Studie im Auftrag des Landes Niederösterreich

Photovoltaik- Potentiale und Szenarien im Gebäudesektor in Niederösterreich bis 2040

und

Abschätzung der Photovoltaik-Potentiale auf weiteren Infrastrukturen



HUBERT FECHNER
BREITENFURT, OKTOBER 2025

Inhaltsverzeichnis

0. Kurzfassung 3

1. Einleitung und Relevanz der Studie 7

2. Aufgabenstellung, Potentiale und Methodik 7

2.1. Aufgabenstellung dieser Studie: Bis 2040 realisierbare PV-Flächenpotentiale in NÖ im Gebäudebereich und anderen Infrastrukturen 7

2.2. Potentialbegriffe und Methodik 8

3. Aktueller Stand der photovoltaischen Verbreitung und Nutzungsarten in Niederösterreich 9

4. Berechnung der aktuell (mit 1.1.2025) für Photovoltaik in Niederösterreich zur Verfügung stehenden Flächen und deren PV-Nutzbarkeit 11

4.1. Gebäude Flächenermittlung – durch Gebäude in Anspruch genommene Grundfläche 11

4.2. Physikalisch/theoretisches Photovoltaik-Gesamtpotential der Gebäudedach- und -fassadenflächen 12

4.3. Ermittlung der technischen Photovoltaik-Gebäudepotentiale 13

4.4. Vom technischen zum wirtschaftlichen Potential 15

4.5. Noch aktuell ungenutztes wirtschaftliches Potential 18

4.6. Zusätzlich entstehendes PV-Potential bis 2030, 2035 und 2040 20

4.7. Abschichtungsfaktoren aufgrund weiterer Gründe, ohne spezielle Maßnahmen –Szenario „B-A-U“ 22

4.8. Wie sich das wirtschaftliche Potential mit politischer Unterstützung nahezu vollständig realisieren lassen könnte – Szenario MAX 26

5. Deponien 28

5.1. Grundsätzliches zur Photovoltaik-Eignung von Deponien 28

5.2. Bislang realisierte PV-Anlagen auf Deponien 29

5.3. Potentiale für PV auf Deponien 29

5.4. Aktuelle Hemmnisse bei der Realisierung von PV auf Deponien: 31

6. Verkehrsflächen 32

6.1. Schallschutzwände - Generell 32

6.1.1. Potential bei Schallschutzwänden 33

6.2. Potential bei Bahnsteigüberdachungen/Gleisüberdachungen 34

6.3. PV-Parkraumüberdachungen 34

6.3.1. Generell 34

6.3.2. PV-Potential auf Parkraumüberdachungen 35

6.4. Weitere PV-Potentiale mit Bezug zum Verkehrsbereich 36

6.5. Randstreifen zu Autobahnen, Schnellstraßen oder Schienenwegen 36

7. Schwimmende PV- Floating PV 37

8. Militärische Flächen 37
9. Konversionsflächen 38
10. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen 38
11. Anhang: Potentialbegriffe und Variabilität der Potentiale 39
11.1. Potentialbegriffe - Definitionen 39
11.2. Anhang: Variabilität der Potentiale 40
12. Anhang: Berechnungsmethodik 41
METHODISCHER ZUGANG – SOLARKATASTERANALYSE MIT NACHFOLGENDEM ABSCHICHTUNGSVERFAHREN 41
12.1. Das Photovoltaik-Potential auf Dächern von Ein- („EFH“) und Zweifamilienhäusern („ZFH“) in Niederösterreich 42
12.2. Das Photovoltaik-Potential auf Dächern von Mehrfamilienhäusern und sonstigen Gebäuden im Bereich Büro, Handel, Freizeit, Gesundheit etc. in Österreich 44
12.3. Das Photovoltaik-Potential auf Dächern von Hallen 44
12.4. Photovoltaik Potential an Fassaden von Gebäuden 45
13. Anhang - Bandbreite der Ergebnisse 46
14. Literaturverzeichnis 48
15. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 51
16. Studienautor 52

0. Kurzfassung

EINLEITUNG

Photovoltaik ist weltweit und auch regional am Weg eine der wichtigsten Energiequellen zu werden. Aktuell werden in Niederösterreich mit etwa 150.000 Photovoltaikanlagen jährlich etwa 2,7 TWh elektrische Energie erzeugt, was über 20% des niederösterreichischen Stromendverbrauchs darstellt.

Beim weiteren Ausbau stellt sich rasch die Frage, welche Flächen zur photovoltaischen Stromerzeugung genutzt werden sollen. Bevorzugt bieten sich Flächen an, die bereits anderswertig genutzt sind, wie Gebäude und andere Infrastruktureinrichtungen im Verkehrsbereich aber auch dort, wo weitere spezielle Synergien möglich sind, beispielsweise hybride Nutzungen von Stromnetzstrukturen durch verschiedene Technologien.

Vor allem im Gebäudebereich fallen überdies Erzeugungsort und Nutzung zu einem Teil örtlich und zeitlich zusammen, umso mehr, wenn Batteriespeicher die Eigennutzung auf hohe Werte steigern.

FRAGESTELLUNG

Diese Studie stellt daher die Frage, welche Photovoltaikpotentiale im Gebäudesektor Niederösterreichs vorhanden sind, wobei einerseits zwischen verschiedenen Gebäudekategorien unterschieden wird, andererseits aber auch der in Fachliteratur oft sehr unscharf verwendete Potentialbegriff hier sehr klar definiert wird. Zwischen der grundsätzlichen physikalischen Möglichkeit auf einem Dach photovoltaischen Strom zu erzeugen und der sich in der Praxis realisierenden photovoltaischen Installation liegen diverse technische, wirtschaftliche, strukturelle und soziale Barrieren, die überwiegend jedoch beeinflussbar sind. Daher soll diese Studie auch aufzeigen, welche Möglichkeiten bestehen, die Potentiale auch zu einem signifikanten Anteil in die Realisierung zu bringen.

METHODIK

Das vorliegende Photovoltaik-Potential im Bundesland Niederösterreich im Gebäudesektor wird einerseits in Gebäudekategorien unterteilt und andererseits wird auch zeitlich zwischen aktuell 2025 verfügbaren sowie bis 2040 sich weiter eröffnenden Potentialen unterschieden.

Neben Gebäudepotentialen wird auch auf das niederösterreichische Potential auf Deponien, im Verkehrsbereich und bei schwimmenden PV-Anlagen (Floating PV) eingegangen.

ERGEBNIS

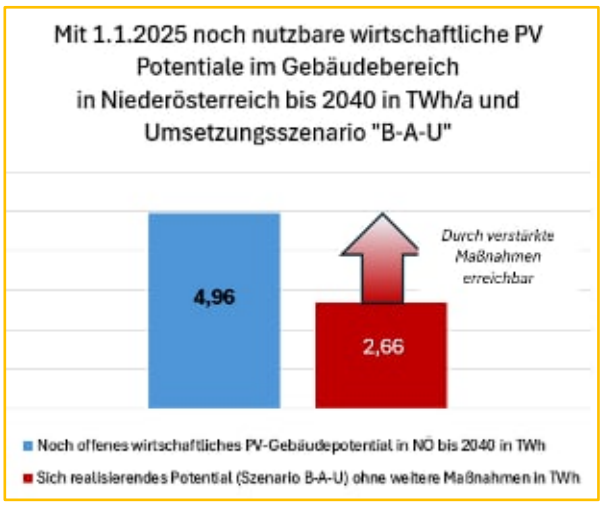


Vom wirtschaftlichen Gesamtpotential an Gebäuden in Niederösterreich von 6,75 Terawattstunden pro Jahr (TWh/a) sind aktuell noch Dächer und Fassaden verfügbar an denen etwa 4,05 TWh/a photovoltaischer Strom erzeugt werden kann. Etwa 40% des wirtschaftlichen PV-Potentials im Gebäudebereich sind in Niederösterreich aber bereits genutzt. Betrachtet man den Zeitraum bis 2040 so eröffnet sich aufgrund weiterer Gebäudeerrichtungen ein zusätzliches Erzeugungspotential von etwa 0,9 TWh/a, d.h. Gesamt bis 2040 bestehen damit etwa 5 TWh/a zusätzliches jährliches Erzeugungspotential, wodurch die gesamte Strommenge, die jährlich an Gebäuden in Niederösterreich erzeugt werden, könnte auf etwa 7,7 TWh/a anwachsen würde.

MASSNAHMEN ZUR UMFASSENDEN REALISIERUNG DER POTENTIALE

Wesentlich ist jedoch auch zu erkennen, dass sich ein entscheidend großer Teil des PV-Gebäudepotentials trotz Wirtschaftlichkeit nicht realisieren wird; Dies ist im Szenario B-A-U („Business As Usual“) dargestellt. Zu den wichtigsten Gründen der Verhinderung einer Umsetzung zählen mangelndes Interesse, Angst vor der Komplexität der Umsetzung, Vorbehalte aus ökologischen oder ästhetischen Gründen, mangelnde Gebäudenutzung (Nebenwohnsitze, Leerstände etc.), soziale Gründe der Bewohnenden wie Alter, Gesundheit, verfügbares Kapital etc. Ein PV-Gebäudepotential von bis zu etwa 2,3 TWh/a würde dadurch unerschlossen bleiben.

Aufgabe muss es daher sein, Maßnahmen zu setzen, um diesen Verhinderungsgründen proaktiv zu begegnen und das wirtschaftliche Potential möglichst vollständig zur Umsetzung zu bringen. Dies kann durch verstärkte rechtliche und regulatorische Anreize und Verpflichtungen, durch technische und organisatorische Unterstützung im Zuge der Planung und Errichtung von Anlagen sowie durch soziale und ideelle Anreize (Bewusstseinsbildung, Klimaschutzmotivation, Nachbarschaftseffekte, Imagegewinn etc.) möglich werden.



Die bis 2040 noch offenen wirtschaftlichen PV-Gebäudepotentiale sind in nebenstehender Grafik dargestellt.

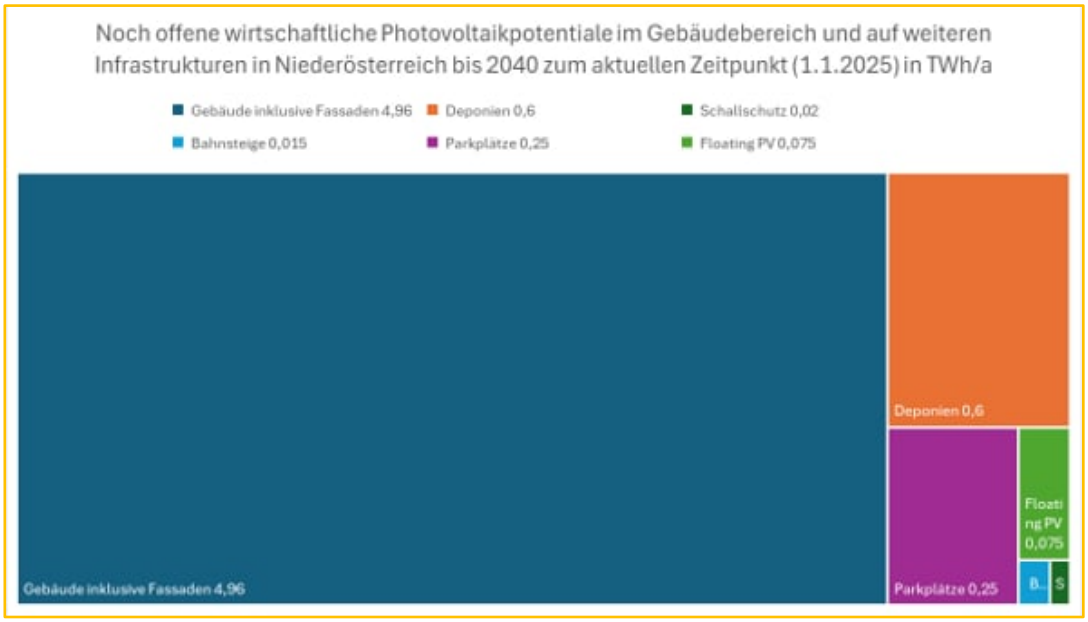
Dabei wird unterschieden zwischen dem gesamten wirtschaftlichen Potential, das bis 2040 zum weiteren PV-Ausbau auf Gebäuden in Niederösterreich noch verfügbar ist (blau), und dem Szenario B-A-U, das wahrscheinlich eintreten wird, wenn keine weiteren Maßnahmen gesetzt werden, d.h. „Business As Usual“ (rot). Der Pfeil deutet auf die Möglichkeit hin, durch verstärkte Maßnahmen das wirtschaftliche PV-Gebäudepotential in Niederösterreich zu einem großen Teil auch zur Umsetzung zu bringen.

PV POTENTIALE AUF WEITEREN INFRASTRUKTUREN IN NIEDERÖSTERREICH

Neben den Gebäuden stellen Deponien einen bevorzugten Platz für die Errichtung von Photovoltaik-anlagen dar. Für eine breite Nutzung sind diverse vor allem rechtliche und organisatorische Aspekte noch zu verbessern, das aktuell realisierbare Potential dürfte bei etwa 500 MW bzw. 0,5 TWh/a liegen. Aufgrund weiterer Schließung von Deponien bzw. Zurverfügungstellung von geschlossenen Altdeponien könnte sich bis 2040 ein weiteres Potential von etwa 200 MW bzw. 0,2 TWh/a ergeben.

Im Bereich der Verkehrsflächen werden Schallschutz, Bahnsteigüberdachungen und Parkräume analysiert, die für Niederösterreich gesamt ein Potential von etwa 500 MW bzw. 0,5 TWh/a ergeben, Dominierend dabei sind die Parkraumüberdachung mit etwa 250 MW (0,25 TWh/a) und der Schallschutz im Bereich der Autobahnen und Schnellstraßen auf niederösterreichischem Landesgebiet.

Das Potential für Floating-PV in Niederösterreich wird mit 0,075 TWh/a als vergleichsweise gering angesehen.


Noch offene wirtschaftliche Photovoltaikpotentiale im Gebäudebereich und auf weiteren Infrastrukturen in Niederösterreich bis 2040 zum aktuellen Zeitpunkt (1.1.2025) in TWh/a
Gebäude inklusive Fassaden 4,96
Deponien 0,6
Schallschutz 0,02
Bahnsteige 0,015
Parkplätze 0,25
Floating PV 0,075
Gebäude inklusive Fassaden 4,96
Deponien 0,6
Parkplätze 0,25
Floating PV 0,075
B...
S

1. Einleitung und Relevanz der Studie

Photovoltaik hat in den letzten 10-15 Jahren einen von vielen unterschätzten Aufstieg von einer Nischentechnologie zu einer Massenanwendung geschafft, mit dem weiteren Potential, in den kommenden Jahrzehnten die dominierende Stromquelle zu werden und Basis einer gelungenen Energiewende zu sein, die auch einen Wandel zu deutlich höherem Elektrizitätseinsatz mit sich bringen wird.

Umso wichtiger ist es, sich frühzeitig damit zu beschäftigten, auf welchen Flächen diese Technologie, die einen im Vergleich zu fossilen Energien hohen Flächenbedarf aufweist, in optimaler Weise installiert werden kann. **Die Technologie der solaren Stromerzeugung hat aber die Eigenschaft, synergetisch dort eingesetzt zu werden, wo Flächen bereits für andere Zwecke genutzt werden. Vor allem im Gebäudebereich ist überdies der Vorteil entscheidend, dass große Teile der Stromproduktion vor Ort auch wieder genutzt werden können, direkt, oder zeitverzögert, mittels der immer günstiger werdenden Batteriespeicher [Biermayr et al.2025].** Auch die Energiespeicherung in anderer Form vor Ort (Bauteilaktivierung, Wasserspeicher, etc.) soll nicht unerwähnt bleiben. Bauwerkintegrierte PV (BIPV) macht es überdies möglich, andere Teile der Gebäudeaußenhülle durch photovoltaische Elemente zu ersetzen, was oft zu besonders ästhetischen Lösungen und zur Ressourcenschonung beiträgt. Ein genaues Wissen über die Potentiale, die Photovoltaik an Gebäuden vorfinden, und wie die Realisierung dieser Potentiale beeinflusst werden kann, ist daher wesentlich, um den maximalen Nutzen der Photovoltaik im Zuge der Energiewende zu generieren.

2. Aufgabenstellung, Potentiale und Methodik

2.1. Aufgabenstellung dieser Studie: Bis 2040 realisierbare PV-Flächenpotentiale in NÖ im Gebäudebereich und anderen Infrastrukturen

Ziel dieser Studie ist es, zu analysieren, welche Stromerzeugungsmöglichkeiten in der Photovoltaik bei Gebäuden und anderen Infrastrukturen in Niederösterreich unter aktuellen Rahmenbedingungen vorliegen (Szenario) und welche dieser Potentiale sich tatsächlich bis 2035 unter optimierten Rahmenbedingungen (Diskussion in Kapitel 3.1.8) realisieren lassen.

