzanschlussmöglichkeiten analysiert. Als Ausgangspunkt wurden die vorhandenen GIS-Daten (digitale Gebäudehöhen, Vegetationsmodelle, Geländemodelle aus Airborne Laserscanning Daten, Katasterdaten) in Kooperation mit der Abteilung A17 des Landes Steiermark (Landes- und Regionalentwicklung/GIS Steiermark), in Kombination mit anderen öffentlich verfügbaren Daten (Open Governmental Data) und weiteren offenen Datenquellen (OpenStreetMap, Corine Landcover, etc.), sowie Fernerkundungsdaten und Produkte (i.e. Orthophotos und Satellitenbilddaten) herangezogen. Durch die Anwendung von smarter Datenfusion, semantischer Annotation der Daten (zur semantischen Datenintegration), und räumlichen Analysetechniken gepaart mit künstlicher Intelligenz (GeoAI im weitesten Sinne [12]), wurden die Daten hinsichtlich ihrer Eignung für großflächige fassadenintegrierte Anlagen an Hochhäusern, versiegelte Parkplätze von Einkaufszentren und Siedlungen, Verkehrsflächen und Schienenanlagen sowie Floating PV und Agrar-PV analysiert. Das Projekt beschränkte sich zur Entwicklung und Erprobung des Analyseverfahrens auf 7 ausgewählte Testgebiete in der Steiermark, wobei eine Flächenabdeckung von 820km² und damit 5% der Fläche der Steiermark gegeben war.

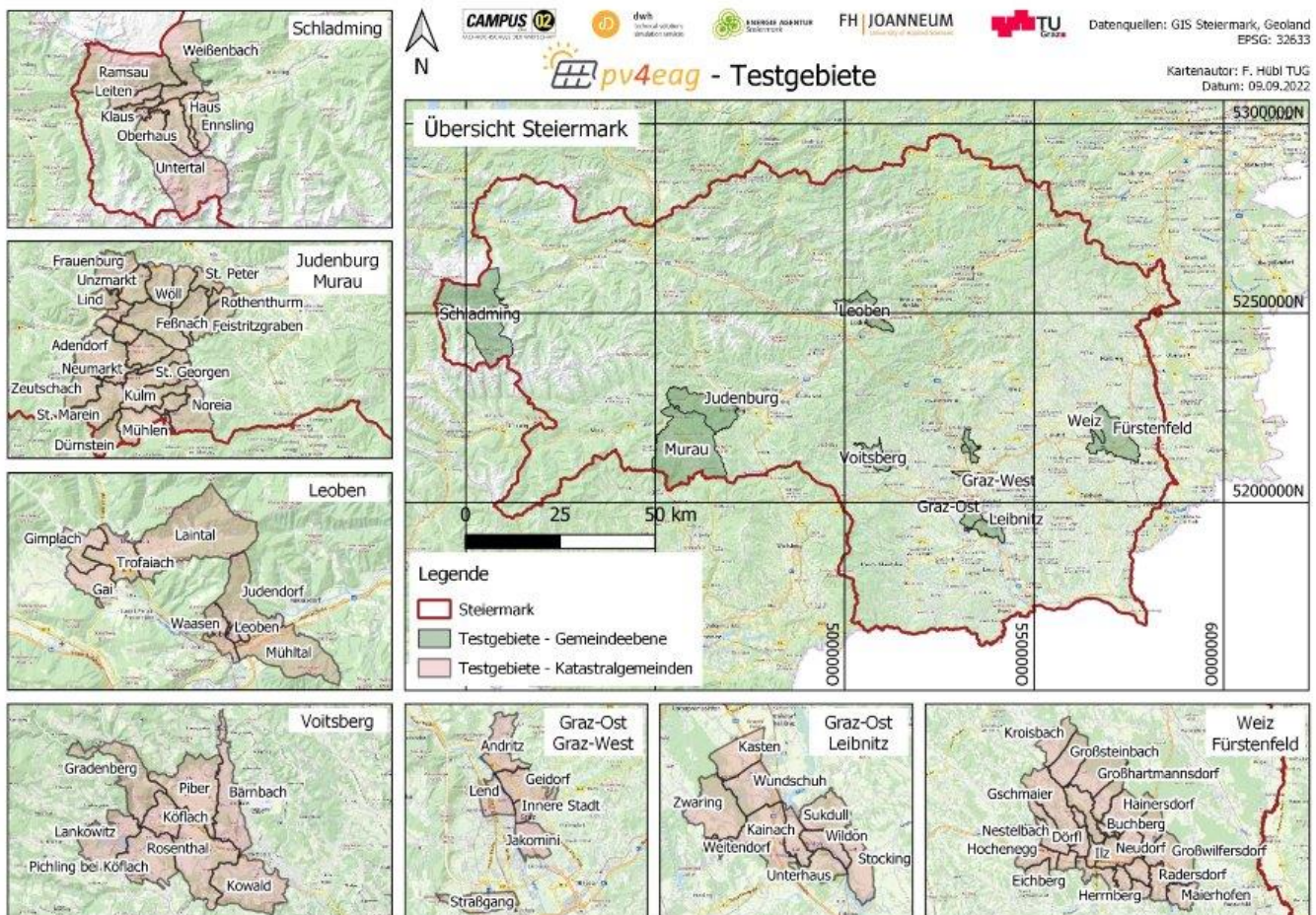


Abbildung 1 Ausgewählte Testgebiete

Für diese Standorte wurde eine Plausibilitätsprüfung anhand der vorhandenen VR-Installation im EAS-Lab mittels virtuellem 3D-Verfahren durchgeführt, sowie eine detaillierte Projektierung angewendet, um den zu erwartenden realistischen PV-Ertrag zu spezifizieren.

3 Inhaltliche Darstellung

3.1 Aufgabenstellungen

Fokus dieses Projekts waren die Entwicklung einer Methode zur Identifizierung und Evaluierung des Ertragspotenzials von Flächen für alternative PV-Anlagen (TRL2). Anhand von Musterprojektierungen wurden die entwickelte Methodik verifiziert (TRL3) und im EAS-Labor validiert und optimiert (TRL4). Im Rahmen des Projektes wurden keine PV-Pilotanlagen errichtet (Fokus auf industrielle Forschung, Abgrenzung von experimenteller Entwicklung). Das Konsortium setzte sich folgende Projektziele und legte diese quantifizierbaren Indikatoren fest:

- Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Identifikation von potenziellen Flächen für innovative PV-Anlagen anhand existierender Geodaten (beispielsweise Kataster, Geländemodell, 3D-Gebäudemodell, Orthophotos, OpenStreetMap) unter Anwendung von Geo-Artificial Intelligence Methoden: Entwicklung des Algorithmus
- Strukturierung der gefundenen PV-Flächen in: GIPV, versiegelte Verkehrsflächen und Straßen sowie Schienenanlagen, Floating-PV auf künstlichen Gewässern und Agrar-PV in Weinanbaugebieten: Tabellarische und graphische Darstellung der potenziellen PV-Flächen
- Verifikation und Plausibilitätsprüfung der identifizierten Flächen mittels VR-3D-Begehung im EAS-Lab: Filterung der potenziellen PV-Flächen auf realisierbare PV-Flächen
- Evaluierung hinsichtlich des Energieertrags, des Aufwands für die konstruktive Errichtung der PV-Anlagen sowie der möglichen Einbindung in das bestehende elektrische Netz: Darstellung des Energieertrags und Eignung nach Typ
- Die gefundenen potenziellen PV-Flächen und ermittelten Ertragsprognosen sollen für die Öffentlichkeit als digitales Kartenmaterial zur Verfügung gestellt werden: Veröffentlichung auf geeigneten Plattformen
- Mittels der entwickelten Systematik sollen geeignete Flächen für jeden PV-Anlagentyp gefunden werden, um an ausgewählten Standorten ein konkretes Musterbeispiel zu projektieren. Basierend auf den Ergebnissen erfolgt die Erstellung von GIS-Datenbanken für die untersuchten Testgebiete
- Abhaltung von 3 Workshops mit den Stakeholdern: Projektbeginn (zur Einbindung der Anwendersicht), Projektmitte (zur Abstimmung der ersten Musterprojekte) und Projektende (Dissemination der Ergebnisse)

3.2 Schwerpunkte des Projektes

Im „Integrierter österreichischer Netzinfrasturkturplan – ÖNIP“ wurden in Tabelle 12 die PV-Ausbauziele für die Steiermark mit 3,3TWh angegeben, womit die im EAG genannten Ausbauziele deutlich übertroffen sind. Der PV-Ausbau in Österreich und auch der Steiermark schritt in den Jahren 2022 und 2023 zwar rasch voran, jedoch sind zukünftig enorme Flächen zur Erfüllung der Ziele erforderlich. Wie bereits im Projektantrag dargestellt werden Dachflächen allein nicht die ausreichen. Freiflächen stehen im Zwiespalt mit der Agrarnutzung und weiteren ökologischen Aspekten. Daher wurden in diesem Projekt alternative Flächen (Floating PV, GIPV, Agrar-PV und Verkehrsflächen) mittels Methoden der künstlichen Intelligenz (machine learning) mithilfe von bestehenden GIS-Daten und Orthofotos identifiziert und hinsichtlich ihrer Eignung und des Energieertrags gefiltert. Bisherige Projekte resultierten in der Darstellung spezifischer Solarerträge (Solarkataster, Dachflächenkataster, Energiemosaik, PV-STATatlas udgl.), die jedoch keinen Rückschluss auf realisierbare Objekte sowie einer Abschätzung des Ertragspotenzials einer definierten Anlage zulassen. In diesem Projekt wurde über den State-of-the-Art hinaus realisierbare PV-Projekte spezifiziert.

3.3 Einordnung in das Programm

In diesem Projekt erfolgte ein Fokus auf den Ausschreibungsschwerpunkt 4.2 „Datenplattform zur Bereitstellung frei zugänglicher energierelevanter Daten, Entwicklung neuer Methoden für Ertragsprognosen“, wobei mit der erschaffenen Methodik alternative PV-Flächen erkannt und evaluiert werden sollen. Die Verifikation soll die Leistungsfähigkeit und Möglichkeiten des entwickelten Prognosewerkzeugs darstellen. Mit der intelligenten Planungshilfe soll es ermöglicht werden, eine flächendeckende Datenbasis (beispielsweise zur Bereitstellung einer Datenplattform für Flächenbedarf, Ertrags- und Effizienzprognosen) zu entwickeln. Bezogen auf die Ausschreibungsziele adressierte das Projekt PV4EAG insbesondere das Ziel 1, um für die ambitionierten Ziele des EAG eine Daten- und Bewertungsgrundlage für Entscheidungsträger:Innen zu schaffen, um in weiterer Folge Förderungen und Bewilligungen zielgerichtet einzusetzen und um einem massiven Flächenverbrauch durch freistehende Anlagen entgegenzuwirken. PV-Anlagen auf alternativen Flächen bedürfen auch der Konzeption bzw. Adaptierung bestehender PV-Systeme, womit sich österreichische Unternehmen in der Photovoltaik-Wertschöpfungskette zukünftig einen Wettbewerbsvorteil erarbeiten können (Ziel 2 und 3).

3.4 Verwendete Methoden

Das Projekt soll durch die Verknüpfung von Methoden aus dem Bereich Geographic Information Science & Technology sowie künstlicher Intelligenz eine effiziente Datenbereitstellung hinsichtlich der Eignung (Verschattung, Ertragspotenzial, Errichtungskosten, Netzanschlussmöglichkeiten) von alternativen PV-Anlagen liefern. Die Methodik, die in diesem Projekt erarbeitet wurde, nimmt vorhandene räumliche Daten (der Landesplanung, open Governmental Data sowie open-source Daten), und generiert neue Informationen - die bis dato noch nicht verfügbar sind. Der dafür notwendige Algorithmus wurde im

Projekt entwickelt, analysiert und evaluiert. Durch die Evaluierung kann die Genauigkeit (i.e. Treffsicherheit) des Algorithmus quantifiziert werden. Die entwickelte Methodik wurde genau dokumentiert und in Testgebieten eingesetzt. Mehrwert der Methodik ist, dass die Ergebnisdaten direkt in eine Datenplattform (z.B.: data.gv.at oder GIS Steiermark) übernommen werden können, da die Ergebnisse die aktuell gängigen OGC/ISO Standards im Bereich Geoinformatik erfüllen. Das Ausrollen des Algorithmus für ein größeres Gebiet - wie z.B. das Bundesland Steiermark - kann daher zukünftig angestrebt werden.

3.5 Aufbau der Arbeit

Das Projekt ist in 56 Arbeitspakete gegliedert, neben den obligatorischen APs Projektmanagement und Kommunikation&Dissemination wurden in AP2 zuerst die Geodaten erhoben und eine Datenbank angelegt, danach erfolgten die Flächen- und Energieanalyse und die Verifikation sowie Skalierbarkeit der Ergebnisse. Das Projekt wurde von 3 Workshops begleitet, bei denen die Meinung von Experten eingeholt, Interviews abgehalten wurden und ein Netzwerk für den fachlichen Austausch aufgebaut werden konnte.

4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In den folgenden Darstellungen werden ausgewählte Beispiele der untersuchten innovativen PV-Analgentypen gezeigt.

4.1 Floating PV

Für Floating -PV Anlagen wurde ausschließlich künstliche Gewässer herangezogen, um einen Konflikt zwischen Naturschutz und touristischer Nutzung zu vermeiden. Im Zuge der Experteninterviews hat sich gezeigt, dass es in anderen Ländern bereits FPV-Anlagen gibt, sowohl auf Binnengewässer als auch auf Stauseen wie auch im Meer. In unserem Projekt konnten wir geeignete Gewässer vor allem bei Schotterteichen aber auch bei Golfanlagen finden. Neben der Nutzung waren auch die Verschattung und der Uferabstand ein wichtiges Eignungskriterium. In den folgenden beiden Abbildungen ist ein künstlicher See auf einem Golfplatz dargestellt, die erste Abbildung zeigt die nutzbare Wasserfläche (Uferbereich rot schraffiert ist nicht nutzbar) und den zu erwartenden Energieertrag in farblicher Schattierung.

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Beispielergbnis der Flächenpotentialanalyse
für Floating-PV im Testgebiet Schladming