Ausgehend von den **physikalisch/theoretischen** Brutto-Potentialen (mit PV-Technologie belegbare Fläche, die ungeachtet einer aktuellen Wirtschaftlichkeit und aktuellen gesetzlichen und normativen Vorgaben, Strom auf Basis aktueller Wirkungsgrade und des vorliegenden Strahlungspotentials erzeugen könnte) soll in einem nachfolgend beschriebenen Abschichtungsverfahren ermittelt werden, welche **technisch** umsetzbaren Potentiale sich in den folgenden Flächenkategorien tatsächlich realisieren lassen und welche auch bei gegebenen Rahmenbedingungen **wirtschaftlich** sind; vom wirtschaftlichen Potenal ausgehend werden dann 2 Szenarien diskutiert: Das Szenario „B-A-U“, das sich realisieren würde, wenn das „Business wie usual“ weitergeführt wird, und ein Szenario „MAX“, das zu verstärkten Realisierungen führt, die durch spezielle gestalterische Anstrengungen im Bereich der rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen sowie von sozialen und bewusstseinsbildenden Anreizen erreicht werden können.

Diskutiert werden in dieser Studie folgende Flächenkategorien:

- Wohn- und Bürogebäude, Gebäude für Gewerbe, Industrie, Kultur, Freizeit, Gesundheit, Infrastrukturbetreiber,... sowie Hallen (Landwirtschaft, Gewerbe, Industrie,...)
- Deponien

- Verkehrsflächen (Parkflächen, Schallschutz, ...)
- Schwimmende PV („Floating PV“)
- Militärflächen
- Konversionsflächen

Ziel ist eine Analyse, welche PV-Potentiale im Bereich der gebauten Infrastrukturen aktuell in Niederösterreich tatsächlich vorliegen.

2.2. Potentialbegriffe und Methodik

Wenn Potentiale diskutiert werden, ist es von zentraler Bedeutung, eine klare Begriffsdefinition voranzustellen; es wird hier in dieser Studie genau unterschieden zwischen dem physikalisch/theoretischen, dem technischen und dem wirtschaftlichen Potential. Da viele Faktoren aber in der Praxis dazu führen, dass auch Anlagen nicht realisiert werden, obwohl deren Wirtschaftlichkeit klar gegeben wäre, werden in dieser Studie zwei weitere Begriffe eingeführt: Aus „Szenario REAL“ leitet sich aufgrund der aktuellen Rahmenbedingungen eine „realisierende Anzahl von PV-Anlagen auf Gebäuden in Niederösterreich“ ab. Als „Szenario MAX“ wird eine Entwicklung skizziert, wo sich das wirtschaftliche Potential nahezu vollständig realisiert, was jedoch nur möglich ist, wenn die Faktoren, die trotz Wirtschaftlichkeit zu keiner Realisierung führen, durch diverse, vor allem politische, Maßnahmen adressiert werden. Überdies wird das Potential im weiteren auch auf unterschiedliche Zeiträume bezogen, aktuell auf 2025, 2030, 2035 und 2040 – wobei die Veränderung überwiegend auf den Bevölkerungszuwachs in Niederösterreich und damit auf eine prognostizierte Zunahme der Gebäudeanzahl bezogen wird.

Detaillierte Definitionen aller Potentialbegriffe und eine Diskussion zur Variabilität der Potentiale finden sich im Anhang.



Abbildung 1- Methode der Potentialermittlung (eigene Darstellung)

3. Aktueller Stand der photovoltaischen Verbreitung und Nutzungsarten in Niederösterreich

Mit 1.1.2025 waren in Niederösterreich gesamt 2.960 MW PV Leistung installiert (DC-PV-Modulleistung). davon etwa 2700 MW auf Gebäuden.

Der Zuwachs gegenüber 1.1.2024 betrug 678 MW. Dies entspricht etwa 27% der in Österreich gesamt zugebauten PV-Leistung des Jahres 2024. Bei der gesamt installierten PV-Leistung liegt Niederösterreich bei 31,5%. Bei der Anlagenanzahl liegt Niederösterreich PV mit 143.000 Anlagen bei etwa 30% aller österreichischen PV-Anlagen [Netz Niederösterreich, ENU, E-Control, 2025]

Anmerkung: DC und AC-Werte: *seit Beginn der Photovoltaik Statistiken wurde immer die Modulleistung (Gleichstromleistung DC bei Normbedingungen) erfasst. Für den tatsächlichen Beitrag zur Stromversorgung ist wesentlich, wieviel kWh pro kW Modulnormleistung jährlich erzeugt werden. Für Österreich waren 1.000 kWh/kW der Standardwert. Aufgrund der mittlerweile sehr günstigen Modulpreise werden Module in den letzten Jahren immer öfter derart montiert, dass ist dieser Faktor deutlich unterschritten wird, da die Module auch dort montiert werden, wo sie deutlich weniger als das Maximum produzieren. (z.B. Ost/Westorientierte Dächer, Fassaden und andere vertikale Montagen, flache Norddächer etc...). Einzig bei den vergleichsweise selten ausgeführten Tracker-Anlagen werden Erzeugungswerte deutlich über 1.000 kWh/kW erreicht, deutlich überwiegend jedoch Anlagen mit Werten unter diesem Standardwert. Dadurch werden immer häufiger Wechselrichterleistungen (AC) errichtet, die deutlich geringer sind als die Summen-Gleichstromleistung der Module. überdies tragen Restriktionen bei der Netzeinspeisung dazu bei, dass der AC-Wert oft deutlich unter dem DC-Wert liegt, wobei beim AC-Wert noch zwischen der „Netzwirksamen Leistung" und der „Wechselrichterleistung" zu unterscheiden ist, die aufgrund der Nutzungsmöglichkeit hinter dem Zählpunkt freilich deutlich unterschiedlich sein kann. Im Folgenden wird aber für die weitere Potentialbetrachtung immer auf die DC Werte Bezug genommen, da PV-Ausbaustatistiken national und international seit jeher auf DC-Normleistungen der Module bezogen sind.*

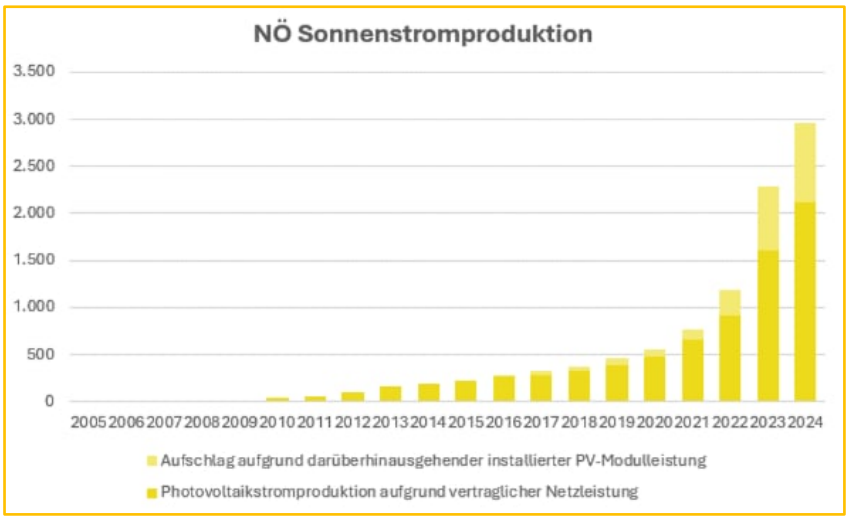


Abbildung 2- Photovoltaik Kumulierte Leistung (DC) gesamt seit 2011 und jährlicher Zubau. Quelle: ENU, H.Greisberger

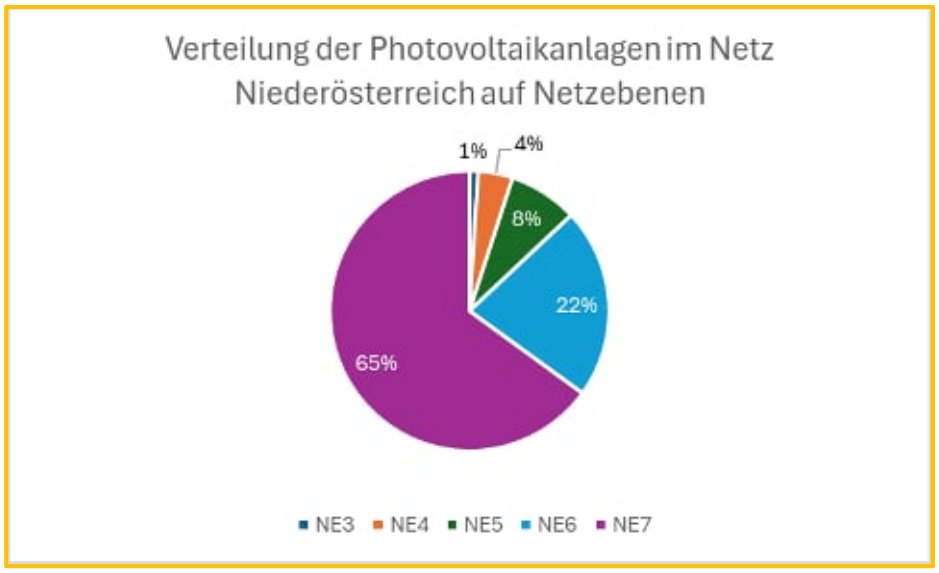


Abbildung 3- Ausgangssituation – Verteilung der im Netz NÖ angeschlossenen PV-Anlagen (betreffend Leistung) auf Netzebenen mit 1.1.2025, Quelle. Netz NÖ, Österreichs Energie

Geht man davon aus, dass in Netzebene 7 und 6 nahezu alle Anlagen gebäudeverbunden sind und in Netzebene 5 50% angenommen werden, so ist etwa 91% der PV-Leistung in Niederösterreich auf Gebäuden installiert.

Netzebene 3	Hochspannung (110 kV, einschließlich Anlagen mit einer Betriebsspannung zwischen mehr als 36 kV und 110 kV);	Große PV Parks deutlich größer als 10 MWp
Netzebene 4	Umspannung von Hoch- zu Mittelspannung	PV Parks ab ca. 5-10 MWp
Netzebene 5	Mittelspannung (mit einer Betriebsspannung zwischen mehr als 1 kV bis einschließlich 36 kV sowie Zwischenumspannungen);	ab ca. 50 /100 kWp bis ca. 5 MWp
Netzebene 6	Umspannung von Mittel- zu Niederspannung, "Orts-Transformator"	ab ca. 30 kWp bis zum MW Bereich, je nach Transformatorgröße
Netzebene 7	Niederspannung (1 kV …0,4 kV)	kleine PV Anlagen max. 30…50 kWp

Tabelle 1 - Netzebenen und typische PV-Anlagengrößen (eigene Darstellung basierend auf ElWOG §25 (5) Netzebenen-Definition)

4. Berechnung der aktuell (mit 1.1.2025) für Photovoltaik in Niederösterreich zur Verfügung stehenden Flächen und deren PV-Nutzbarkeit

4.1. Gebäude Flächenermittlung – durch Gebäude in Anspruch genommene Grundfläche

Niederösterreich hat mit Stichtag 1.1.2024 gesamt 734.363 Gebäude [Statistik Austria 2025]

Davon sind

490.041 als Einfamilienhäuser

- 61.294 als Zweifamilienhäuser
- 38.850 als Mehrfamilienhäuser ausgewiesen
- 23.521 Industrie- und Lagergebäude
- 8.551 dem Bereich Kultur, Freizeit, Bildung, Gesundheit, Sakralbauten
- 8.070 Bürogebäude
- 7.997 Handelsgebäude
- 5.000 Hotels und ähnliche Gebäude
- 1.018 Verkehrsgebäude und Gebäude des Nachrichtenwesens
- 1.007 Gebäude für Gemeinschaften
- 83.234 werden als „sonstige Gebäude und Pseudobauwerke“ (z.B. Trafohäuser) geführt
- 5.780 können nicht einer Nutzungsart zugewiesen werden

186 km² Gebäudefläche in Niederösterreich teilen sich daher auf in:

551.335 Ein- und Zweifamilienhäuser mit durchschnittlich je 160 m² [2] [1] . Daraus ergeben sich 88 km² Grundfläche der EFH und ZFH, - bei 90% Giebeldächern [Kaltschmitt 2013] ergibt das eine Dachfläche von 95 km².

- 38.850 Mehrfamilienhäuser (MFH): 15,5 km² [2]
- Sonstige, mit gesamt 82,5 km² mit folgender Unterteilung:
    - Da NÖ etwa 33% des österr. landwirtschaftlichen Produktionswertes und 17% der österreichischen Industrieproduktion in NÖ liegen, soll angenommen werden, dass etwa 25% der 142 km² an Hallen in diesen Sektoren in NÖ liegen.[3] Somit ergibt dies eine Fläche von 35,5 km².
    - 47 km² Fläche entfällt somit auf „Sonstige Gebäude“ (Industrie, Handel, Hotel, Freizeit, Sakralbauten, etc.)

[1] Mittlerer Wert aus Katastermessungen, inklusive Vordächer, und überdachte An- und Zubauten

[2] 97 km² Quelle: Robert Lechner in (Putschögl Martin 2018 – Neubau 2020 1,3 km²[2] - Gesamt 2016-2023 10km²

[3] Aus regelmäßigen Informationen der Statistik Austria[3] geht hervor, dass Hallen für Industrie und Landwirtschaft (landwirtschaftliche Nutzgebäude) etwa 19% des Gebäudeflächenbedarfs ausmachen

Somit ergeben sich 3 Gebäudekategorien mit folgenden Grundflächen:

- EFH/ZFH: 88 km² Grundfläche bzw. 95 km² Dachfläche
- MFH + Sonstige (Büro, Handel, Kultur, Freizeit, Gesundheit, Verkehr, Nachrichtenwesen, etc.): 62,5 km² Annahme: Grundfläche entspricht Dachfläche
- Industrie + Landwirtschaftliche Hallen/Nutzgebäude: 35,5 km²
  Annahme: Grundfläche entspricht Dachfläche

Summe der Gesamtgebäudegrundfläche in Niederösterreich, wie bereits oben angeführt, 88+62,5+35,5 km²= 186 km²

Die grundsätzlich nutzbare Fassadenfläche in Niederösterreich wurde in [Fechner, Fries, 2024] mit etwa 27 km² errechnet.

Die Berechnungsmethodik ist in Anhang ausführlich dargestellt und orientiert sich an der Methodik, der in der Studie „Photovoltaik-Potentiale im Gebäudesektor in Österreich bis 2040 und Abschätzung der Photovoltaik Potentiale auf weiteren Infrastrukturen“ Fechner 2024, ausführlich dargestellten Verfahren [Fechner 2024]. Mit den dort aus Solarpotentialkatastern errechneten „mittleren“ Werten für Ein- und Zweifamilienhäuser von 550 kWh/m²a, für Mehrfamilienhäuser und Sonstige Gebäude von 602 kWh/m²a sowie 842 kWh/m²a für den Bereich der Hallen können für Niederösterreich die PV-Gebäudepotentiale nachfolgend bestimmt werden.

Angenommen wurde weiters ein PV Wirkungsgradfaktor des Gesamtsystems von 17%.

Für Fassaden, wo aus Solarpotentialkatasterwerten keine Abschätzung erfolgen kann, wurde eine eigene Methode angewendet, die ebenso im Anhang bzw. in [Fechner 2024] detailliert dargestellt ist.

4.2. Physikalisch/theoretisches Photovoltaik-Gesamtpotential der Gebäudedach- und -fassadenflächen

Um vom für PV geeigneten Einstrahlungspotential, das rein auf die aufgrund ausreichender Strahlung nutzbaren Dachflächen bezogen ist, zum nutzbaren Potential für PV-Anwendungen zu kommen ist, wie bereits zuvor angeführt, noch ein ***PV-Technologie-Nutzungsfaktor*** zu berücksichtigen; dieser begründet sich mit aufgrund am Markt erhältlicher Standard-Modulgrößen, Modulrahmen, sich ergebender erforderlicher Randabstände, Begehbarkeiten, sicherheitstechnischer Fragen, Nichtnutzbarkeit kleiner Flächen, Aufständerungen, Verschattungsvermeidung etc...- und wird in Übereinstimmung mit dem steiermärkischen Solarkataster für Dächer mit 0,6 angenommen.