Datum: 28.04.2023
Autor: F. Hübl TUG

EPSG: 32633
Basisdaten: GIS Steiermark
Datenquelle Orthofoto: GIS Steiermark

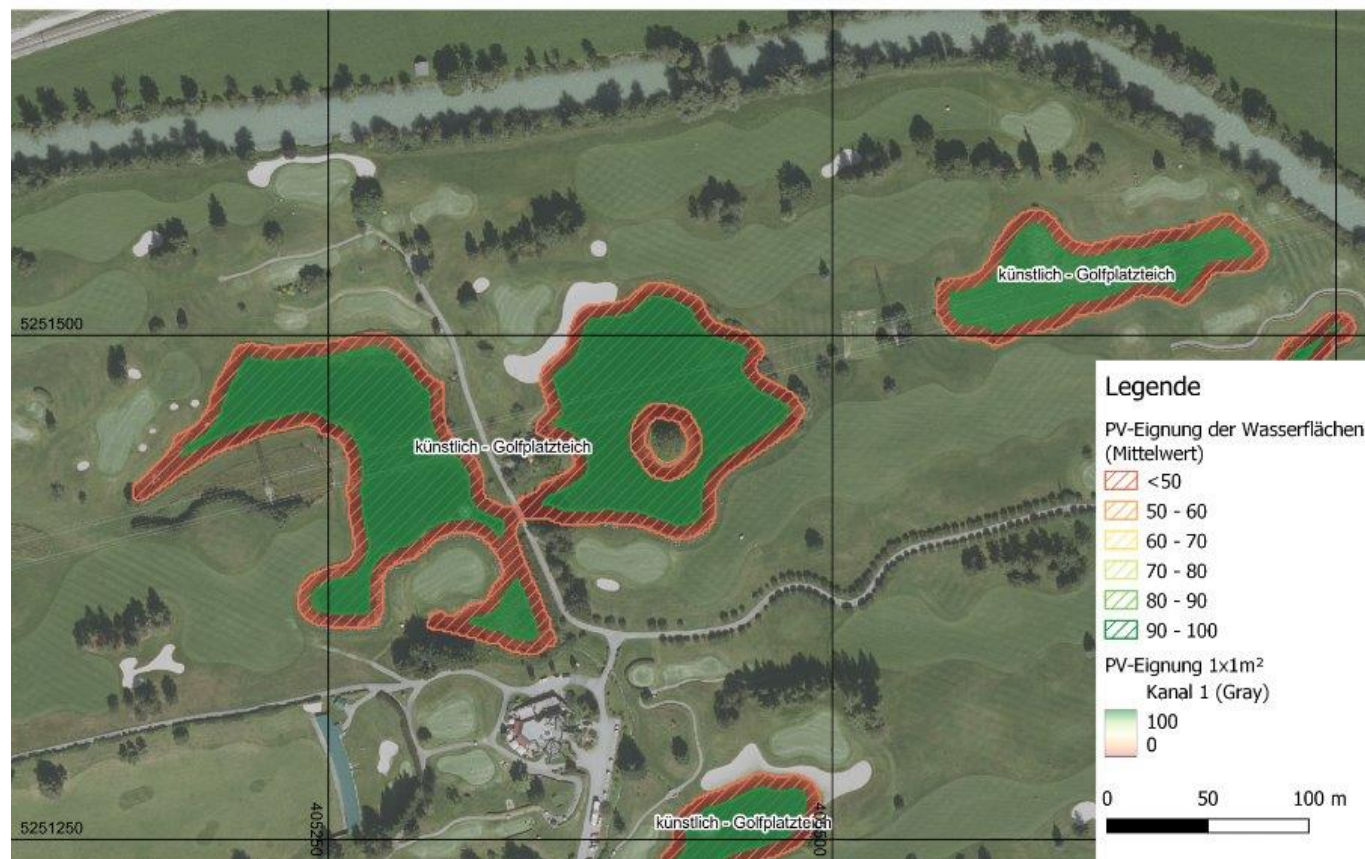


Abbildung 2: nutzbare Fläche der künstlichen Gewässer auf einem Golfplatz

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Beispielergbnis der Energiepotentialanalyse
für Floating-PV im Testgebiet Schladming

Datum: 05.09.2023

EPSG: 32633

Basisdaten: GIS Steiermark

Datenquelle Orthofoto: GIS Steiermark

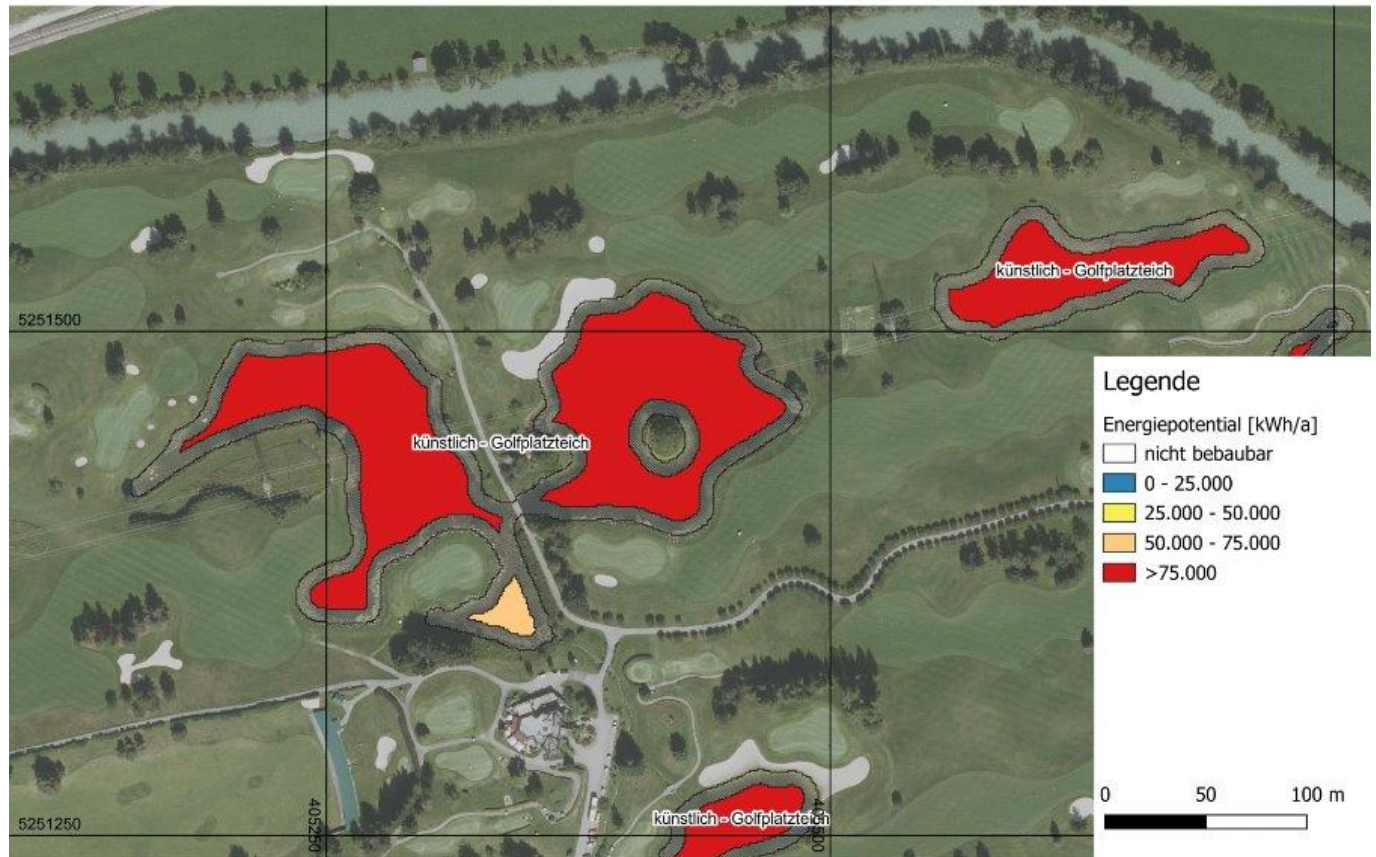


Abbildung 3: zu erwartender Energieertrag, farblich skaliert

In einem weiteren Beispiel wird ein künstlich angelegter Fischteich analysiert. Auch hier ist zuerst wieder die nutzbare Fläche für FPV-Anlagen dargestellt und darauf aufbauend der zu erwartende Energieertrag berechnet.

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

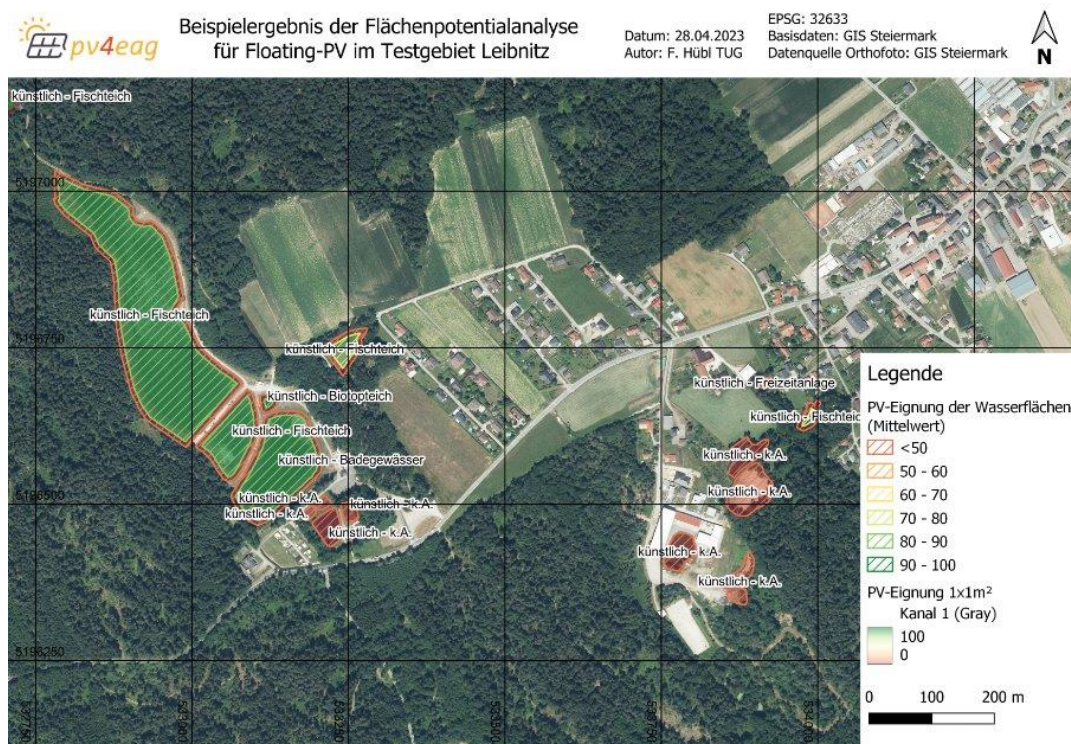


Abbildung 4: nutzbare Fläche der künstlichen Gewässer auf einem Fischteich

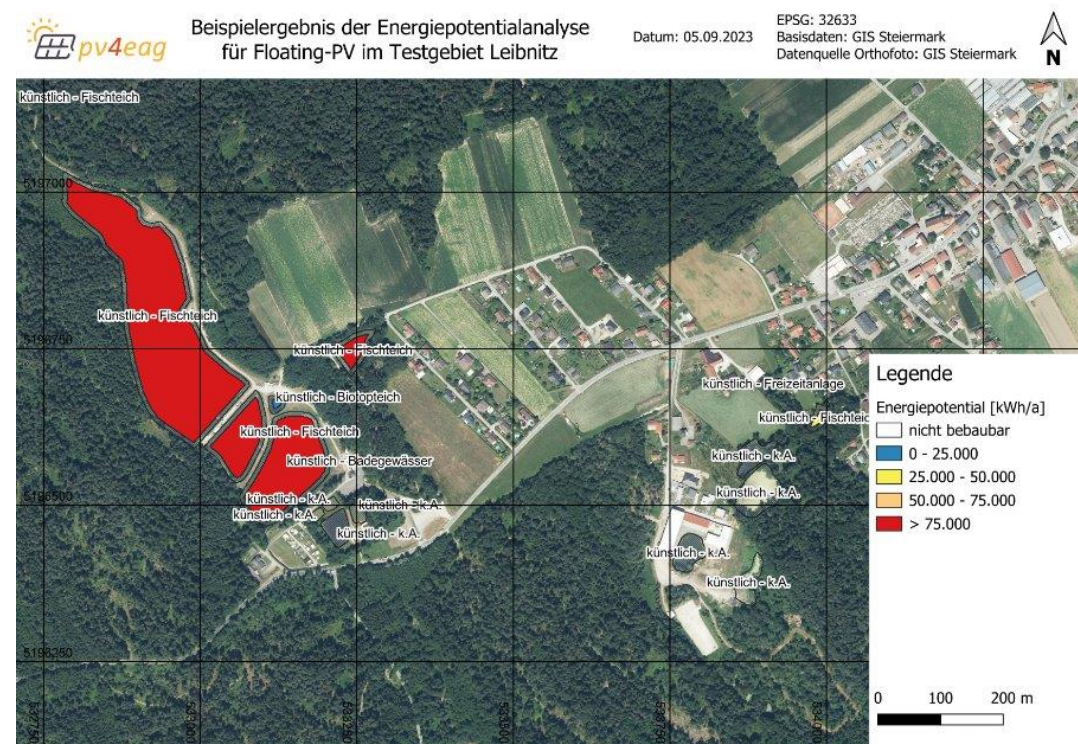


Abbildung 5: zu erwartender Energieertrag, farblich skaliert

4.2 Gebäudeintegrierte PV (GIPV)

Auch an der Fassade von Häusern lassen sich PV-Anlagen installieren. Der Ertrag dieser GIPV ist einerseits stark von der Süd-Orientierung der Fassade abhängig und andererseits von der nutzbaren Fläche. Sind große Fenster oder komplexe Fassadenstrukturen (Balkone, Loggien, Erker udgl.) vorhanden, ist nur ein kleiner Teil der Fassade technisch wirtschaftlich sinnvoll nutzbar. Daher wurde die Ausrichtung und Höhe der Häuser mittels KI analysiert und klassifiziert, Fassaden mit einem geringen spezifischen Energieertrag (Nordausrichtung) wurden ausgeschieden. In den folgenden Abbildungen sind einige Beispiele von Fassadenanlagen ersichtlich.

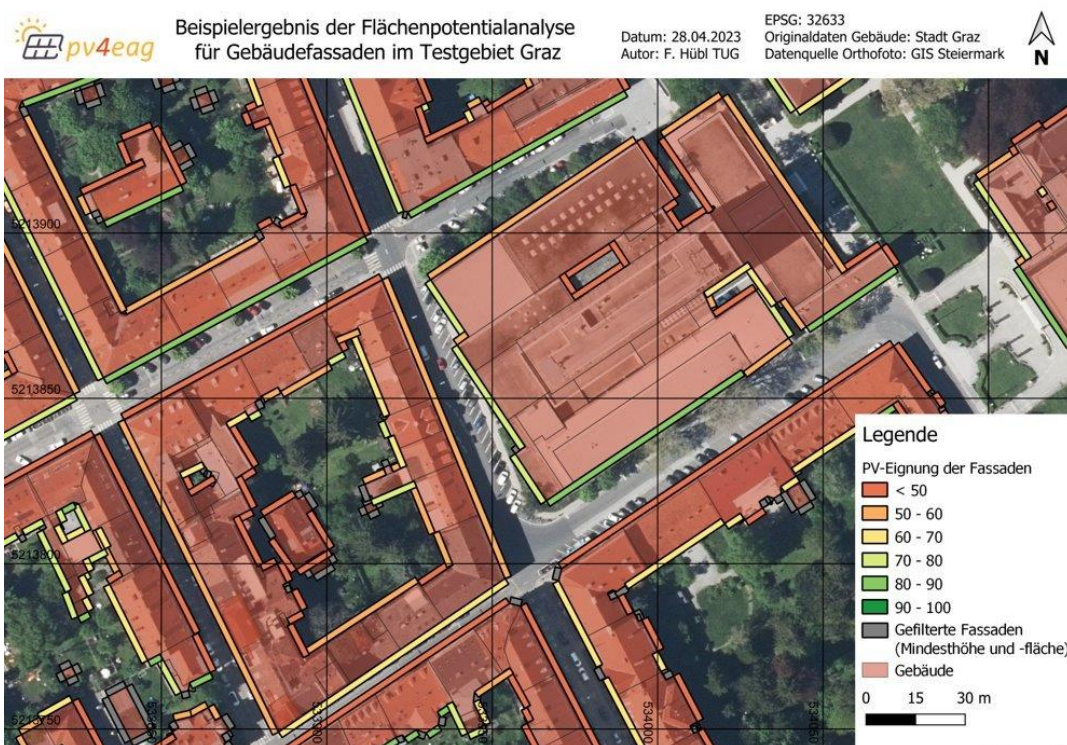


Abbildung 6: Klassifizierung der Fassaden von Wohngebäuden hinsichtlich Solarpotential