Mit diesen Werten ergeben sich folgende **mittlere physikalisch/*theoretische mit aktueller PV-Technologie PV-nutzbare Erzeugungswerte über alle Gebäude*** (unabhängig von der solaren Eignung) in Niederösterreich

Kategorie	Grundflächen (Dachfläche)	Physikalisch/theoretisches PV-Ertragspotential	Mit PV-Technologie-Nutzungsfaktor (0,6)
	km²	TWh/a	TWh/a
EFH/ZFH:	88 (95)	8,9	5,3
MFH+Sonstige	62,5 (62,5)	6,4	3,8
Industrie/LW-Hallen	35,5 (35,5)	5,08	3
Fassadenfläche	27	3,31	2
Physikalisch/theoretisches Gesamtgebäudepotential			**14,1**

Tabelle 2 - Potentialermittlung: Zusammenstellung der Kategorien aus Katasterwerten

Das jährliche physikalisch/theoretische Stromerzeugungspotential das grundsätzlich mit heutiger PV-Technologie auf heute existierenden Gebäudedächern und Fassaden in Niederösterreich nutzbar wäre, liegt aktuell somit in einem Bereich von etwa **14 TWh/a.**

4.3. Ermittlung der technischen Photovoltaik-Gebäudepotentiale

Vom theoretisch/physikalischen Potential zum technischen Potential

Folgende Faktoren finden bei der Abschichtung vom physikalisch/theoretischen Potential zum technischen Potential Beachtung:

- *Gebäude- und andere technische Faktoren:*
  - *Statik, normative Vorgaben (z.B. Schneeschutz)*
  - *Elektrotechnische Gebäudeausrüstung, Dachaufbauten*
  - *spezielle sicherheitstechnische Vorgaben (z.B. AUVA-Empfehlungen)*
- *Flächenkonkurrenz/legistische Barrieren*
  - *Solarthermie*
  - *Dachbegrünung bzw. Dachgarten*
  - *Dachflächenfenster*
  - *Andere Dachnutzung (Erholungsraum, Dach-Pool…)*
- *Denkmal-/Ensemble-/Ortsbildschutz*

Entsprechend der oben angeführten 3 Kategorien (EFH/ZFH – MFH/Sonstige – Hallen) soll nun diskutiert werden, welche Einflussfaktoren existieren, die das theoretisch/physikalische PV-Erzeugungspotential auf Gebäuden laut Solarkatasterberechnungen auf Basis des aktuellen Gebäudebestandes (1.1.2025) von 14 TWh auf das technische und weiter auf das wirtschaftliche und schlussendlich das als realisierbar angesehene Potential reduzieren.

Die Faktoren im Detail:

- **Statik:** Bei Photovoltaikanlagen gibt es nicht nur die Gebäudestatik zu beachten, sondern auch die Systemstatik. Sie beinhaltet die Unterkonstruktion, die Befestigung am Dach, sowie eventuelle Beschwerungen; Erhöhte Schneelasten laut Norm erschweren zusätzlich die Anbringung von PV-Anlagen auf Hallendächern. Die zusätzliche Last aufgrund des Gewichtes von Montagesystem und Modulen kann bis zu 20 kg/m² betragen. In Österreich wurden die Belastbarkeiten von Gebäudeeindeckungen im April 2006 durch die ÖNORM B 1991-1-3:2006-04-01 gesetzlich vorgegeben. Von den etwa 150 km² bestehenden Hallendächern in Österreich dürften etwa 50% nicht für die Montage einer PV-Anlage geeignet sein.[4] Bei Neubauten sollten die statischen Anforderungen nun auf die PV jedenfalls Rücksicht nehmen, weswegen man bei diesen eine statische Eignung voraussetzen kann. Leichtgewichtsmodule sind am Markt verfügbar und reduzieren die zusätzliche Dachlast signifikant, deren Einsatz ist in der Praxis jedoch gering, obwohl diese seit Jahren verfügbar sind.

- **Elektrotechnik:** Bei EFH/ZFH, Wohn- Büro und anderen Bauten liegen statische Probleme recht selten vor, elektrotechnische Barrieren treten aber manchmal an deren Stelle. So ist laut Elektrotechnikgesetz in der Fassung vom 1.4.1993[5] nach jeder „wesentlichen Änderung oder Erweiterung einer elektrischen Anlage die elektrotechnische Anlage eine Anpassung an die aktuellen „Grundsätze der Normalisierung und Typisierung von elektrotechnischen Anlagen“ erforderlich, was oftmals Kosten verursacht, die die Kosten der PV-Anlageninstallation signifikant erhöhen und damit die Realisierung scheitern lassen.

- **Dach- und Fassadenbegrünung – andere Dachnutzungsarten:** Neben Dachflächenfenstern, die speziell im EFH/ZFH Bereich etabliert sind und bei Ausbauten des Dachgeschosses bei MFH zusehendes eingesetzt werden, steht speziell im Bereich der Mehrgeschoßbauten die Dachbegründung aktuell voll im Trend. Gründächer sollen vor allem bei den vermehrt auftretenden Hitzetagen in urbanen Räumen errichtet werden [Umweltberatung 2024], diese sind zwar grundsätzlich mit PV vereinbar, derartige Kombinationen werden in der Praxis aber selten realisiert, da sie auf erhebliche Herausforderungen trifft; so ist bei intensiver Begrünung ein mehrmaliger Schnitt des Bewuchses erforderlich, was die Kosten erheblich steigert. Eine signifikante Umsetzung ist daher nicht zu erwarten, die Reduktion der verfügbaren Dachflächen dürfte daher besonders im urbanen Bereich signifikant sein.

- **Denkmal-, Ortsbild bzw. Ensembleschutz**: 98.126 Gebäude in Niederösterreich wurden vor 1919 errichtet. Weitere etwa 50.000 Gebäude vor 1944. Das sind etwa 20% des Gebäudebestands in Niederösterreich. Eine Installation einer PV-Anlage kann hier nicht ausgeschlossen werden, jedoch dürfte das sich in diesem Segment ergebende Potential vergleichsweise gering sein.

- **Brandschutz, Blendung, Sicherheitsvorgaben** bei Montage, Installation und Wartung; Zugänge, Verkehrswege und Arbeitsplätze sind einzuplanen, die die nutzbare Fläche deutlich verringern können. D.h. die Instandhaltung weiterer technischer Anlagen (Lüftungen, Klimageräte, Rauch- und Wärmeabzüge usw.) muss gewährleistet bleiben. Ein permanentes umlaufendes Geländer kann durch Schattenwurf die nutzbare Fläche weiter einschränken.

[4] Abschätzung nach Diskussion mit führenden PV-AnlagenplanerInnen
[5] Bundesgesetz über Sicherheitsmaßnahmen, Normalisierung und Typisierung auf dem Gebiete der Elektrotechnik (Elektrotechnikgesetz 1992 – ETG 1992)

Zusammenfassend:

Für EFH/ZFH sind vorrangig Dachflächenfenster, elektrotechnische Gründe und andere normative Vorgaben bestimmend für die Festlegung des diesbezüglichen Abschichtungsfaktors; 0,8 erscheint gerechtfertigt.

Für MFH und Sonstige Bauten treten zusätzlich andere Dachnutzungsarten, verstärkte Haustechnik am Dach, Denkmal/Ensembleschutz sowie Sicherheitsvorgaben, Dachbegrünungen etc. in Erscheinung, weswegen ein Abschlagfaktor von 0,6 gewählt wurde.

Für Hallen mit den dominierenden statischen Herausforderungen, aber auch den diversen Dachaufbauten scheint ein Abschlagfaktor von 0,5 gerechtfertigt.

Für Fassaden mit den komplexen Herausforderungen hinsichtlich Brandschutzes und anderen Sicherheitsstandards, Blendung, Montage, etc. wird ebenso ein Faktor von 0,5 angenommen

➢ 0,8 im EFH/ZFH Bereich
➢ 0,6 im MFH+ Sonstige
➢ 0,5 im Industrie- und Landwirtschafts-Hallenbereich
➢ 0,5 im Fassadenbereich

Tabelle 3 -Abschichtungsfaktor aufgrund technischer Einschränkungen

Es ergeben sich folgende technische Potentiale für eine PV-Nutzung an Gebäuden:

Kategorie	Physikalisch/theoretisches PV-Ertragspotential mit PV Nutzungsfaktor 0,6	Technisches Potential
EFH-ZFH	5,3	4,24
MFH+Sonstige	3,8	2,28
Industrie/LW-Hallen	3	1,5
Fassaden	2	1
GESAMT	**14,1**	**9,02**

Tabelle 4- Gebäudepotentiale: Technische Potentiale (Angaben in TWh) eigene Darstellung

4.4. Vom technischen zum wirtschaftlichen Potential

Folgende Faktoren finden bei der weiteren Abschichtung vom technischen Potential zum wirtschaftlichen Potential Beachtung:

- *Geringe Einspeisetarife, geringe Strompreise*
- *Keine vollflächige Dachnutzung aus wirtschaftlichen Gründen*
- *Geringer Eigenverbrauch*
- *Hohe Netzanschlussgebühren, notwendige Investitionen zum Netzanschluss*
- *Geringe oder keine Einspeisemöglichkeit seitens des Netzbetreibers*
- *Dachalter bzw. Mittelfristig geplante Dachum- oder ausbauten*

Grundsätzlich kann man bei der Installation einer PV-Anlage mittlerweile von einer rasch erzielbaren Wirtschaftlichkeit ausgehen. Wirtschaftliche Amortisationszeiten von 5 bis 12 Jahren können als Durchschnitt angesehen werden, vorrangig abhängig von Standort, Anlagengröße und -kosten sowie vom Nutzungsprofil und der Überschussverwertung.

Auch wenn auf einem Dach grundsätzlich eine Realisierung erzielbar wäre, sind aber einige wirtschaftliche Faktoren ausschlaggebend, dass diese Anlagen nicht bzw. nicht in der maximalen Größe entsprechend dem technischen Potential realisiert werden.

Verwertung des Überschussstroms:

Geringe Einspeisetarife für Überschussstrom führten in der Vergangenheit dazu, dass bestehende gut geeignete Dachflächen nicht vollflächig ausgenutzt werden, sondern eine Optimierung – und damit Geringerdimensionierung - nach dem Verbrauch bzw. Verbrauchsverhalten durchgeführt wurde. Mit dem Trend PV-Anlagen mit einem Heimspeicher zu kombinieren, wurde es Praxis, untertags nicht genutzte Energie in den Abend bzw. die Nacht zu verschieben. Die aktuelle Größe der Heimspeicher liegt bei etwa 14 kWh, zumindest etwa jede zweite private PV-Anlage wird aktuell mit einem Heimspeicher kombiniert [Biermayr et al 2025]. Diese werden zukünftig verstärkt als Antwort auf geringe Einspeisetarife errichtet, aber auch um hohe Netzkosten bzw. Energiepreise abzufedern. Dies ist mit ein Grund, warum die privaten PV-Anlagen im Durchschnitt aktuell doch wieder etwas größer gebaut werden. Ob dieser Trend anhält, ist schwer vorauszusagen, sinkende Speicherkosten und die sich ausweitenden Möglichkeiten der flexiblen Verbrauchernutzung mittels Energiemanagementsystemen (EMS) sprechen dafür. Die Möglichkeit der Verwertung der Überschussenergie wurde überdies mit der gesetzlichen Möglichkeit der Bildung von Energiegemeinschaften nach § 16 des aktuellen ElWOG6 (Erneuerbare Energiegemeinschaften, Bürgerenergiegemeinschaften, Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen) geschaffen. Dies trifft im Privatbereich ebenso zu wie im Bereich des Gewerbes/Industrie, wo geringere Industriestrompreise noch von der Installation einer PV-Anlage abhalten, speziell, wenn Eigentümerstrukturen rasche Amortisationszeiten von Investitionen verlangen.

Die angenommene höhere Eigendeckung im Hallenbereich führt dazu, dass in diesem Sektor ein geringerer Abschlagsfaktor gewählt wird.

Technische Restriktionen seitens des Stromnetzes [E-Control 2024]:

- Etwa 52% aller Ansuchen zur PV-Einspeisung in Niederösterreich werden derzeit (Q3 2024) mit voller Leistung zugesagt.
- Etwa 33% werden mit Einschränkung zugesagt
- Bei etwa 10% kommt es aus unterschiedlichsten Gründen zu keinem Vertragsabschluss.

[6] Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz, 2010

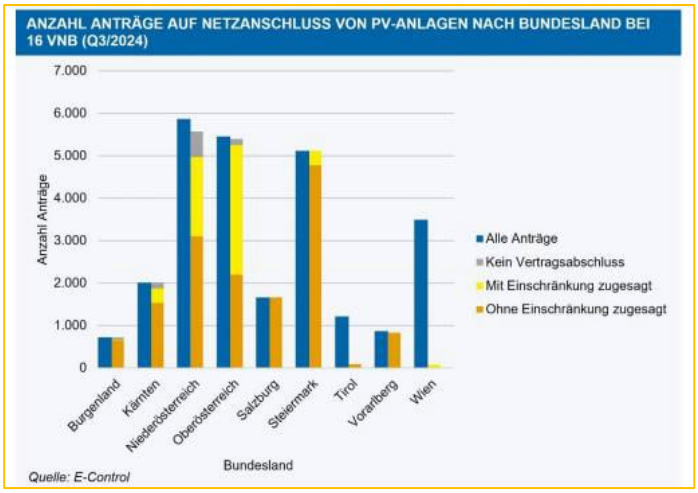


Abbildung 4 - PV-Netzanschlüsse in Österreich, E-Control 2024

Dies ist vorwiegend auf die Gefahr der Spannungserhöhung zu Spitzenzeiten der Einspeisung zurückzuführen und die aktuelle Situation, dass die aktuellen Zustände vor allem in den unteren Netzebenen, zumindest mittelfristig nicht in Echtzeit bekannt sind. Die weitere Verbreitung der PV wird dazu führen, dass die Einspeiserestriktionen zunehmen, sofern dynamische Einspeiselösungen nicht rasch zum Standard werden.

Ein Netzausbau sollte nicht damit begründet werden, alle zukünftigen PV-Einspeisespitzen aufnehmen zu können; die im öffentlichen Stromnetz auftretenden PV-Erzeugungsspitzen übersteigen den öffentlichen Strombedarf an immer längeren Zeiten des Tages bzw. des Jahres bei Weitem. Bereits für 2025 sind im österr. Stromnetz in den Monaten Mai bis August zu sonnigen Mittagszeiten alleine durch PV-Erzeugungsspitzen von bis zu etwa 5-6 GW zu erwarten, was die österr. Last zu manchen Schwachlastzeiten - vorrangig an Wochenenden - übersteigen wird. Durch den hohen Gleichzeitigkeitsfaktor der PV in Europa ist auch ein Export dieser Erzeugungsspitzen nahezu ausgeschlossen – bzw. der europäische Strompreis zu diesen Zeiten wirtschaftlich unattraktiv. Netzausbau sowie ein Wandel zu intelligenten Netzen auf allen Ebenen muss dennoch stattfinden, die Triebfeder dazu liegt aber vorrangig in den künftigen Anforderungen des Verbrauchs, der durch steigende Elektrifizierung (Mobilitätssektor, Wärme/Kältesektor, Digitalisierung...) jedenfalls signifikant zunehmen wird.

Maßnahmen, um dieser Herausforderung entgegenzuwirken können folgendermaßen aussehen:

- Prosumerseitige Flexibilitäten und (Heim)speicher entsprechend der aktuellen Markt- bzw. Netzsituation einsetzen. Dazu bedarf es eines Energiemanagementsystems und entsprechender Preissignale. Eine netzseitige Überlastung durch zu hohe Einspeisung kann dadurch aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden.
- Aktives dynamisches Rückregeln der Einspeiseleitung von PV-Anlagen durch den Netzbetreiber bzw. einen Aggregator (Vorbild: „Flexible Export Modell“ in Australien) im Falle von Netzrestriktionen. Eine netzseitige Überlastung durch zu hohe Einspeisung kann dadurch grundsätzlich ausgeschlossen werden. Aktives Management der Einspeiseleistung durch den Prosumer wird dadurch angereizt.

Da flexible Lösungen einige Jahre Vorlauf haben, sind aus diesem Grund in allen Gebäudekategorien entsprechende Abschläge anzusetzen. Ein gewisser Grad an Netzausbau und -ertüchtigung bleibt daher weiterhin erforderlich.

Für PV-Fassaden auf höheren Gebäuden ergeben sich typischerweise höhere Montagekosten, auch der Einsatz von Spezialmodulen bzw. Spezialgläsern (Farbe, Brandschutz, Blendreduktion, ...) kann erforderlich sein; die Erträge sind vergleichsweise deutlich geringer, positiv wirkt sich oft – je nach Stromnutzungsprofil – die Erzeugung zu Tagesrand- und/oder Winterzeiten aus, die aufgrund der senkrechten Neigung Strom zu Zeiten erzeugt, wo typischerweise hohe Strommarktkosten vorliegen. Speziell bei Nutzung flexibler Stromtarife ist dies ein entscheidender Vorteil. Etwa 60% des österreichweiten Potentials bei Fassaden (gesamt etwa 17 GW) besteht an Gebäuden unter 10 Meter Höhe (d.h. EFH/ZFH), weitere etwa 26 Prozent bei Gebäuden mit Höhen zwischen 10 und 14 Metern, was aufgrund der hohen Anzahl der Gebäude in diesen Kategorien erwartbar ist [BIPV Booster 2025].