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

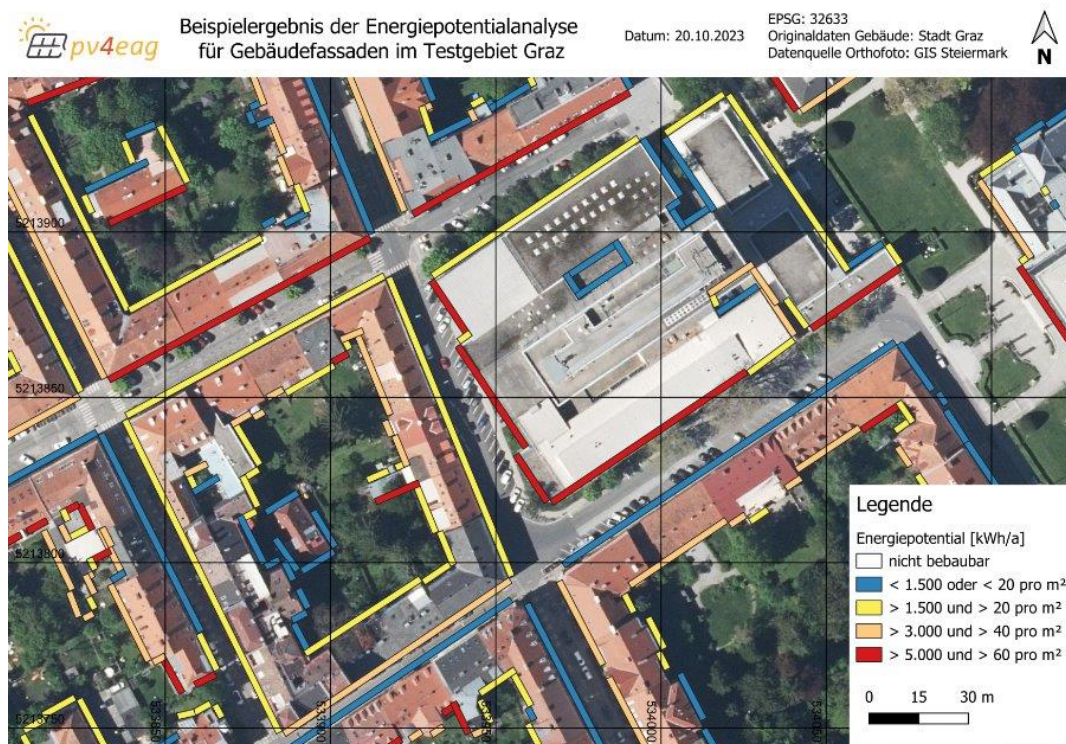


Abbildung 7: Erwarteter Energieertrag von GIPV im Wohngebiet, farblich skaliert

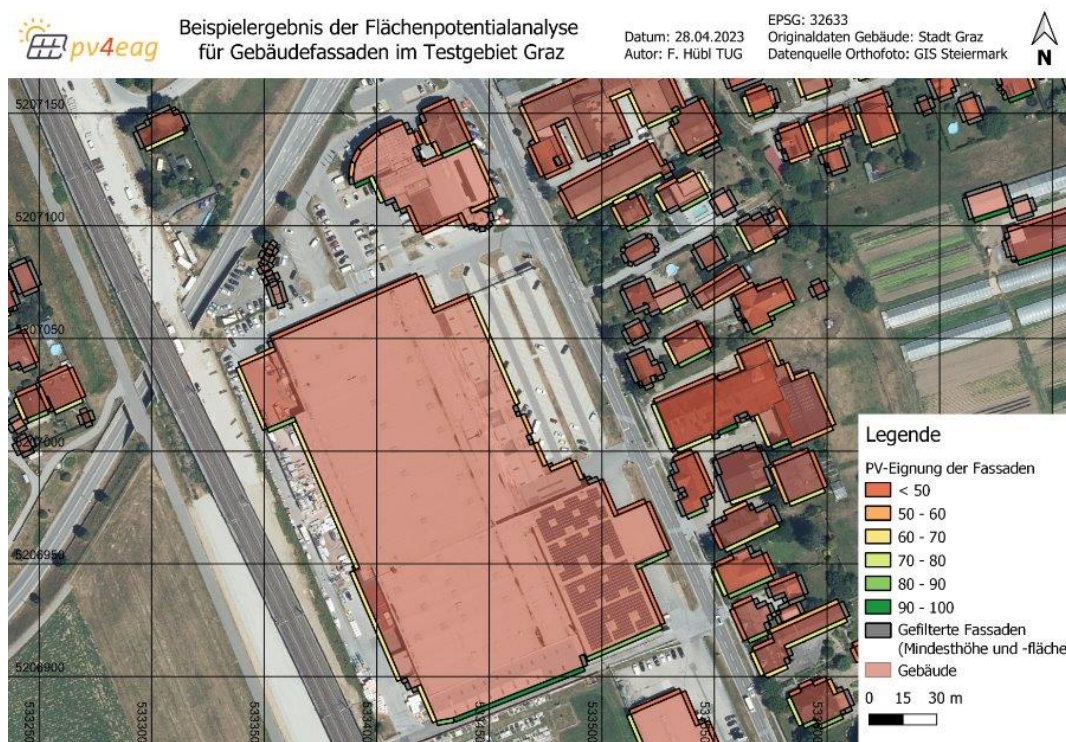


Abbildung 8: Klassifizierung der Fassaden von Gewerbeobjekten hinsichtlich Solarpotential

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

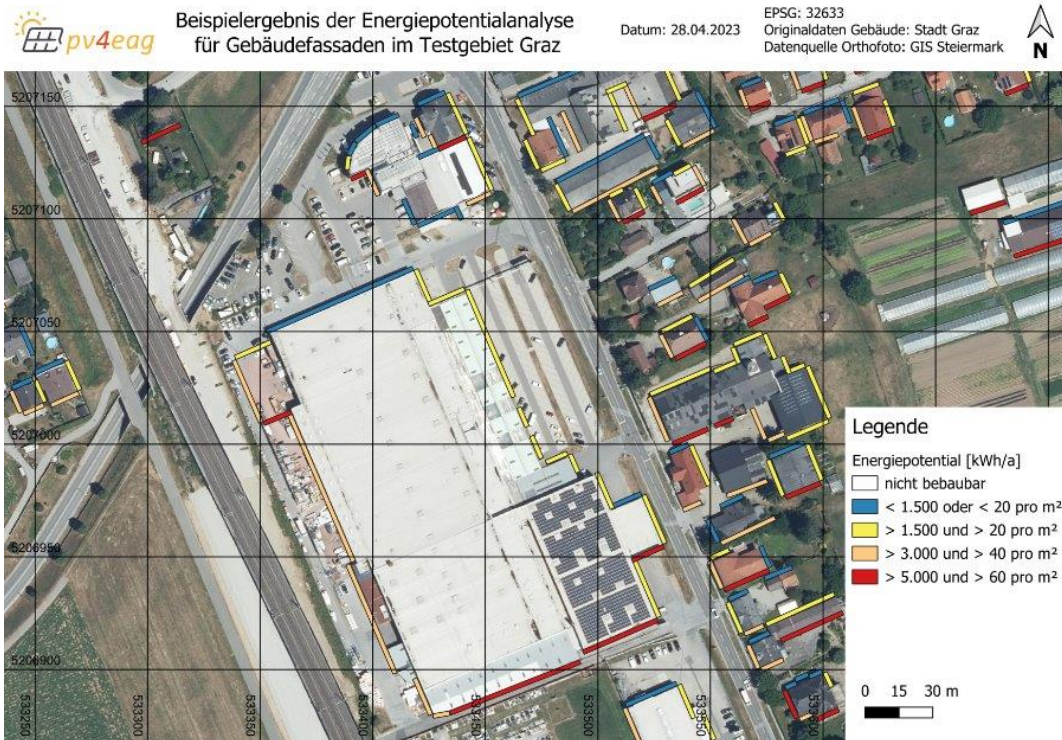


Abbildung 9: Erwarteter Energieertrag von GIPV von Gewerbeobjekten, farblich skaliert

4.3 Versiegelte Flächen (Parkplatz-PV)

Bei der Analyse von versiegelten Flächen wurde der Schwerpunkt auf Parkplätze gelegt. In urbanen Gegenden war sehr häufig eine Verschattung von benachbarten Gebäuden oder auch Bäumen auf der Parkplatzfläche selbst gegeben. Daher wurde auch hier wieder eine Schattenanalyse durchgeführt. Des Weiteren hat die Errichtungsart der Aufständigung einen großen Einfluss auf die nutzbare Fläche, es wurde daher ein Abminderungsfaktor berücksichtigt. In den Beispielen sind daher auch wieder die potentiellen Flächen und die resultierende PV-Energie dargestellt.