Aufgrund der oben angeführten Überlegungen wurde eine Reduktion aufgrund von wirtschaftlichen Barrieren von nachfolgendem Ausmaß angenommen:

➢ 0,8 im EFH/ZFH Bereich
➢ 0,7 im MFH+ Sonstige
➢ 0,7 Industrie/LW-Hallen
➢ 0,7 im Fassadenbereich

Tabelle 5 - Abschichtungsfaktor aufgrund wirtschaftlicher Einschränkungen

Somit ergibt sich folgendes wirtschaftliches PV-Potential:

Kategorie	Physikalisch/theoretisches PV-Ertragspotential mit PV Nutzungsfaktor 0,6	Technisches Potential	Wirtschaftliches Potential
EFH-ZFH	5,3	4,24	3,4
MFH+Sonstige	3,8	2,28	1,6
Industrie/LW-Hallen	3	1,5	1,05
Fassaden	2	1	0,7
GESAMT	**14,1**	**9,02**	**6,75**

Tabelle 6 - Gebäudepotentiale: Wirtschaftliche Potentiale (Angaben in TWh/a) eigene Darstellung

4.5. Noch aktuell ungenutztes wirtschaftliches Potential

Für die Ermittlung des noch offenen wirtschaftlichen Potentials wird folgendermaßen vorgegangen:

Von den 2,96 GW PV in NÖ dürften etwa 91% im Gebäudebereich installiert sein (2,7 GW) was sich aus den Netzebenen schließen lässt, an denen PV-Anlagen in Niederösterreich angeschlossen sind. Folgende Verteilung auf Netzebenen liegt mit 31.12.2024 vor: 65% NE7 (Annahme: alles Gebäude PV) , 22% NE 6 (Annahme: alles Gebäude PV), 8% NE5 (Annahme: 4% Gebäude an NE5, 4% Freifläche auf NE5), 5% aller PV-Anlagen auf NE 4 und darüber (alles Freiflächenanlagen).

Bei Fassaden wird davon ausgegangen, dass noch nahezu kein relevantes Potential realisiert wurde. Damit kommt man zu einem bereits realisierten Potential bei EFH von 1,924 GW und in den beiden Bereichen MFH+Sonstige bzw. Hallen zu je 0,389 GW; damit stellt sich das noch offene wirtschaftliche Potential folgendermaßen dar:

Kategorie	Wirtschaftliches Potential	Noch offenes wirtschaftliches Gebäude-Potential aktuell (2025)
EFH-ZFH	3,4	1,48
MFH+Sonstige	1,6	1,21
Industrie/LW-Hallen	1,05	0,66
Fassaden	0,7	0,7
GESAMT	**6,75**	**4,05**

Tabelle 7 – Aktuell (2025) Noch offenes wirtschaftliches PV-Gebäudepotential in Niederösterreich

Bereits genutztes Dächer-Potential (durch PV und Solarthermie)

Daraus ergibt sich, dass etwa ein Drittel (40%) des wirtschaftlichen Gebäudepotentials in Niederösterreich aktuell bereits für PV genutzt wird, wobei im Segment EFH/ZFH bereits etwa 56%, bei MFH+Sonstigen etwa 24% bei industriellen und landwirtschaftlichen Hallen etwa 37% bereits mit PV ausgestattet sind.

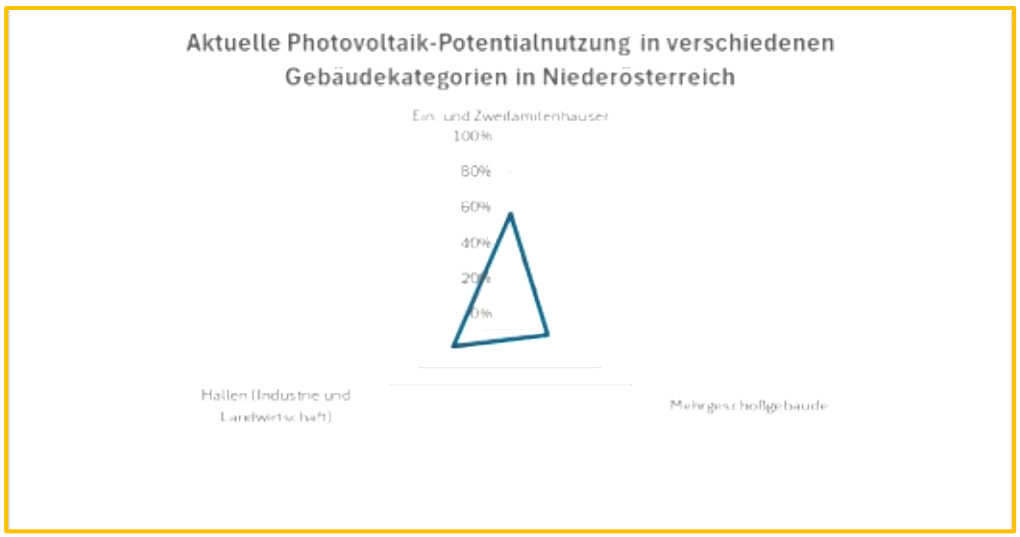


Abbildung 5- Aktuelle PV-Nutzung in NÖ nach Gebäudeart (eigene Darstellung) – auf Basis der Potentiale 2025

Andere Dachnutzungen: Solarthermie

Zusätzlich sollte noch Beachtung finden, dass auch Solarthermieanlagen in Niederösterreich installiert sind, die zwar teilweise nach und nach durch PV ersetzt werden, dennoch aktuell etwa

Von den 4.464 Millionen m² thermische Solarfläche in Österreich soll für Niederösterreich ein Wert von 10 % angenommen werden, der aktuell noch in Betrieb ist[7].

Damit sind weitere etwa 450.000 m² Dachfläche auf Gebäuden aktuell aufgrund der Nutzung durch Solarthermiekollektoren für PV nicht verfügbar. Unter der Annahme, dass auf 5 m² etwa 1 kW PV errichtet werden könnte, sind so weitere 90 MW PV (0,09 TWh) aktuell aufgrund solarthermischer Dachnutzung nicht für PV verfügbar. In der Gesamtbetrachtung kann dies somit vernachlässigt werden, zumal der Trend solarthermische Anlagen durch PV-Anlagen zu ersetzen voraussichtlich weiter anhalten wird.

[7] Diese 10% ergeben sich aus dem Mittelwert der Bundesländerzuordnung der installierten Solarthermiefläche der letzten 5 ermittelten Jahre (1019-2023)

4.6. Zusätzlich entstehendes PV-Potential bis 2030, 2035 und 2040

Laut Bevölkerungsprognose der Statistik Austria werden in Niederösterreich 2035 etwa 1.784.700 Personen wohnen und 2040 wird diese Zahl auf etwa 1.810.700 ansteigen. Für den 1.1.2025 werden 1.727.759 EinwohnerInnen angegeben.



Abbildung 6 - Bevölkerungsprognose für in Niederösterreich (Quelle. Statistik Austria)

Somit wird folgender Bevölkerungszuwachs gegenüber Ende 2024 erwartet:

2030: +32,761 (+1,9 %)

2035: +56.941 (+3,3 %)

2040: +82.941 (+4,8 %)

Betreffend Gebäude wird in dieser Studie nun angenommen, dass die Gebäudeanzahl linear mit der Bevölkerung wächst und **alle** neuen Gebäude mit einer PV-Anlage ausgestattet sind. Somit wird das wirtschaftliche Potential in diesem Fall dem technischen Potential gleichgesetzt:

Es gelten daher folgende Werte:

Zusätzliche Potentiale bis 2030/2035 /2040		
2030	zusätzliche km^2 bis 2030 (1,9%)	Zusätzliches Potential in TWh/a
EFH/ZFH	1,8	0,080
MFH/Sonstige	1,19	0,122
Hallen	0,67	0,096
Fassaden	0,5	0,061
	Gesamt zusätzlich 2030	**0,359**
2035	zusätzliche km^2 bis 2030 (1,9%)	Zusätzliches Potential in TWh/a
EFH/ZFH	2,85	0,127
MFH/Sonstige	1,875	0,192
Hallen	1,065	0,152
Fassaden	0,81	0,099
	Gesamt zusätzlich 2035	**0,571**
2040	zusätzliche km^2 bis 2030 (1,9%)	Zusätzliches Potential in TWh/a
EFH/ZFH	4,56	0,204
MFH/Sonstige	3	0,307
Hallen	1,704	0,244
Fassaden	1,296	0,159
	Gesamt zusätzlich 2040	**0,913**

Tabelle 8 - zusätzliche Potentiale bis 2030/2035/2040 (eigene Berechnung)

Somit kann gesamt von folgenden noch offenen wirtschaftlichen Potentialen von PV auf Gebäuden in Niederösterreich ausgegangen werden:

Noch offene wirtschaftliche Potentiale von PV im Gebäudebereich in Niederöstereich	
Jahr	offenes Potential in TWh
2025	4,050
2030	4,409
2035	4,621
2040	4,963

Tabelle 9 - Offene wirtschaftliche Potentiale der PV im Gebäudebereich in Niederösterreich (eigene Darstellung)

ES KANN DAHER FESTGESTELLT WERDEN, DASS SICH DAS - VORRANGIG AUFGRUND DER STEIGENDEN BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG – ZUSÄTZLICH ENTSTEHENDE PV POTENTIAL AN GEBÄUDEN IN NIEDERÖSTERREICH BIS 2040 UM ETWA 900 GWH/A (0,9 TWH/A) VERGRÖßERT, WOMIT ZUSÄTZLICH ETWA 5 TWH PV AN GEBÄUDEN BIS 2040 WIRTSCHAFTLICH REALISIERBAR WERDEN. MIT DEN AKTUELL BESTEHENDEN ETWA 2,7 TWH WÜRDE NIEDERÖSTERREICH 2040 DAMIT ETWA 7,7 TWH STROM AUS GEBÄUDE-PV ERZEUGEN.

4.7. Abschichtungsfaktoren aufgrund weiterer Gründe, ohne spezielle Maßnahmen – Szenario „B-A-U“

Im Folgenden soll diskutiert werden, warum auch wirtschaftliche PV-Potentiale oft nicht realisiert werden, wie in den Zahlen des Szenario B-A-U („Business as Usual“) dargestellt wird. Mit erhöhten Förderungen lässt sich freilich auch das wirtschaftliche Potential beeinflussen, jedoch wird angesichts der aktuellen Finanzsituation bei Bund und Ländern nicht analysiert, was eine weitere Erhöhung der Förderungen bringen würde, zumal mit der aktuellen Fördersituation sich viele Anlagen bereits innerhalb einer Zeit deutlich unter 10 Jahren amortisieren. Das wirtschaftliche Potential der PV an Gebäuden wird daher bei beiden SZEANRIEN als ident betrachtet.

Bei den wirtschaftlichen Potentialen wird davon ausgegangen, dass sich diese nicht verändern, d.h. Investitionszuschüsse, Einspeisevergütung / Marktprämie, Steuerliche Behandlung, Kredithöhen und die aktuellen wirtschaftlichen Vorteile bei Erneuerbaren Energiegemeinschaften nicht signifikant verändern.

Das Bewusstsein für ökologische Stromproduktion und die Notwendigkeit des Umstiegs auf Erneuerbare dürfte inzwischen nachhaltiger sein; ein Grund dürfte im kontinuierlich steigenden Bewusstsein über die Auswirkungen der Klimaveränderungen liegen, der Ukraine-Krieg hat breites Bewusstsein für die Abhängigkeit von Energielieferungen geschaffen. Die dadurch verstärkte öffentliche Diskussion, und der nun stärkere Wunsch nach eigener, heimischer, bzw. europäischer Energiebereitstellung sind neben verstärkter und kontinuierlicher Förderung der Photovoltaik in Österreich Faktoren, die gegenwärtig den Abschichtungsfaktor zwischen wirtschaftlichem Potential und dem B-A-U Szenario gegenüber früheren Jahren etwas reduzieren. Die Kontinuität dieser Veränderung kann nicht vorausgesagt werden, da zu viele externe Faktoren diese Entwicklung beeinflussen. Die Analyse schreibt daher den aktuellen Zustand fort.

Folgende Faktoren finden bei der weiteren Abschichtung vom wirtschaftlichen Potential zum SZENARIO B-A-U Beachtung

EFH/ZFH Bereich:

- *Alter der entscheidenden Person, gesundheitlicher Zustand (EFH/ZFH Bereich)*
- *Kapitalmangel bzw. Vorrang anderer ökologischer Investitionen (E-Mobil, Wärmepumpe, Wärmedämmung…)*
- *Zurückschrecken vor Komplexität der Umsetzung, kein Interesse an Umwelt- bzw. Energiefragen*
- *Ökologische Bedenken (Recyclingfähigkeit, Umweltauswirkungen im Betrieb, Verwendung seltener Rohstoffe, energetische Rücklaufzeiten…)*
- *Unzufriedenheit mit ästhetischer Umsetzung*
- *Warten auf weitere Kostendegression*
- *Bedenken wegen elektromagnetischer Einflüsse und andere Ängste*

Alle Gebäude:

- *Zweitwohnsitze und Leerstände (Mindestens 40.000 Hektar beträgt laut Schätzungen die Summe der leerstehenden und ungenutzten Gebäudeflächen in Österreich)*[8]
- *Gebäudelebenserwartung deutlich unter PV-Lebenserwartung*
- *Umzugspläne*
- *MiteigentümerInnen nicht überzeugbar*

[8] https://greenpeace.at/hintergrund/bodenversiegelung-in-oesterreich/

Im Detail:

Zweithaus/Leerstände/Industriebrachen

Ein **Zweithaus** wird aus Kostengründen (sehr geringer Eigenbedarf) wesentlich seltener mit einer PV-Anlage ausgestattet; Laut Daten der Statistik Austria gab es in Niederösterreich zu Jahresbeginn 2024 insgesamt 362.654 Nebenwohnsitzfälle. Erneuerbare Energiegemeinschaften, Bürger-energiegemeinschaften und zukünftig neue Modelle der Stromnutzung könnten hier jedoch Impulse geben, diese Potentiale zukünftig stärker zu nutzen.

Das Momentum Institut nennt auf seiner Website eine Zahl von 133.967 Wohnungen und Häuser in Niederösterreich ohne Wohnsitzangabe[9]. Gesamt gibt es in Niederösterreich 2024 etwa 950.000 Wohnungen, somit entfallen auf die Wohnungen ohne Wohnsitzangabe etwa 14%.

Brachflächen: Eco Plus erhob 2024 in 386 niederösterreichischen Gemeinden 700 leerstehende Gewerbe- und Industrieflächen, die eine Gesamtfläche von 9,2 km² ergeben. Eine Brachflächen-Potentialkarte ist Österreichweit in Ausarbeitung.[10]

Leerstände: Gesamt dürften österreichweit etwa 40.000 ha (400 km²) Gebäudefläche (Nutzfläche) leer stehen. Davon entfallen lt. Umweltbundesamt etwa 130 km² (13.000 ha) auf Industriebrachen.[11] Eine direkte Umrechnung auf die davon betroffene Grund- bzw. Dachfläche ist jedoch aufgrund fehlender Detailinformationen nicht möglich. Die Gründe für leerstehende Häuser oder Wohnungen sind unterschiedlich: fehlendes Interesse der EigentümerInnen an einer Vermietung, fehlende Nachfrage, z. B. durch Abwanderung aus ländlichen Regionen, oder die schlechte Lage der Immobilien. Ein großes Problem ist jedoch auch die starke Nutzung von Immobilien als Spekulationsobjekte. Dabei werden Wohnungen oder Häuser angekauft und ungenutzt stehen gelassen, um sie zu einem späteren Zeitpunkt gewinnbringend zu verkaufen. Eine Installation von PV-Anlagen auf diesen Objekten kann nahezu ausgeschlossen werden.

WIRTSCHAFTLICHE LAGE:

Die jährlich erscheinende Studie von Wirtschaftsuniversität, Deloitte und Wienenergie zur Einstellung der Bevölkerung zu erneuerbaren Energien zeigt 2024 erstmals einen abnehmenden Trend; demnach geben 61% der Bevölkerung an, aufgrund der Teuerung nicht in Photovoltaik investieren zu können oder zu wollen [Hampl et al. 2024]; ob dieser Trend anhaltend ist, kann schwer beurteilt werden;

Etwa 75 Prozent der niederösterreichischen Bevölkerung leben in Ein (EFH)- oder Zweifamilien-(ZFH)häusern[12]. Auch wenn angenommen wird, dass die wirtschaftliche Situation der EFH/ZFH Gruppe im Mittel deutlich besser ist, kann doch in diesem Segment von zumindest einem Drittel ausgegangen werden, das die Investition aus diversen Gründen (mangelndes Interesse, Alter, …) nicht vornehmen kann oder möchte.

Der Bundesverband PV Austria hat im Frühjahr 2024 die allgemeine Stimmung der Bevölkerung, bzw. der PV Unternehmen zum Thema PV erhoben:

[9] https://www.moment.at/story/leerstandsabgabe-oesterreich-erklaert/
[10] https://infothek.bmk.gv.at/in-oesterreich-werden-nun-brachflaechen-mithilfe-von-ki-identifiziert/
[11] Quelle: Appell aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik: Stopp der Verbauung, Korrektur der Bodenpolitik, neue Akzente in der Raumordnung
[12] Abgeleitet aus 950.000 Wohneinheiten in NÖ von denen 133.000 ohne Wohnsitzangabe sind 1,724 Mio. Einwohner Niederösterreichs im Jahr 2024, sowie den ermittelten Zahlen von EFH und ZFH.

Stimmung in der Bevölkerung

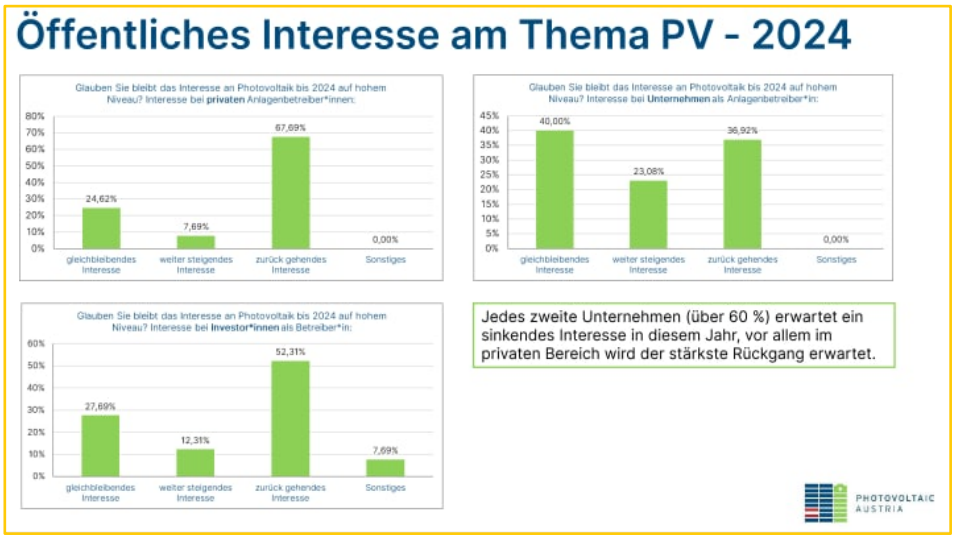


Abbildung 7 - Öffentliches Interesse am Thema PV 2024, PV Austria 2024

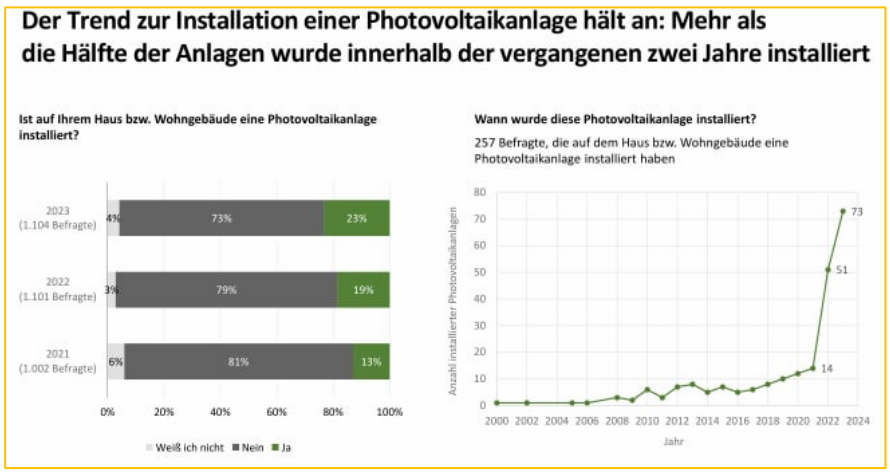


Abbildung 8 -Erneuerbare Energien in Österreich 2024 Der jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien, Hampl et al. WU Wien, Deloitte, Wienenergie, Jänner 2025

Der weitere E-Mobilitätstrend

Der Trend zur E-Mobilität hat ebenso starken Einfluss auf die weitere Entwicklung der PV. Einerseits durch die Notwendigkeit, nachweislich Strom aus Erneuerbaren für die E-Mobilität zu nutzen, andererseits durch die rasch realisierbare Möglichkeit, den Speicher des Elektroautos für Überschussenergie aus PV zu nutzen (PV2home, PV2grid); eine Abschätzung dieser Entwicklung ist ebenso schwer zu treffen.

Conclusio zu weiteren Faktoren der Abschichtung:

Abhängig von den im folgenden Kapitel aufgezeigte Maßnahmen soll abgeschätzt werden, welchen Einfluss diverse unterstützenden Maßnahmen auf die weitere Realisierung von PV-Anlagen in Niederösterreich haben könnten. Es soll daher hier der Unterschied zwischen den wirtschaftlichen Potentialen und sich ohne verstärkte Maßnahmen realisierenden Potentialen (siehe Tabellen 10 und 12) dargestellt werden:
Für EFH/ZFH wird angenommen, dass etwa 50% des noch offenen Potentials ohne spezielle Maßnahmen realisiert werden. Dieser gering scheinende Faktor ist auch dadurch begründet, dass die einfach

erreichbaren Zielgruppen, die „early adopters“ bereits erreicht wurden, wie an der bereits erreichten Umsetzungsrate von 56% in diesem Segment (siehe Kapitel 4.4.) ersichtlich ist.
Für den Bereich MFH+Sonstige wird ebenso 50% angenommen, wobei sich dieser Wert dadurch begründet, dass eine Umsetzung im Bereich Mehrgeschoßwohnhaus und sonstige größere Bauten oft auf viele Herausforderungen trifft. Für den Bereich der Hallen, wo die Entscheidung überwiegend von wirtschaftlichen Kriterien abhängen dürfte, wird 0,7 angenommen, da dies hier überwiegend kurzfristigere wirtschaftliche Belange eine Rolle spielen und Beiträge zu einer Eigenstromversorgung eine immer größere Rolle spielen.

Bei Fassaden werden zusehends Form- und Farbgebung die Gestaltung von Gebäuden positiv beeinflussen können und geeignete konstruktive Lösungen zum Standard werden. Auch die mit der vertikalen Ausrichtung verbundenen Vorteile von Stromerzeugung in Tagesrand- und Winterzeiten wird zu einer Zunahme führen. Daher wird angenommen, dass sich bis 2040 zumindest etwa die Hälfte des wirtschaftlichen Fassadenpotentials auch ohne weitere spezielle Maßnahmen (siehe nachfolgendes Kapitel) realisieren wird.

- 0,5 im EFH/ZFH Bereich
- 0,5 im MFH+ Sonstige
- 0,7 Industrie/LW-Hallen
- 0,5 im Fassadenbereich

Tabelle 10 Abschichtungsfaktor aufgrund sozialer und anderer Einschränkungen – SZENARIO B-A-U

Noch offenes wirtschaftliches Potential und sich realisierendes Potential bei "Business as usual" (B-A-U)								
Kategorie	2025	2025 B-A-U	2030	2030 B-A-U	2035	2035 B-A-U	2040	2040 B-A-U
EFH/ZFH	1,48	0,74	1,56	0,78	1,61	0,81	1,68	0,84
MFH/Sonstige	1,21	0,61	1,33	0,67	1,40	0,70	1,52	0,76
Hallen	0,66	0,46	0,76	0,53	0,81	0,57	0,90	0,63
Fassaden	0,70	0,35	0,76	0,38	0,80	0,40	0,86	0,43
GESAMT	**4,05**	**2,16**	**4,41**	**2,36**	**4,62**	**2,47**	**4,96**	**2,66**

Tabelle 11 – Gebäudepotentiale in NÖ in TWh/a – Wirtschaftliche Potentiale gegenüber dem Szenario B-A-U; eigene Darstellung

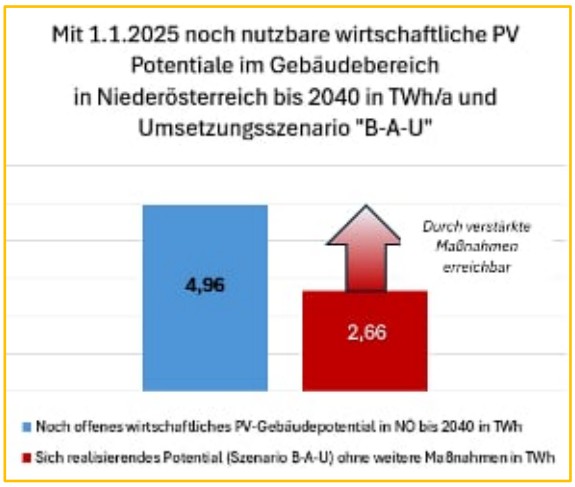


Abbildung 9 - Noch offene Gebäudepotentiale 2025, eigene Darstellung

KONKLUSIO:

OHNE SPEZIELLE MAßNAHMEN (SZENARIO B-A-U) IST ZU ERWARTEN, DASS SICH VOM WIRTSCHAFTLICHEN GESAMTPOTENTIAL NUR ETWA 53 % REALISIEREN WERDEN.

WENN WEITERE MAßNAHMEN - WIE IM NACHFOLGENDEN KAPITEL BESCHRIEBEN - GETROFFEN WERDEN, KANN EIN ZUSÄTZLICHES POTENTIAL VON BIS ZU 2,3 TWH REALISIERT WERDEN. (VGL. BISHER REALISIERTES PV GEBÄUDEPOTENTIAL: 2,7 TWH/A)

4.8. Wie sich das wirtschaftliche Potential mit politischer Unterstützung nahezu vollständig realisieren lassen könnte – Szenario MAX

Viele, wenn auch nicht alle dieser Abschichtungsgründe des Szenario B-A-U, die jenseits der Wirtschaftlichkeit liegen, lassen sich durch entsprechende politische Maßnahmen und Anreize signifikant beeinflussen; der Landespolitik, teilweise aber auch in Verbindung mit bundespolitischer Anpassungsnotwendigkeiten obliegt es daher in den kommenden Monaten und Jahren, Anreize zu setzen, um das wirtschaftliche Potential in einem deutlich höheren Ausmaß zur Umsetzung zu bringen, damit wirtschaftliche PV Anlagen möglichst vollständig auch realisiert werden.

Daher sollen im Folgenden die wesentlichsten Maßnahmen skizziert werden, die dazu beitragen, das PV-Gebäudepotential zu beeinflussen, d.h. die wirtschaftlichen Potentiale möglichst vollständig auch zur Umsetzung zu bringen:

Rechtliche / regulatorische Anreize

- Verpflichtung für PV bei Neubauten oder Sanierungen (Ambitionierte Regelungen in der OIB-Richtlinie bzw. NÖ Bauordnung)
- Solarpflicht für versiegelte Flächen (z. B. bei Supermarktparkplätzen oder Straßenrändern – Parkplatz-PV).
- Photovoltaik in Bebauungsplänen integrieren: Jede Stadtplanung mit verpflichtender PV-Potenzialanalyse und -nutzung.
- PV-fähige Dachflächen als Voraussetzung für Baugenehmigungen
- Weitere Vereinfachungen beim Netzanschluss beispielsweise ist durch einen PV-Wind Hybridpark ist ein rascher und effizienter Ausbau der EE möglich, ohne weitere Kosten und Zeitverzug für den Netzausbau zu schaffen. Dafür müssen die Flächen in der Umgebung des Windparks als PV-Freiflächenanlagen zoniert werden/ein Bau ohne Zonierung möglich sein.
- Dynamische Netzverträge (Kat.B) wie z.B. im Weinviertel die „1200MW-Regelung“
- Erleichterungen von Netzzutrittsverträgen im Zusammenhang mit virtuellen Zählpunkten als Voraussetzung für Vermarktung der photovoltaischen Energie
- Anreize, dass Bundesländer, die bereits viel in den Ausbau der EE geleistet haben (und weiterhin planen) davon profitieren.
- Vorausschauende Netzplanung und Lieferlogistik auf Verteilnetzebene
- Anreize für (größere) Speicher schaffen – (dynamische Einspeisetarife, Speicher als Fördervoraussetzung…)
- Anreize für hybride PV-Anlage schaffen (nahe an bestehender Netzinfrastruktur, Verkehrsinfrastruktur usw.)

Technische & organisatorische Unterstützung/Anreize

- Gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV): PV in Fassaden, Fenster, Dachziegel etc. nahtlos integrieren – spezielle Förderungen für Spezialmodule bei Denkmal-, Ortsbild- oder Ensembleschutz.
- Urbane PV forcieren: PV-Rad- und Fußwegüberdachungen, Plätze in Ortszentren mit PV-Gestaltung (Sonnen/Regenschutz/E-Ladestellen…), PV auf Bahnhöfen und Schallschutz forcieren
- Bidirektionales Laden forcieren, E-Ladestellen mit PV-Pflicht, E-Autoförderung mit PV-Verpflichtung, WP-Förderung an PV-Anlage/Ausbau koppeln
- Kostenlose Beratung durch diverse unabhängige Stellen verstärken

- Online-Tools für Wirtschaftlichkeitsberechnung, Solarpotentialkarten, Ertragsrechner
- Sammelbestellungen & Bürgerprojekte, um Kosten und Aufwand durch gebündelte Installationen zu senken.
- Pacht- und Contracting-Modelle standardisieren, vergünstigte PV-Kredite anbieten
- Gemeinschaftliche Erzeugungsanlagen (GEA) in der Planungsphase unterstützen
- Modelle, um PV-Anlagen mieten oder betreiben zu lassen
- Größere Photovoltaik/Speichersysteme als Krisenvorsorge positionieren: Verstärkte Maßnahmen und Bewusstseinsbildung für Eigenstromdeckung – Sicherheit im Blackoutfall

Soziale & ideelle Anreize

- Imagegewinn / Vorbildfunktion besonders bei Firmen, Kommunen, Schulen
- Schulkampagnen
- Klimaschutzmotivation, Bewusstseinsbildung für eigenen Betrag zur Energiewende
- CO_2-Reduktion als Teil von Nachhaltigkeitszielen
- Nachbarschaftseffekte - wenn viele in der Umgebung PV nutzen, steigt die Bereitschaft anderer

Fazit:

Die Kombination aus finanzieller Attraktivität, einfacher, unbürokratischer Umsetzung und gesellschaftlicher Anerkennung wirkt am stärksten. Besonders wirksam ist es, Hemmnisse (wie hohe Investitionskosten oder Bürokratie) zu senken und gleichzeitig über Nutzen und Rendite ausreichend und objektiv zu informieren.

5. Deponien

5.1. Grundsätzliches zur Photovoltaik-Eignung von Deponien

Das **„Sektorale Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich“** wurde vom Land NÖ mit einem Beschluss am 20. Dezember 2022 verordnet und ist seit 23. Dezember 2022 rechtskräftig.

Darin gelten unter definierten Voraussetzungen bestimmte vorbelastete Flächen (Flächen, die als Altlasten gemäß Altlastensanierungsgesetz, Flächen mit bestehenden genehmigten Deponien lt. Abfallwirtschaftsgesetz 2002, Bergbaugebiete) als Zonen für die Widmung Grünland Photovoltaik.

Deponiestandorte bieten sich grundsätzlich für PV-Anlagen an, da [Axmann 2015]:

- kein zusätzlicher Landverbrauch
- andere Nutzungen nicht beeinträchtigt werden
- notwendige Infrastruktur vorhanden ist (Umzäunung, Stromanschluss, Fahrwege für Bau und Wartung)
- günstige Topographie - i.d.R. kaum Verschattung durch Bäume
- Fördermöglichkeit
- ggf. Synergien für die Überwachung in Folge anderer vorhandener Einrichtungen bestehen
- geklärte Besitzverhältnisse vorliegen
- Bewirtschaftung der Fläche auch ohne PV notwendig ist
- Durch PV-Anlage Einnahmen für Deponiebetreiber entstehen
- Eine PV-Anlage die Sammlung des Regenwassers ermöglichen kann. Dadurch kann das Wasservolumen, welches aufbereitet werden muss, die Betriebskosten der Deponie senken.

Herausforderungen bestehen insbesondere durch mögliche Bodenkontamination bzw. Sicherheitsbedenken, insbesondere wenn Deponien instabil sind, d.h. sich im Lauf der Zeit setzen oder unvorhersehbare Ereignisse wie Bodenverschiebungen oder Gasaustritte vorkommen. Eine Beschädigung der Deponie-Oberflächenabdichtung muss bei allen Arten der Fundamentierung sicher ausgeschlossen werden können.

Auf Deponieflächen ist Verwendung von klassischen Rammprofilen nicht möglich, da bei diesen die diversen Schutzschichten möglicherweise beschädigt werden und die Dichtheit der Deponie nicht mehr gewährleistet ist. Diverse Lösungen bis zur weitflächigen Überdachung der Deponie (aktuell in Arnoldstein, Kärnten geplant).

Jedes Vorhaben der PV-Errichtung auf einer Deponie ist eine Einzelfallentscheidung und muss diesbezüglich mit der zuständigen Naturschutzbehörde (im Regelfall Bezirksverwaltungsbehörde) genehmigt werden.