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

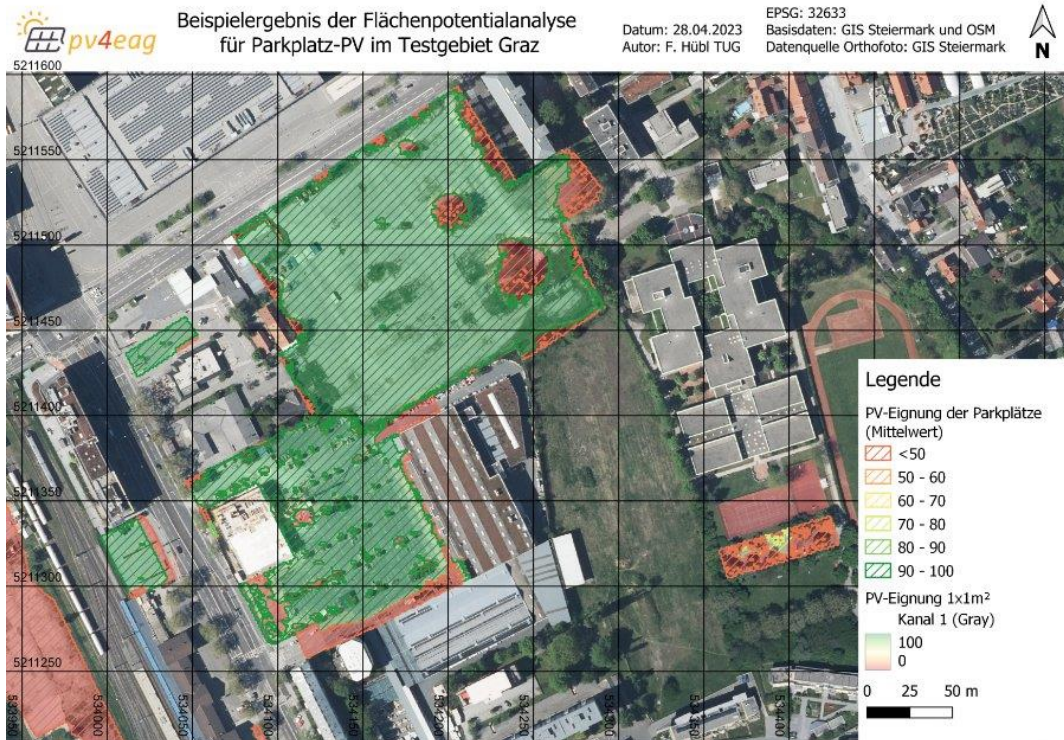


Abbildung 10: Eignung von Parkplätzen im städtischen Gebiet

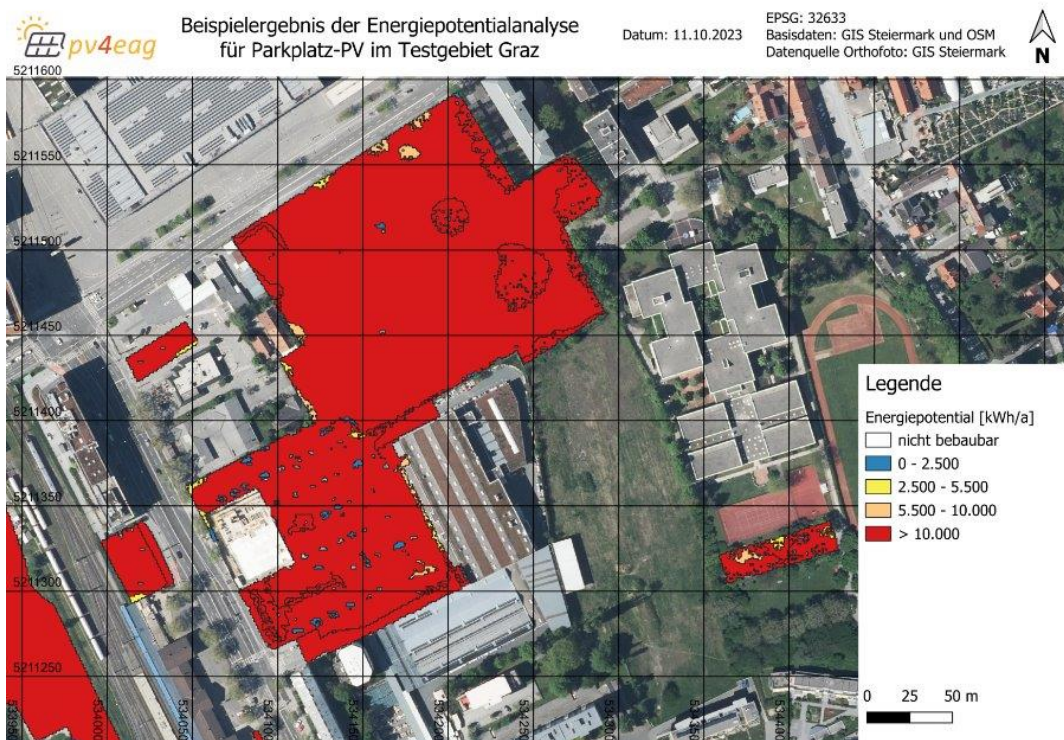


Abbildung 11: Erwarteter Energieertrag von Parkplätzen im städtischen Gebiet

Auch im ländlichen Gebiet wurde bei Parkplätzen eine Verschattungsanalyse durchgeführt. Anhand des gezeigten Beispiels ist erkennbar, dass im Randbereich des Parkplatzes ein geringerer Energieertrag aufgrund der Bäume am Nachbargrundstück zu erwarten ist.