5.2. Bislang realisierte PV-Anlagen auf Deponien

In Niederösterreich (kein Anspruch auf Vollständigkeit):

- Eine Freiflächen-Photovoltaik-Anlage mit 0,52 MW steht auf der ehemaligen Bodenaushub-Deponie neben dem Gemeindesammelzentrum in **Zwentendorf**
- 0,97 MW PV-Anlage auf der Gleisschotterdeponie am Zehnergürtel von **Wiener Neustadt**
- 2,21 MW auf einer Deponie in **Trasdorf/Atzenbrugg**
- Auf einer OMV eigenen Deponiefläche von 13,3 Hektar in **Schönkirchen/Niederösterreich** besteht seit 2022 eine Flächen-Photovoltaikanlage mit einer Gesamtleistung von 15,32 MW
- 0,701 MW Bürgerbeteiligungsanlage in **Gänserndorf** auf einer alten Deponie.

ÖSTERREICHWEIT (BEISPIELE):

- **Wien Deponie Rautenweg:** Beginnend mit einer im Jahre 2014 errichteten Anlage mit 800 m² wurde inzwischen die Fläche auf 2.000 m² ausgeweitet, womit etwa 700 MWh Strom jährlich produziert werden [MA48 – 2020]
- **Knittelfeld:** Der Abfallwirtschaftsverband Knittelfeld hat die Fläche am Gelände der ehemaligen Mülldeponie Spielberg-Pausendorf genutzt und dort in zwei Bauabschnitten Photovoltaik-Anlagen errichtet. Jede Einheit hat 0,35 MW. Durch die beiden PV-Anlagen werden ca. 735.000 kWh Ökostrom erzeugt und in das Stromnetz nach dem Ökostromgesetz eingespeist [13]
- Der oberösterreichische Faserhersteller **Lenzing** hat mit einer Freiflächen-Photovoltaik-Anlage auf der ehemaligen Deponie »Ofenloch« die eigene Stromerzeugung im Oktober 2022 um 5,56 MW erweitert und erzeugt jährlich zusätzlich 6 GWh Strom
- 17 MW wurden auf dem ehemaligen Bergbauareal im Gemeindegebiet von **Bärnbach und Rosental an der Kainach** in der Steiermark 2022 in Betrieb genommen.
- Die Enyplus GmbH plant auf einer rekultivierten Haldendeponie im Salzburger **Pongau** eine freistehende Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 5 MW.
- Die Stadtwerke Kufstein planen eine innovative PV-Anlage auf der Altlast „Elferbauer“ in **Langkampfen**

Diverse weitere Deponieprojekte aus Österreich sind aktuell in konkreter Planungs- bzw. Umsetzungsphase.

5.3. Potentiale für PV auf Deponien

Abbauflächen“, „Halden“ und „Deponien“ sind Flächen, die zur oberirdischen Gewinnung von Rohstoffen (z.B. Sandgrube, Lehmgrube, Schottergrube, Steinbruch, Torfstich) oder zur dauerhaften Ablagerung von Abfällen, einschließlich bergbaulicher Abfälle, dienen. In Österreich existieren 13.915 Abbauflächen, Halden und Deponien mit einer Gesamtfläche von 134.882.154 m² [BEV 2023].

Für Gesamtösterreich werden 19.137.000 m² ausgewiesen. Die Deponieflächen verteilen sich sehr unterschiedlich auf Österreich: Es dominieren die Bundesländer Wien und Niederösterreich, an dritter Stelle rangiert Oberösterreich

[13] Quelle: www.knittelfeld.gv.at

Aus dem Altlasten Atlas – für Niederösterreich ersichtlich sind:

- 5 380 192 m² sanierte und nicht sanierte Altlasten (Deponien)

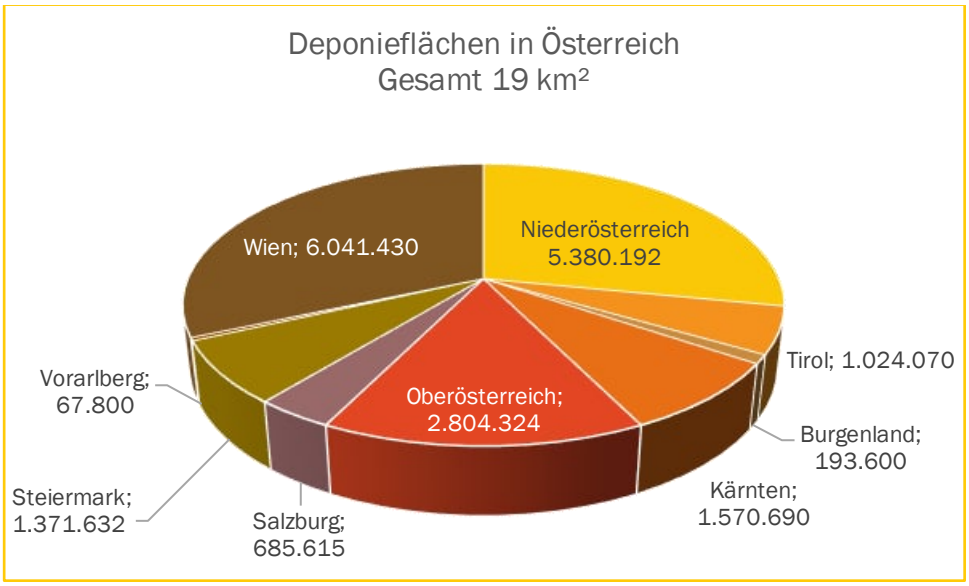


Abbildung 10 - Flächen der Deponien: Summe aus Altlasten in m², sowie gesicherten und sanierten Deponien in den Bundesländern (Quelle: Altlasten-Atlas, Umweltbundesamt 2024)

Eine Studie aus Deutschland untersucht das Potential ehemaliger Deponieflächen in Baden-Württemberg als Standorte für Photovoltaikanlagen [Baden-Württemberg 2022]

Nach Auswertung einer Umfrage erfolgte eine Auswahl von 81 Standorten für die Potentialanalyse, die meist vor Ort begangen wurden. Nur sinnvoll nutzbare Flächen wurden berücksichtigt. Die meisten Standorte waren „gut“ bis „sehr gut“ als PV-Standorte geeignet. Nur drei der untersuchten Standorte wiesen kein relevantes Potential auf. 10 Standorte wurden als mäßig gut geeignet bewertet. An drei Standorten gab es aufgrund arten- oder naturschutzrechtlicher Einschränkungen nur eingeschränkt nutzbare PV-Potentiale. Bei 12 weiteren Standorten gab es sowohl uneingeschränkt als auch eingeschränkt nutzbare Flächen. Das Potential lag gesamt bei 123 MW auf 124 Hektar, d.h. etwa 1 MW pro Hektar.

Für Tirol geht ein Bericht vom Land Tirol von jährlichen 56 GWh Deponiepotential bei 122 Hektar Deponiefläche aus [Blome et al. 2022], was, je nach möglicher Dichte der PV-Modulaufstellung, etwas weniger als die Hälfte des deutschen Wertes darstellt.

Möglichen Konflikten wie Bodenerosion der Rekultivierungsschicht durch konzentrierten Regenwasserabfluss an bestimmten Punkten können durch Tropfkanten an den Modulen und einen Kiesuntergrund am Abtropfpunkt effektiv entgegengewirkt werden. Eine innovative Möglichkeit zur Minimierung der Erosion ist das senkrechte Aufstellen der Solarmodule mit bifazialen Modulen. Weiteres KonfliktPotential besteht im Bereich der Flora und Fauna. Durch Bauarbeiten und das spätere Bauwerk wird ein Einschnitt in die Natur vorgenommen. Auswirkungen können durch Umsiedlung geschützter Tiere und Einrichtung geeigneter brachliegender Flächen als Ausgleich für die betroffene Flora reduziert werden.

5.4. Aktuelle Hemmnisse bei der Realisierung von PV auf Deponien:

- Bei der Ausweisung von Zonen auf Deponien (z.B. Bodenaushubdeponie) muss auf den Deponie-Status geachtet werden (Deponie in Betrieb/Deponie ist abgeschlossen/ Fläche ist bereits als Deponie ausgewiesen aber nicht in Verwendung etc.).

Ein Abschluss und eine Möglichkeit auf Nutzung der Fläche für PV muss ca. in den nächsten 3 Jahren absehbar sein. Viele der in der letzten Zonierung ausgewiesenen Flächen haben erst in über 10 Jahren einen geplanten Abschluss und interessieren sich dementsprechend (noch) nicht für ein PV-Projekt. Schlussfolgernd, sind daher viele für PV-Projekte ausgewiesene Zonen in NÖ nicht für PV geeignet.

Konkretes Beispiel: Flächen die in der Umgebung Gänserndorf als Materialabbaugebiete gekennzeichnet sind, sind in der Realität von Abbau-Betreibern schon als zukünftige Abbaugebiete vorgesehen, es bestehen bereits Abbaurechte. Daher besteht hier weder seitens der Deponiebesitzer noch der PV-Betreiber Interesse.

- Als Zonen ausgewiesene bestehende Materialabbaugebiete: Das sind oft sehr große Gruben, die aufgrund der Neigung ungeeignet für PV sind. Die Kosten der Zuschüttung der Grube stehen in keinem Verhältnis zur PV-Pacht-Einnahmen und sind uninteressant für die Deponie Eigentümer.
- Wenn im Abschlussbericht der Deponie eine Aufschüttung fordert - dann wird die Fläche wieder zu einer landwirtschaftlichen Fläche
- Viele der Zonen sind noch aktive Materialabbaugebiete und damit nicht geeignet für PV (Schotter).
- Lang-abgeschlossene Deponien, auch im Altlastenkatalog registriert, sind meist mit Bäumen zugewachsen. Ersatzpflanzung nicht sinnvoll und teuer.
- Oft sind Deponien inoffiziell geschlossen, aber noch nicht offiziell als geschlossen gemeldet aus Sorge um weitere anfallende Kosten und Auflagen, die im Zuge eines offiziellen Deponieabschluss bestehen. Besitzer wollen diese daher nicht anrühren. Sind somit nicht für PV geeignet.
- Wichtig ist, zeitgerecht die PV-Nutzung in den Nachnutzungsbescheiden der Deponien zu fordern. Ansonsten benötigt es ein extra Genehmigungsverfahren zur Änderung der Oberflächennutzung.

Widmung:

- Die Umsetzung von PV-Projekten birgt zusätzliche Hürden:
- PV auf vorbelasteten Gebieten ist in NÖ gewünscht. Deponien sind in NÖ mit PV-Zonen gleichgestellt, benötigen aber dennoch eine Widmung durch die Gemeinde.

Vorschläge für Änderungen:

- Streichung der Widmungs-Notwenigkeit auf vorbelasteten Flächen wie Deponien und direkt genehmigen lassen.
- Streichung der 10ha-PV-Flächenbegrenzung auf Deponien.
- Umsetzung von PV in Zonen ohne zusätzliches Ökologiekonzept. Zu klären wäre, ob man PV auf Deponien trotz Ausweisung eines überörtlichen Schutzgebietes auf dieser Fläche genehmigen kann.

Mehraufwand bei PV auf Deponien

- Grundlegende Informationen über Art der Deponie sind oftmals schwer zu recherchieren. Viele Informationen sind noch nicht digitalisiert. Oft gibt es nur in der Gemeinde analog aufliegende Deponieabschluss- Bescheid bzw. Wasserbucheinträge in denen Ausschlusskriterien für PV festgehalten sind z.B. Gefahren-Stoffe.
- Aufwändige und teure Vorsichtsmaßnahmen, um den Deponiekörper nicht zu verletzen.
- Individuelle Unterkonstruktionen z.B. mit teuren Betonfundamenten, da Rammungen nicht erlaubt sind
- begrenzte Flächenbelastung
- Messungen aller Art: Abgasmessung, etc.
- Änderung der Deponie-Oberflächen-Nutzung in einem extra Verfahren, wenn PV nicht zeitgerecht in der Nachnutzung beachtet worden ist.
- Landschaftsbild darf im Genehmigungsverfahren keine Hürde darstellen.

UNTER DER ANNAHME, DASS VIELE DIESER VORANSTEHENDEN PUNKTE IN NIEDERÖSTERREICH IN GEEIGNETER WEISE ADRESSIERT WERDEN, SOLL FÜR NIEDERÖSTERREICH EIN REALISIERBARES PV-POTENTIAL AUF DEPONIEN VON 500 MW BZW. 0,5 TWH/A ANGENOMMEN WERDEN. AUFGRUND WEITERER SCHLIEßUNG VON DEPONIEN BZW. ZURVERFÜGUNGSTELLUNG VON GESCHLOSSENEN ALTDEPONIEN KÖNNTE SICH BIS 2040 EIN WEITERES POTENTIAL VON ETWA 200 MW BZW. 0,2 TWH/A ERGEBEN.

6. Verkehrsflächen

Bei den PV-Potentialen im Verkehrsbereich soll vorrangig den Schallschutzwänden, den Bahnsteig-überdachungen und den Parkraumüberdachungen Aufmerksamkeit geschenkt werden.

6.1. Schallschutzwände - Generell

Obwohl in Österreich derzeit etwa 2.300 km an Schallschutzwänden existieren, ist dies bislang keine bevorzugte Art der PV-Installation: Die Gründe liegen in den vielfältigen Einschränkungen, die im Folgenden exemplarisch aufgezählt werden sollen:

Einschränkungen:

- Verschattung der Lärmschutzwände, ungeeignete Ausrichtung
- Einhaltung eines h*orizontalen Mindestabstands* typisch etwa 1-1,5m zwischen PV-Anlage und Sicherheitseinrichtung (z.B. Leitplanke)
- Einhaltung eines *vertikalen Mindestabstands* – typisch 1 m - zwischen Unterkante PV-Modul und Boden für Grünflächenunterhalt auf Außenseite, bis zu 2,8 m straßenseitig, wegen Schneeräumung
- Blendungsaspekte und Akustikfragen
- Statik – besonders bei nachträglicher Montage
- Bei PV-Anlagen entlang von Bahnstrecken wird aufgrund eines Mindestabstands zum Bahnstromnetz meist nur die schienenabgewandte Seite berücksichtigt

Sowohl ASFINAG als auch ÖBB widmen sich seit Jahren intensiv dem Thema PV-Schallschutz; besonders erwähnenswert in diesem Zusammenhang die IOB[14] Challenge der Asfinag im Jahre 2021: mit einem Photovoltaik-Testfeld mit sieben unterschiedlichen Systemen an der S1 Wiener Außenring Schnellstraße mit 7 Systemen und mehr als 100 Photovoltaik-Paneelen [Asfinag 2021].

Bei einem Projekt wurde auf einer Gesamtlänge von etwa einem Kilometer 700 kW PV auf Lärmschutzwänden angebracht. (0,7 MW/km) – was deutlich über den nachfolgenden Zahlen liegt, jedoch darauf zurückzuführen sein dürfte, dass bei diesem Testfeld deutlich bessere Bedingungen als im Durchschnitt vorgelegen sein dürften.

Die Bonaventura Infrastruktur GmbH beabsichtigt, Stromproduktion durch Photovoltaik und Lärmschutz zu verbinden und möchte entlang dem Asset PPP-Ostregion einen Prototyp im Bereich der Raststation Hochleithen basierend auf den von SUNWALL entwickelten Patent als PV-Leuchtturmprojekt umsetzen. Eine Förderung des Klimafonds wurde bereits zugesagt. Dieses Konzept zeichnet sich durch eine speziell hohe Leistung von etwa 1,4 MW/km aus.

6.1.1. Potential bei Schallschutzwänden

> Auf Grundlage einer Studie im Rahmen der IÖB-Challenge der ASFINAG soll das Potential von Photovoltaikmodulen in bestehenden Lärmschutzwänden abgeschätzt werden.[IOB Challenge ASFINAG 2021]
>
> Je nach Variante können zwischen 650 und etwa 1.000 kW PV-Modulleistung pro km Schallschutz errichtet werden. Für eine Einschätzung der Nutzbarkeit aufgrund von Abschattung, ungeeigneter Orientierung etc. soll in Übereinstimmung mit der oben zitierten Studie ein 50% Faktor angenommen werden.

Abgeleitet für Österreich bzw. Niederösterreich ergibt dies:

- Straße: Von den 2.250 Kilometer Autobahnen und Schnellstraßen in Österreich mit gesamt 1.400 km Schallschutzwänden befinden sich 530 Straßenkilometer in Niederösterreich[15]; unter Annahme der Gleichverteilung der Lärmschutzwände bestehen in NÖ somit etwa 330 km Lärmschutzwände entlang von Autobahnen und Schnellstraßen, was zu einem realisierbaren Potential zwischen 107 und 165 MW führt.
- **Schiene: Entlang der ÖBB Schienentrassen befinden sich aktuell (2023)** 971 km Lärmschutzwände [ÖBB Infra, 2024] - Unter Annahme, dass ebenso 23% der österreichischen Lärmschutzwände an Schienen in Niederösterreich umgesetzt sind, ergeben sich etwa 220 km Lärmschutzanlagen entlang der Bahn. Eingehende Potentialanalysen speziell für den Bahnbereich sind nicht bekannt, Vorrang bei Solarprojekten der ÖBB wird den Gebäuden eingeräumt. Es soll daher mit einem Potential von maximal 10 MW gerechnet werden.