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

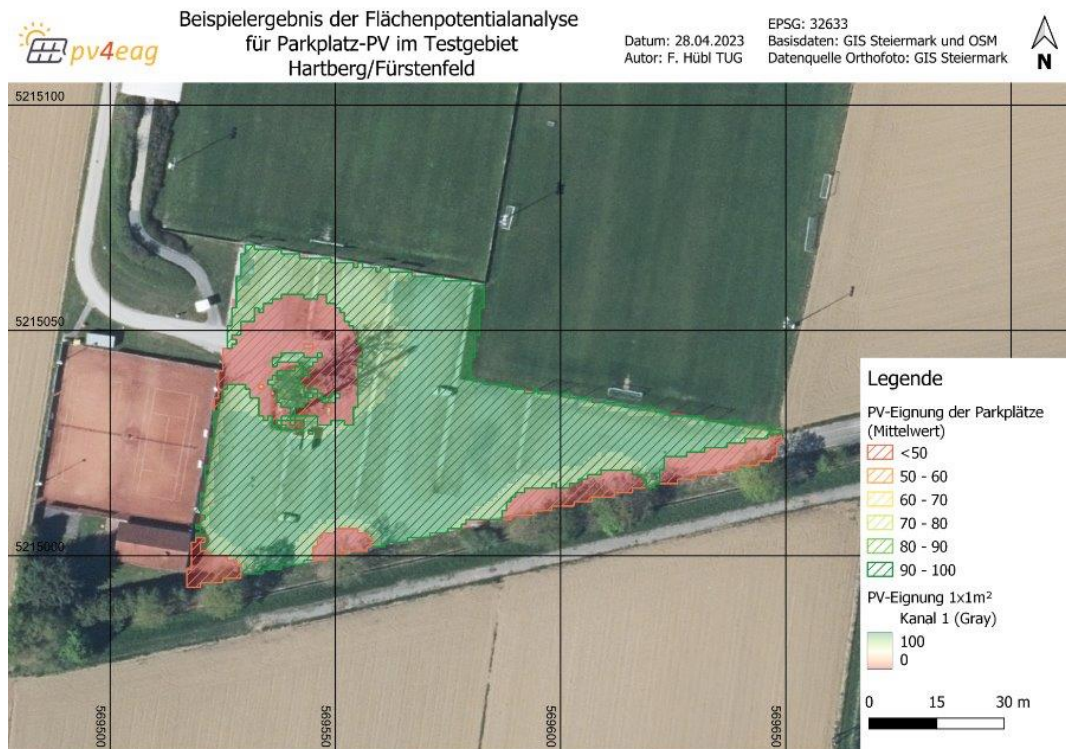


Abbildung 12: Eignung von Parkplätzen im ländlichen Gebiet

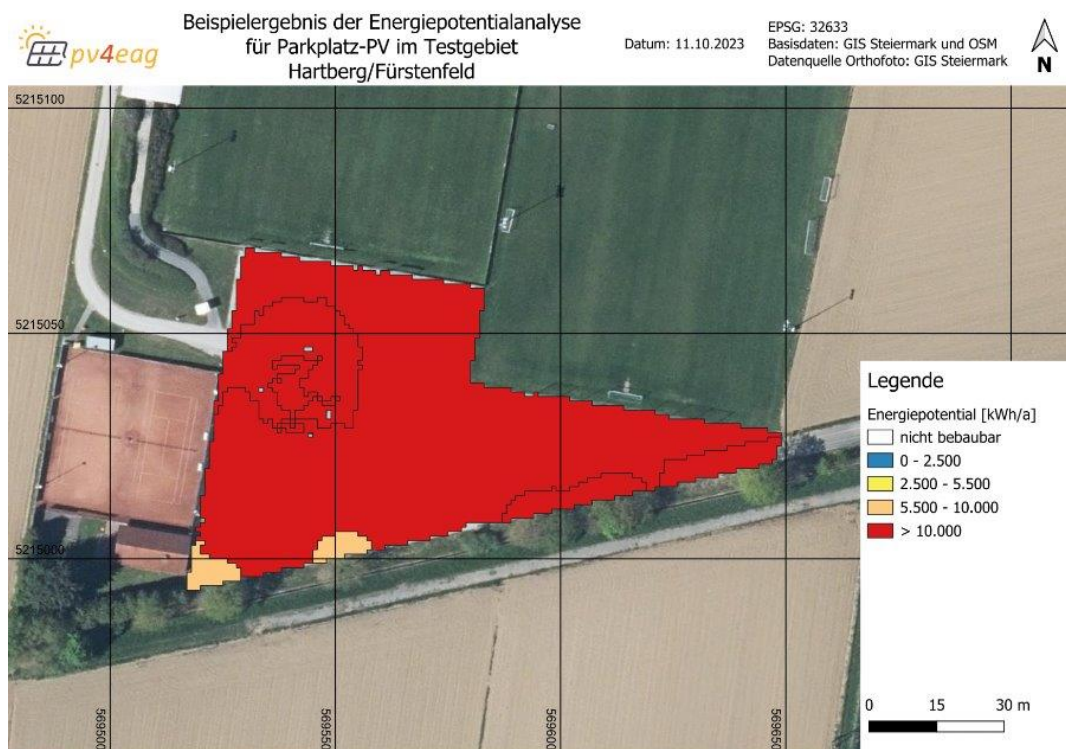


Abbildung 13: Erwarteter Energieertrag von Parkplätzen im ländlichen Gebiet

4.4 Lärmschutzwände

Neben Autobahnen, Schnellstraßen und Bahntrassen gibt es Lärmschutzwände, dessen Eignung für PV-Anlagen analysiert wurden. Leider war in unseren Testgebieten die Zugänglichkeit zu Daten nicht

einfach möglich, daher wurde nur ein ausgewähltes Beispiel außerhalb der definierten Testgebiete dargestellt. Es wurde auch unterschieden, ob die Südorientierung zur Fahrbahn oder dem Verkehr abgewandt war.

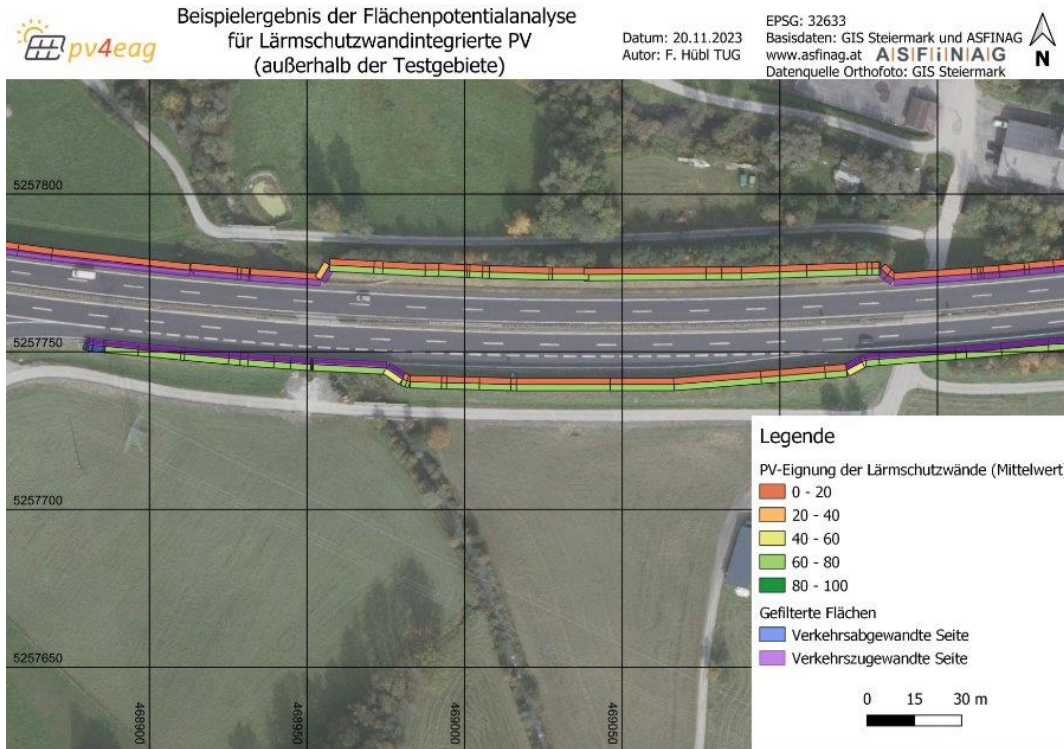


Abbildung 14: Erwarteter Energieertrag an einer Lärmschutzwand

4.5 Agrarflächen (Agri-PV)

Bei Agrarflächen wurden Weinbaugebiete analysiert, da diese im Katasterplan ausgezeichnet waren. Bei den anderen Agrarflächen war nicht zu unterscheiden mit welchen Pflanzen diese kultiviert waren. Bei den Weinbaukulturen wurde davon ausgegangen, dass ein gewisser Randbereich für die Bewirtschaftung und ein Mindestabstand zwischen den Pflanzenreihen freibleiben musste. Diese Umstände wurden im Flächennutzungsfaktor berücksichtigt. Die PV-Module wurden aufgrund der Hangneigung und Grundstücksgeometrie angeordnet. Im folgenden Beispiel sind wiederum das Flächenpotential und der zu erwartende Energieertrag dargestellt.

Energieforschungsprogramm - 7. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG



Abbildung 15: Klassifizierung und Eignung von Agrarflächen



Abbildung 16: Erwarteter Energieertrag von Weingärten

4.6 Workshops & Dissemination

Im Rahmen des Projekts wurden insgesamt drei nationale Workshops zu Projektbeginn, Projektmitte und Projektende organisiert. Die Anzahl der TeilnehmerInnen betrug dabei zwischen 35 - 70 Personen aus unterschiedlichen Branchen (Anlagenerrichtung, Anlagenbetreiber, Verwaltung, Forschung, Interessenvertretung, Immobilienverwaltung, Netzbetreiber, etc.). Die Workshops dienten der Vorstellung des Projekts, der Diskussion alternativer PV-Potenzialflächen, und der Bewertung entwickelter Methodiken zur Flächen- und Energiepotenzialanalyse. In moderierten Break-Out-Sessions und vertiefenden Interviews wurden Erfahrungen und relevante Kriterien ausgetauscht. Der abschließende Workshop präsentierte die Projektergebnisse, erfasste wirtschaftliche Aspekte und bot einen Ausblick auf zukünftige Projekte. Alle Workshops zeigten großes Interesse und lieferten wertvolle Einsichten für eine Weiterentwicklung des Projekts.

Das Projekt wurde zudem einem breiten Fachpublikum auf mehreren Veranstaltungen vorgestellt, was das große Interesse des Projektes in der Energiebranche unterstreicht. Neben den Präsentationen wurde das Projekt auch in verschiedenen Medien, einschließlich Zeitungsartikeln und Fernsehberichten, vorgestellt. Zudem trugen die Veröffentlichungen von Abstracts und wissenschaftlichen Papers dazu bei, die Forschungsergebnisse und Methodiken des Projekts PV4EAG einer breiteren akademischen und professionellen Gemeinschaft zugänglich zu machen.

5 Ausblick und Empfehlungen

Im Projekt PV4EAG wurden 7 repräsentative Testgebiete in der Steiermark ausgewählt, um Flächen für innovative PV-Anlagen mit Doppelnutzung mittels Geo-Analyse zu identifizieren und hinsichtlich des Solarenergieertrags zu analysieren. Die PV-Flächen wurden auf Basis der zur Verfügung stehenden Geoinformationsdaten mittels einer Multikriterien-Analyse identifiziert. Je nach Anlagentyp wurden auf Basis der Expertengespräche Formeln für das Energiepotential entwickelt, die den zu erwartenden Solarertrag ausweisen.

Die Ergebnisse für die Testgebiete liegen in Form von GIS-Layer vor, die auf der Projekthomepage (<https://www.fh-joanneum.at/projekt/pv4eag/>) öffentlich zugänglich sind. Die im Projekt entwickelten Algorithmen könnten auch auf die anderen Gebiete der Steiermark bzw. in Österreich umgelegt werden, vorausgesetzt die erforderlichen Geodaten sind verfügbar. Ein diesbezügliches Folgeprojekt, bei dem die Erkenntnisse und Entwicklungen aus PV4EAG umgesetzt werden, wurde bereits beantragt.

Ob auf einer identifizierten PV-Fläche auch tatsächlich eine Anlage realisiert wird, hängt in weiterer Folge unter anderem vom Zugang zu Stromnetz ab. Aufgrund fehlender Netzdaten war es nicht möglich, den nächsten Einspeisepunkt oder verfügbare Netzkapazitäten zu bestimmen. Es wurde angenommen, dass in der Nähe bewohnter Gebiete ein Stromnetz vorhanden und somit der Netzanschluss möglich ist. Der vorgesehene Netzentwicklungsplan für Verteilnetze gemäß EIWG-Entwurf lässt diesbezüglich auf eine Verbesserung der Situation hoffen.

Folgende Empfehlungen können abgegeben werden:

- Mittels Flächenpotentialanalyse lässt sich ein guter Überblick über mögliche PV-Anlagen schaffen. Darauf aufbauend gibt die Energieanalyse eine Prognose der zu erwartenden Solarenergie. Diese Daten werden als Ausgang für eine Detailplanung einer PV-Anlage empfohlen.
- Speziell bei GIPV kann es zur Verschattung durch Nachbarobjekte oder bei Parkplätzen durch Bäume kommen. Um den Energieertrag zuverlässiger abzuschätzen, stellt die Verschattungsanalyse ein geeignetes Instrument dar und wird daher empfohlen.
- Vor der Umsetzung eines PV-Projekts wird eine Detailplanung durch eine Fachfirma bzw. einen Experten empfohlen, da die Aufstellung und Ausrichtung der Module zu signifikanten Ertragsunterschieden führen können.
- Vor der Ausführung eines PV-Projekts wird die Abklärung des Netzzugangs sowie der verfügbaren Netzkapazität empfohlen.

6 Literaturverzeichnis

- [1] Österreichischer Nationalrat: Regierungsvorlage zum Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzespaket, 2021
https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/I/ 00733/fname_933183.pdf
- [2] BMK: Energiewende: Sonnenstrom-Produktion auf 1 Million Dächer in Österreich, 2020
<https://infothek.bmk.gv.at/photovoltaik-eine-million-daecher-programm/>
- [3] Fechner, Hubert: Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können, 2020.
https://oesterreichsenergie.at/files/Positionspapiere_und_FactSheets/Positionspapiere_und_FactSheets2020/Endbericht_März_23_final.pdf
- [4] Österreichs Energie: Netzberechnungen Österreich: Einfluss der Entwicklungen von Elektromobilität und Photovoltaik auf das österreichische Stromnetz, 2020.
https://oesterreichsenergie.at/files/Downloads%20Netze/2020.11_Studie_NetzberechnungenAT_PVundEV.pdf
- [5] Knoll, Thomas & Groiss, Margit: Photovoltaik in der Landschaft: Steuerungsstrategie für Photovoltaik-Freiflächenanlagen aus der Sicht des Naturschutzes und der Raumordnung, 2011
<https://wua-wien.at/images/stories/publikationen/studie-photovoltaik-landschaft.pdf>
- [6] Umweltbundesamt: Flächeninanspruchnahme in Österreich, 2019.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/boden/flaechenverbrauch_2019.pdf
- [7] Chovanec, Andreas; Fink, Max H.; Gruber, Doris; Jagsch, Albert; Nagy, Michael; Weber, Karin; Wimmer, Reinhard: Die stehenden Gewässer Österreichs: Erhebung und abiotische Charakterisierung, 2002
https://www.zobodat.at/pdf/Oesterreichs-Fischerei_55_0197-0207.pdf
- [8] Fechner, H.; Mayr, C.; Schneider, A.; Rennhofer, M.; Peharz, G.: Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich, 2016
https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/edz_pdf/1615_technologie_roadmap_photovoltaik.pdf
- [9] Salak, Boris; Graf, Christoph; Muhar, Andreas: Urbane Photovoltaikproduktion auf österreichischen Großparkplätzen: ein Beitrag zu nachhaltiger Energieversorgung, zukünftiger Elektromobilität und Bewusstseinsbildung bei Entscheidungsträgern/-innen; in Journal of Chemical Information and Modeling, 2017, S.625-636
https://www.corp.at/archive/CORP2017_110.pdf
- [10] Pirstinger, I.; Grobbauer, M.; Dorsch, L.; Sterrer, R.; Degros, A.; Bagaric, A.: ParaSol - Multifunktionale solaraktive Platz und Straßenüberdachung Leoben, 2020
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/para-sol.php>
- [11] Land Steiermark Abteilung 15 - Energietechnik und Klimaschutz: Innovative Photovoltaik-Doppelnutzung, GZ: ABT15-56821/2021-1, 2021 https://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/12817181_161967760/8077d2a9/ABT15EW-%C3%96kofonds%202021%20Innovative%20PV-Doppelnutzung.pdf
- [12] Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y., & Bhaduri, B. (2020). GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. International Journal of Geographical Information Science, 34(4), 625–636.
<https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500>

7 Anhang

8 Kontaktdaten

Projektleiter: Christof Sumereder

Institut/Unternehmen: FH Joanneum GmbH, *Institut Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement*

Kontaktadresse:

Werk-VI-Straße 46, 8605 Kapfenberg

0316 5453 6359, christof.sumereder@fh-joanneum.at

<https://www.fh-joanneum.at/institut/energie-verkehrs-und-umweltmanagement/>

Auflistung der weiteren Projekt- bzw. KooperationspartnerInnen Name / Institut oder Unternehmen

TU Graz Institut für Geodäsie: Johannes Scholz

TU Graz Institut für Softwaretechnologie: Gerald Schweiger

Campus 02 Institut für Automatisierungstechnik: Matthias Primas

dwh technical solution simulation services: Matthias Wastian

Energie Agentur Steiermark: Benjamin Kohl