Das gesamte bis 2040 realisierbare PV-Potential an Lärmschutzeinrichtungen in Niederösterreich dürfte daher – unter Berücksichtigung weiterer Schallschutzmaßnahmen bis 2030 im Bereich von etwa 150 MW liegen, womit etwa 100 GWh/a erzeugt werden können. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass neue Konzepte von Schallschutzeinrichtungen neue Möglichkeiten eröffnen, da das technische Potential um ein Vielfaches höher liegt. Es soll daher und auch aufgrund der Tatsache, dass

[14] Innovative Österreichische Beschaffung
[15] Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Autobahnen_und_Schnellstraßen in Österreich

Schallschutzwände verstärkt zugebaut werden, für 2040 ein doppelter Wert von 300 MW/200 GWh pro Jahr angenommen werden.

6.2. Potential bei Bahnsteigüberdachungen/Gleisüberdachungen



Potential für PV bieten auch die Überdachungen von Bahnsteigen; erste Projekte wurden hier in Österreich und anderen Ländern realisiert; als eher kritisch erachtet wird die unmittelbare Nähe zur Fahrleitung für Wartungssicherheit, die Verschmutzung der Module aufgrund der erhöhten Feinstaubkonzentration sowie die potenzielle Verschattung der Module aufgrund von Fahrleitungen und Masten sowie die allenfalls nötige statische Verstärkung der Dächer [energieschweiz 2021]; In Österreich wurden die Bahnsteige am Wiener Matzleinsdorferplatz und im niederösterreichischen Sierning mit einer PV-Bahnsteigüberdachung ausgestattet, die im Jahre 2022 mit dem „Österreichischen Innovationsaward für Integrierte Photovoltaik“ ausgezeichnet wurden [TPPV 2022b]. Ein Plan zur großflächigen Überdachung des Wiener Westbahnhofes (25.500 m²) besteht ebenso [ÖBB Waldner 2024]

Abbildung 11 - PV-Bahnsteigüberdachung ÖBB Wien-Matzleinsdorferplatz, Foto: Architekturbüro Reinberg ZT GmbH

Ein Beispiel einer kompletten Gleisbedeckung, bzw. eines Tagbautunnels ist der rund 3 km lange Tagbautunnel in Belgien, auf der Bahnstrecke Antwerpen-Amsterdam. Auf 50.000 m² Fläche sind 16.000 Module installiert, mit einer Gesamtleistung von 3,9 MW.
Das realisierbare Potential von Bahnsteigüberdachungen wird in der Schweizer Studie bei 1.500 Bahnhöfen mit 50 bis 100 MW angegeben [energieschweiz 2021]. Österreich weist eine sehr ähnliche Anzahl von 1.516 Bahnhöfen auf, darunter befinden sich 475 Bahnstationen in Niederösterreich, viele davon jedoch nicht überdacht.

Für Gleisbedeckungen wird mittelfristig kein realisierbares Potential größeren Ausmaßes angenommen. Ein erstes Projekt zur Überdachung von (stillgelegten) Gleisanlagen wurde im Jänner 2025 für St. Aegyd/NÖ vom Österr. Klima- und Energiefonds mit einer Förderung im Rahmen des Programmes „Leuchttürme der innovativen PV“ bedacht. Mangels verfügbarer Potentialabschätzungen für Österreich soll für Niederösterreich aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl größerer Bahnhöfe der untere Schweizer Wert als Basis der Berechnungen herangezogen, womit sich 15 MW ergeben (15 GWh/a).

6.3. PV-Parkraumüberdachungen

6.3.1. Generell

Im Zuge der Suche nach weiteren PV-Flächen, die auf bereits versiegelten Strukturen errichtet werden können, haben sich Parkraumüberdachungen mittlerweile etabliert. Diverse Landesförderung und ein Bonus im Erneuerbaren Ausbaugesetz haben dazu beigetragen. Die speziellen Aspekte, die bei Parkraumüberdachung neben der ökologischen Stromerzeugung vor Ort immer wieder angeführt werden, sind:

- Kombination aus Regen- & Sonnenschutz
- kombinierbar mit Speicher-Möglichkeiten & E-Ladestationen für E-Fahrzeuge etc.

- Imagegewinn: Die Installation von Solarenergieanlagen, insbesondere in öffentlichen Bereichen wie Parkplätzen, kann das Image eines Unternehmens oder einer Organisation als umweltbewusst und nachhaltig stärken
- Nutzung von großen, meist komplett versiegelten Flächen, die überdies vielfach zeitweise ungenutzt sind

DIE SPEZIELLEN HERAUSFORDERUNGEN BESTEHEN DABEI IN:

- konstruktiven Belangen, die u.a. darauf abzielen, möglichst wenig Parkraum zu verlieren und den Komfort des Einparkens nicht zu verringern
- in der Integration mit bestehenden Infrastrukturen: Die Integration einer Photovoltaik-Parkplatzüberdachung in bestehende Infrastrukturen wie Wasserableitungen aber auch Beleuchtungssysteme oder andere Einrichtungen erfordert möglicherweise zusätzlichen Aufwand
- Mehrkosten, die bei einfachen Systemen überschaubar sind, bei „Designerlösungen" aber ein Vielfaches einer Standard PV Anlage betragen können, wobei man aber diese Zusatzkosten nicht der PV anrechnen sollte
- Raummanagement: Bei Gewerbe und Industrieparkplätzen verringern PV-Parkraumüberdachungen die Flexibilität von An- oder Zubauten zu bestehenden Betriebsgebäuden. Modulare PV-Parkraumüberdachungen könnten hierbei ein vielversprechender Ansatz sein; beim 4.Innovationsward für Integrierte Photovoltaik wurde aus diesem Grund ein PV-Parkraumsystem ausgezeichnet, das ohne Fundamentierung auskommt [TPPV Award 2024]

6.3.2. PV-Potential auf Parkraumüberdachungen

Grundsätzlich existiert keine einheitliche Definition was als (oberirdischer) Parkplatz definiert ist. Entsprechend Grundstückskataster, Flugbildern und anderem werden Daten ausgewiesen, die für Österreich zwischen 46,6 km² (Statistik Austria bzw. Regionalinformation BEV 2023) und 64 km² (Open Street Map 2022) variieren.[16]

Für die 3040 Katastralgemeinden in Niederösterreich werden lt. Statistik Austria 8,8 km² ausgewiesen, was etwa 20% der österreichweiten Parkplatzfläche darstellt.

Technisches Potential: Unter Beachtung, dass viele Parkräume aufgrund Verschattung durch naheliegende Gebäude, Bepflanzung mit Bäumen, freizuhaltenden Zu- und Abfahrtswegen, mittelfristig geplanten anderen Nutzungskonzepten oder eine generell fehlende Bereitschaft zur Überdachung, etc... nicht genutzt werden können scheint eine Größenordnung von 40-50 % der theoretisch verfügbaren Fläche als PV überdachte Parkplätze - bei Stellplatzüberdachung - realisierbar. Die für PV-Nutzung verfügbare Parkraumfläche ergibt sich daher für Niederösterreich zu 4 bis 6 km² für größere Parkplätze inklusive geeigneter privater Stellplätze, d.h. Einzel- und Doppelcarports[17];

Das technische Photovoltaik-Parkraumüberdachungspotential liegt daher zwischen 0,4 GW (0,4 TWh) und 0,6 GW (0,6 TWh) für Niederösterreich. Die Wirtschaftlichkeit von PV-Parkraumüberdachung kann nicht in einfacher Weise mit anderen PV-Installationen verglichen werden, da der Zusatznutzen des Komfortgewinns (Wetterschutz, Beschattung) mitberücksichtigt werden müsste. Aktuell gibt es diverse

[16] Angaben aus der jährlich erscheinenden „Regionalinformation" des Bundesamtes für Eich und Vermessungswesens bzw. aus Diskussionen Mitarbeitern des Bundesamtes (BEV), open street map Angaben abgeleitet aus Geofabrik.de

[17] Diese Annahme wird aus den privaten Carport-Käufen des Jahres 2022 bis ins Jahr 2040 hochgerechnet.

Förderungen auf Bundes- und Landesseite, die die erhöhten Kosten von Parkraumlösungen gegenüber Aufdach- und Freiflächen-PV Anlagen zumindest teilweise ausgleichen. Es soll daher ein weiterer Abschlagsfaktor von 0,7 gewählt werden, d.h. 70% der technischen Potentiale (280-420 GWh) können auch wirtschaftlich realisiert werden. Weitere Faktoren wie geplante betrieblichen Veränderungen (Absiedlungen, Erweiterungen, ...), aber auch Ästhetik, Nachbarschaftsprobleme (z.B. durch Blendung) die eine derartige Nutzung des Parkraumes verunmöglichen, tragen jedoch dazu bei, dass viele selbst wirtschaftlich sinnvolle Projekte nicht realisiert werden. 250 GWh/a scheinen daher ein passender Wert für eine Potentialbetrachtung zu sein.

6.4. Weitere PV-Potentiale mit Bezug zum Verkehrsbereich

Neben Schallschutz, Bahnsteig und Parkraumüberdachungen existieren im Pilotstadium noch mehrere Möglichkeiten der PV- Nutzung im Verkehrsbereich

- Solare Belegung der Straßenoberfläche (Solar-Roads) – ein Testbeispiel wurde 2022 im niederösterreichischen Teesdorf von Studierenden der FH Technikum Wien realisiert [TPPV 2022]; andere Anwendungen bieten sich im Bereich der
- Fahrbahn- bzw. Rad- oder Fußwegüberdachung.

Das Potential all dieser weiteren Anwendungen ist zurzeit als äußerst gering bis 2040 einzuschätzen, zumal die Kosten bzw. teilweise auch die noch zu lösenden Herausforderungen hoch sind.

6.5. Randstreifen zu Autobahnen, Schnellstraßen oder Schienenwegen

Mit Jänner 2023 trat in Deutschland ein Gesetz in Kraft, das für PV-Freiflächenanalgen vereinfachte Genehmigungsverfahren entlang von Autobahnen und mehrgleisigen Schienenstrecken vorsieht [Baurechtsgesetz Deutschland 2023]. Hievon betroffen sind Flächen mit einem maximalen Abstand von 200 m vom äußeren Fahrbahnrand. Für diese Flächen muss kein Bebauungsplan erstellt werden. Eine Raumordnungsprüfung hat dennoch zu erfolgen. Vergütungsfähig nach dem dt. Erneuerbaren Energiegesetz sind inzwischen Streifen von bis zu 500 m beidseitig von Autobahn und Schienenstrecken.

Umgelegt auf den PV-Ertrag würde das bei 200 m bedeuten, dass pro km Autobahn/Schnellstraße/ Eisenbahntrasse theoretisch etwa 40 MW PV errichtet werden können, wenn beide Seiten genutzt werden. Da dieses Potential den Freiflächen zuzuordnen ist, wird es nicht in der Kategorie Verkehrsflächen angeführt.

FÜR DEN GESAMTEN VERKEHRSBEREICH (SCHALLSCHUTZ, BAHNSTEIGÜBERDACHUNGEN, PARKPLÄTZE) IST DAHER FÜR NIEDERÖSTERREICH EIN POTENTIAL VON ETWA 500 MW (0,5 TWH/A) AKTUELL ANZUSETZEN

7. Schwimmende PV- Floating PV

Bislang wurden in Österreich erst wenige Floating PV Anlagen errichtet – darunter allerdings mit 24,5 MW auf 14 Hektar genutzter Wasserfläche eine der größten Gewässer-PV Anlagen Mitteleuropas in Grafenwörth, Niederösterreich, die 2023 in Betrieb genommen wurde und jährlich etwa 26,7 GWh liefern soll [EVN-Ecowind 2024]. Eine weitere Anlage wurde südlich von Graz in Fernitz-Mellach in der Steiermark auf einem Schotterteich errichtet, die etwa 800 MWh/a liefert [ORF Steiermark 2023].

Weiteres Potential dürfte sich vor allem auf jüngeren künstlichen Gewässern, sowie auf Speicherseen ergeben. Kraftwerksbetreiber in der Schweiz haben am Stausee Lac de Tules in den Jahren 2013-2019 eine Versuchsanlage errichtet, die nun um eine Großanlage erweitert werden soll; diese soll etwa 22 GWh/a liefern und die Hälfte des Stroms im Winterhalbjahr produzieren [NZZ 2023].

Neue Konzepte mit senkrecht stehenden Modulen und bifazialer Technologie werden derzeit ebenso in Betracht gezogen, um die Abdeckung der Wasseroberfläche zu reduzieren und eine gute Winternutzung zu erreichen [PV Magazin 2024];

Strikte Umweltauflagen untersagen aber in den meisten Fällen die Errichtung, wodurch das Potential als gering angenommen werden kann. Neben den in Niederösterreich aktuell bestehenden etwa 24,5 MW werden bis 2030/2040 weitere 50 MW als realistisch angenommen, was eine Produktion von etwa 75 GWh/a ergeben würde.

8. Militärische Flächen

Zukünftig sollen bei allen neuen Bauprojekten und Sanierungen von Gebäuden Photovoltaik-Anlagen zur nachhaltigen Energiegewinnung auf militärischen Liegenschaften errichtet werden. Zuletzt wurde diese in der Van-Swieten-Kaserne und beim Mannschaftsquartier am Truppenübungsplatz Allentsteig errichtet [Militär aktuell 2024]· Militärische Gebäude sind jedoch im Kapitel Gebäude miterfasst, daher soll hier nur kurz auf das weitere Flächenpotential im Bereich der militärischen Infrastruktur eingegangen werden.

Der Truppenübungsplatz Allentsteig ist mit 157 km² Österreichs größte zusammenhängende militärische Fläche, was bei kompletter Ausschöpfung des theoretisch/physikalischen PV-Erzeugungspotentials mit 9,8 TWh schon nahezu den gesamten Österr. Stromzielen bis 2030 entsprechen würde. Über bislang realisierte Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Bereich des Bundesheeres ist nichts bekannt.

Photovoltaik-Speicherkombinationen haben das Potential als Sicherheitsinseln für Krisenfälle (z.B. Katastrophenfälle, Blackout, etc...) zu dienen. Kasernen an zwölf Standorten wurden einer Detailanalyse in Bezug auf notwendige logistische, technische und infrastrukturelle Adaptierungsmaßnahmen unterzogen. Hier ist die geforderte Eigenständigkeit, insbesondere in Bezug auf Energie- und Wasserversorgung sowie Lagerkapazität und Anforderungen für die Bevorratung mit relevanten Versorgungsgütern ein wesentliches Kriterium [Fraidl 2018]. Nennenswerte energietechnische Beiträge werden derartige Inseln mittelfristig nicht liefern, eine Vorbildwirkung für ähnliche Einrichtungen bei Gemeinden, Institutionen und größere Firmen könnte dies jedoch haben.

Ein relevantes technisches Potential im Militärsektor - abseits der Gebäude - wird aufgrund der nur prinzipiellen Realisierbarkeit aktuell nicht gesehen.

9. Konversionsflächen

Konversionsflächen umfassen in der Regel ehemals militärisch oder verkehrsinfrastrukturell genutzte Areale, wie beispielsweise Kasernengelände, aufgelassene Bahnhöfe oder Industrie- und Gewerbebrachen, die aktuell keiner aktiven Nutzung mehr unterliegen. Für die Potentialermittlung kann den Konversionsflächen Niederösterreichs kein spezifischer Wert zugeordnet werden, da deren Größe nicht einfach zu ermitteln ist. Mittelfristig könnten die meisten dieser Flächen Möglichkeiten für Verbauung bieten; ein PV relevantes Potential dieser Flächenkategorie bis 2030 findet sich daher indirekt - sofern die Bebauung nachfolgend umgesetzt wird, daher bei den zukünftigen Gebäudepotentialen.

10. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Gesamtpotential an Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen in Niederösterreich aktuell (2025)



Abbildung 12 - Wirtschaftliche PV-Potentiale in Niederösterreich an Gebäuden und anderen Infrastrukturen 2025

Da sich die Potentiale bis 2040 in einigen Bereichen (vor allem Gebäude, Schallschutz und teilweise Deponien) erhöhen werden findet sich nachfolgende noch eine Zusammenstellung der PV Potentiale Niederösterreichs an Gebäuden und anderen Infrastrukturen für das Jahr 2040

	2025	2040
Gebäude inklusive Fassaden	4,05	4,96
Deponien	0,5	0,6
Schallschutz	0,01	0,02
Bahnsteige	0,015	0,015
Parkplätze	0,25	0,25
Floating PV	0,075	0,075

Tabelle 12 – PV-Gesamtpotential (wirtschaftlich) 2025 und 2040 in TWh/a an Gebäuden und anderen Infrastrukturen

11. Anhang: Potentialbegriffe und Variabilität der Potentiale

11.1. Potentialbegriffe - Definitionen

Folgende Potentialbegriffe sollen in dieser Studie verwendet werden [angepasst nach Methodik von Vincent Rits et al. 2007]

Das physikalisch/theoretische PV-Gebäudepotential bezieht sich in dieser Studie auf das gesamte physikalische Angebot der Photovoltaiktechnologie im aktuellen Reifegrad der Technologie - im betrachteten Untersuchungsgebiet ohne Berücksichtigung der variablen, in der praktischen Umsetzung vor Ort auftretenden Einschränkungen. Um nicht die gesamten Oberflächen aller Gebäude für dieses Potential heranzuziehen, wurde diesem Potential bereits eine Komponente zugedacht: die grundsätzlich als „geeignet" zu wählenden Flächen orientieren sich daran, an welchen Flächen des Daches bzw. der Fassade eine energetische Amortisation der PV-Anlage in Österreich in weniger als 3-Jahren möglich ist.[18] In dieser Studie wurden daher für dieses Potential Flächen berücksichtigt, die eine solare Einstrahlung von mehr als 800 kWh/m² und Jahr aufweisen[19]. Zusätzlich wird ein *PV-Technologie-Nutzungsfaktor* eingeführt, der die grundsätzlichen Spezifika der aktuell am Markt vorrangig eingesetzten PV-Systeme mit deren typischen Wirkungsgraden berücksichtigt, um zu einem physikalisch/theoretischen PV-Gebäudepotential zu kommen. Dieser berücksichtigt z.B. teilweise vorhandene Kleinteiligkeit der geeignet bestrahlten Flächen auf den Dächern, die Teilbarkeit der geeigneten Dachfläche auf Standard-Modulgrößen, Rahmen und notwendige Abstände, Verschaltungsmöglichkeiten, etc...

TECHNOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN BIS 2040:

Wichtig ist zu betonen, dass alle Flächenüberlegungen auf dem Flächenbedarf der PV heutiger Technologie beruhen. Die Wirkungsgrade der PV-Technologie steigen im Zeitraum eines Jahrzehnts etwa um 5%. Für das Jahr 2040 kann daher angenommen werden, dass für dieselbe zu installierende Leistung etwa 7,5% weniger Fläche benötigt wird als im Jahre 2025. Betrachtet man, dass der weitere Prozess des PV-Ausbaus einigermaßen gleichmäßig über die kommenden 15 Jahre verteilt sein wird, kann man mit einem verringerten Flächenbedarf von etwa 4% ausgehen. In erster linearer Näherung könnte man das bis 2040 noch offene wirtschaftliche Potential von 4,9 auf 5,1 TWh/a erhöhen. Demgegenüber steht bei genauerer Betrachtung aber eine langsame Abnahme der Leistung älterer Anlagen, die in erster Annahme dieser gesamten Wirkungsgradsteigerung entgegensteht, weswegen diese technologische Weiterentwicklung in dieser hier vorliegenden Potentialabschätzung keine Beachtung findet.

Das technische Potential ist der Anteil des physikalisch/theoretischen Potentials, der unter Berücksichtigung der vor Ort gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Da das technische Potential ebenso technologieabhängig ist, ändert sich das technische Potential über die Zeit hinweg;

---

[18] Aus architektonischen Gründen werden aber auch Flächen mit PV-Modulen versehen, die lange energetische Amortisationszeiten erwarten lassen. (z.B. Nordfassaden); wenn diese PV-Fassade eine andere Fassadenkonstruktion ersetzt, ist dies aber ebenso gerechtfertigt. In den letzten 4 Jahren hat sich die durchschnittliche Moduleffizienz stark erhöht, zugleich sind die Modulpreise gesunken. Somit rücken auch Flächen mit Jahreseinstrahlungen unter 1000 W/m² vermehrt in den Fokus.

[19] Typische Rücklaufzeiten liegen für Mitteleuropa bei 1,6 bis 2,5 Jahren bei einer Einstrahlung von 1200 W/m² [IEA PVPS Task 12]

z.B. in Abhängigkeit von Normen und Gesetzen (z.B. den vorgeschriebenen Schnee- und Windlasten), Montagemöglichkeiten der Technologie, aber auch Ortsbild- oder Landschaftsschutz sind hier subsummiert.

Das wirtschaftlicher Potential bedeutet, dass die Gesamtkosten für die Energieumwandlung einer Energiequelle in der gleichen Bandbreite liegen wie die Kosten konkurrierender Systeme. Die Bestimmung des wirtschaftlichen Potentials ist von Annahmen und schwankenden Einflussparametern abhängig (z.B. Investitionskosten, Strommarktpreis, Zinssatz, Abschreibungsdauer, Förderungen, Preisentwicklungen etc.). Das wirtschaftliche Potential hat einen Bezug zum physikalisch/theoretischen Potential, wie bereits oben erwähnt wurde.

- **Das erwartete/bis 2040 sich realisierbare Potential/Szenario** ist im Grunde genommen **das wahrscheinlichste Szenario,** das durch diverse Entwicklungen und Regelungen massiv beeinflusst werden kann. Es berücksichtigt unter anderem die Kriterien der „sozialen Realisierbarkeit“: Es berücksichtigt die positive oder negative Haltung von Individuen oder Gruppen gegenüber einem Energieträger, die nicht rein technisch, ökologisch oder wirtschaftlich begründet sind (z.B. die generelle Einstellung gegenüber erneuerbaren Energien/Photovoltaik, und die Zahlungsbereitschaft bzw. Investitionsfähigkeit im diskutierten Zeitraum bis 2040). Details siehe bei den Abschichtungsüberlegungen.

11.2. Anhang: Variabilität der Potentiale

Die ermittelten Potentiale sind keineswegs fixe unveränderliche Tatsachen; folgende Änderungen sind zu berücksichtigen:

- Die physikalisch theoretischen Potentiale könnten durch bedeutende Wirkungsgradsteigerungen der Technologie oder bedeutende Zunahme von Flächen steigen. Bei der Entwickung der System-Wirkungsgrade wurde bei den marktdominierenden kristallinen Silizium-Solarmodulen eine lineare Weiterentwicklung der letzten Jahre vorausgesetzt (5% Steigerung pro Dekade), die verfügbaren Flächen beziehen sich auf den Stand Ende 2023. Klimatische Änderungen (erhöhte Temperaturen und damit verringerte Wirkungsgrade - typisch 0,4% pro K Temperaturanstieg - oder eine Änderung der Jahressummen der Globalstrahlung) wurden nicht berücksichtigt, da diese maximal im unteren einstelligen Prozentbereich die Potentiale verändern würden.
- Die technischen Potentiale könnten z.B. durch Reduktion der Schnee- und Windlasten, Lockerung des Denkmal- bzw. Ensembleschutzes und anderer Vorgaben bzw. durch anderswertige bedeutende technische Weiterentwicklung steigen. Modul-Neuentwicklungen wie beispielsweise spezielle Leichtbaumodule oder marktfähige photovoltaische Fensterverglasungen aber auch neue PV-Folien könnten weitere Potentiale eröffnen.
- die wirtschaftlichen Potentiale könnten durch eine Änderung der Rahmenbedingungen (bei Strompreisen, Einspeisetarifen, Investitionskosten,...) verändert werden; ein weiteres signifikantes Sinken der PV Anlagenkosten ist bis 2030 bzw. 2040 nicht zu erwarten. Auch sind weitere Rückgänge bei Modulkosten in größerem Ausmaß gegenwärtig nicht zu erwarten und würden voraussichtlich durch tendenziell steigende andere Kostenfaktoren (Planungs- und Errichtungskosten, Netzkosten etc...) kompensiert werden.
- die soziale Akzeptanz ist vor allem durch Bewusstseinsbildung bzw. Abbau der Bürokratie bei der Errichtung veränderbar und hat sich in den letzten Jahren bei PV im gebauten Umfeld zugunsten der PV Technologie entwickelt. Diese wird im Weiteren im „SZENARIO REAL“ als konstant angenommen,

im „SZENARIO-MAX“ werden diverse Maßnmahmen vorgeschlagen, die auf Bund- bzw. Bundeslandebene denkbar sind, um die Nutzung der PV auf Gebäuden und anderen Infrastrukturen deutlich zu steigern.

Im „SZEANRIO-REAL“ hingegen wird generell davon ausgegangen, dass sich die aktuell vorliegenden Rahmenbedingungen, die die Potentiale bestimmen, bis 2040 nicht entscheidend ändern.

12. Anhang: Berechnungsmethodik

Methodischer Zugang – Solarkatasteranalyse mit nachfolgendem Abschichtungsverfahren

Folgende Faktoren finden bei der Ermittlung des physikalisch/theoretischen Potentials Beachtung:

- *Solare Einstrahlung auf die unterschiedlich geneigten und orientierten Dachflächen*
- *Minimalgrenze der solaren Nutzbarkeit (800 W/m²a bzw. 700 W/m²a bei Fassaden) um die energetische Amortisation der PV-Anlage unter etwa 3 Jahren zu halten.*
- *Physikalische Umwandelbarkeit von solarer Strahlungsleistung in elektrische Leistung in einem aktuell marktdominierenden PV-System (monokristalline Technologie, 17% Gesamtsystemwirkungsgrad), was eine typische Nutzbarkeit aufgrund von Verunreinigung und typischer anlagenspezifischer Minderleistungen (Performance Ratio) von etwa 80% ergibt.*
- *Typische Nutzbarkeit (PV-Technologie-Nutzungsfaktor=0,6) aufgrund am Markt erhältlicher Standard-Modulgrößen, sich ergebender erforderlicher Randabstände, sicherheitstechnischer Fragen, Nichtnutzbarkeit kleiner Flächen, Aufständerungen, Verschattungsvermeidung etc…*

Aus untenstehender Tabelle erkennt man, dass beispielsweise auf bis zu 25 Grad geneigten Norddächer, aber auch bis zu 30 Grad geneigten Nordost- bzw. Nordwestdächer Einstrahlungen erzielt werden können, die etwa 2/3 der Maximaleinstrahlung (20-40 Grad Süd) erreichen. Überdies haben all diese von 20-40 Grad Süd abweichenden Ausrichtungen und Neigungen eine Erzeugungscharakteristik, die eine Spitzenproduktion zur Mittagszeit vermeidet und Randzeiten besser bedient; diese Anordnungen wirken sich daher überdies meist system- bzw. netztechnisch positiv aus.

	NORD			OST			SÜD			WEST			NORD
	180	150	120	90	60	30	0	30	60	90	120	150	180
0	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
10	80	81	84	88	91	94	94	94	91	88	85	82	80
20	71	72	78	86	92	97	98	97	92	86	81	75	70
30	62	65	73	83	92	98	100	98	92	83	77	69	62
40	53	57	68	80	90	97	99	97	89	79	68	57	53
50	44	49	62	75	86	94	96	93	86	75	62	49	44
60	36	42	56	70	81	89	91	88	81	70	56	42	36
70	29	36	50	64	75	82	84	82	75	64	50	36	29
80	24	30	43	57	68	73	75	73	67	57	43	30	24

Tabelle 13 - Orientierungen (Azimut) und Neigungen von Flächen auf Gebäuden, die für eine Nutzung mittels Photovoltaik als nutzbar angesehen werden

GEWÄHLTE METHODE DER ERMITTLUNG DER GEBÄUDEPOTENTIALE:

Aus dem Solarkataster der Steiermark können die Grundfläche der Gebäude und die Strahlungspotentiale auf dem Dach – unterteilt in „sehr gut geeignet“, „gut geeignet“ und „geeignet“ – jeweils in kWh/a ermittelt werden.

- Als „sehr gut geeignet“ werden Flächen bezeichnet, die über 1100 kWh/m²a Strahlungsenergie erreichen.
- Als „gut geeignet“ werden Flächen bezeichnet, die über 900 kWh/m²a Strahlungsenergie erreichen.
- Als „geeignet“ werden Flächen bezeichnet, die etwa 800 kWh/m²a Strahlungsenergie erreichen.[20]

Ansatz hier ist es nun, vorliegende Solarkatasterangaben auf Einzelobjektebene, bzw. Gruppen von Einzelobjekten – unterteilt in

- Ein- und Zweifamilienhaus (EFH/ZFH)
- Mehrfamilienhaus, + Sonstige etc.
- Hallen (Industrie, Landwirtschaft)

zu extrapolieren, um auf ein Gesamtsolarpotential im Gebäudebereich zu kommen.

Aus den aktuellen nationalen Laserscan-Daten wird nun daraus ein realistisches aktuelles Dachflächenpotential für Gesamt-Österreich ermittelt. In einem nachfolgenden Schritt wird dieses, aus den Solarkatasterwerten abgeleitete Brutto-Potential für PV-Nutzung kritisch diskutiert, um herauszufinden, wie groß die Differenz zwischen den ermittelten PV-Flächenpotentialen und den tatsächlich realisierbaren PV-Modulflächen ist.

12.1. Das Photovoltaik-Potential auf Dächern von Ein- („EFH“) und Zweifamilienhäusern („ZFH“) in Niederösterreich

Mit Hilfe der Solarkatasterwerte für die PV geeigneten Flächen wurde anhand von über 400 Ein- und Zweifamilienhäusern in der Steiermark – zufällig verteilt über die diversen ländlichen und urbanen Gebiete der Steiermark inklusive der Stadt Graz – ein Mittelwert der Solarstrahlung in für PV-Nutzung geeignetem Bereich (siehe oben) ermittelt. Dieser wurde auf die Grundfläche der Ein- und Zweifamilienhäuser bezogen. In der Steiermark ergab sich – ein mittlerer Wert von 550 kWh pro m² EFH/ZFH Grundfläche. Die Abweichung zwischen den obersteirischen Regionen und den südoststeirischen Regionen bzw. dem Raum Graz bewegt sich innerhalb von 2% Punkten und wurde daher im Weiteren vernachlässigt. Die durchschnittliche Einstrahlung auf die Horizontale variiert zwischen den Gebieten des alpinen Ausseerlandes und der Süd-Oststeiermark um etwa 6%. Die verringerte Auswirkung in der nutzbaren Solarstrahlung dürfte auf die höhere Verschattung bei dichterer Verbauung in urbanen Räumen (Graz, Gleisdorf, Fürstenfeld etc.) zurückzuführen sein. Entsprechend der Verteilung der EFH und ZFH in Österreich wurde noch die Notwendigkeit einer Strahlungskorrektur analysiert:

[20] Die Globalstrahlung steht als eigener Layer im Digitalen Atlas des Landes Steiermark für das gesamte Bundeslandgebiet zur Verfügung. Die Berechnungsgrundlage bildeten moderne GIS-Methoden und das hochauflösenden Oberflächenmodell aus den Airborne Laserscanning-Befliegungen. Das Modell stellt die Jahressumme der direkten und diffusen Strahlung in Kilowattstunden (kWh) mit einer Rasterauflösung von 1 x 1 m dar.

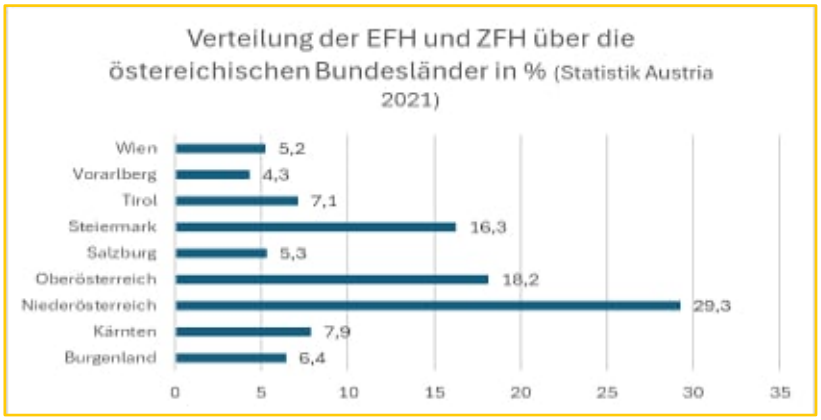


Abbildung 13 - Bundesländerverteilung der Ein- und Zweifamilienhäuserteilung der Ein- und Zweifamilienhäuser

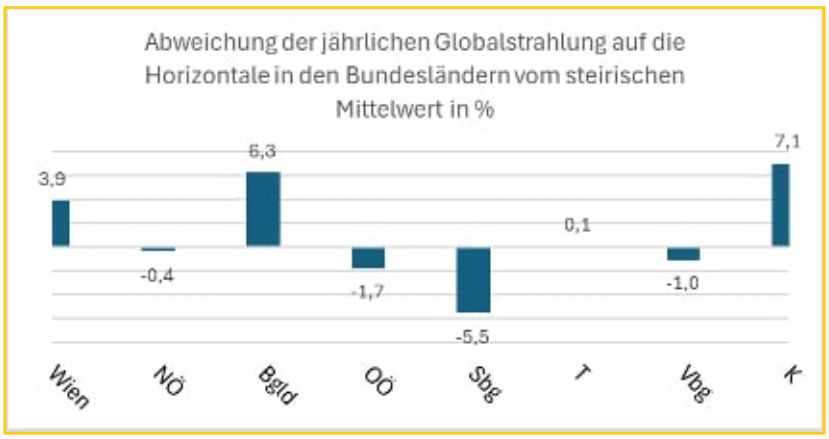


Abbildung 14 - Abweichung der jährlichen Globalstrahlung auf die Horizontale in den Bundesländern vom steirischen Mittelwert in % [PVGIS 2024]

Die Strahlungskorrektur und die Korrektur entsprechend der Verteilung der EFH und ZFH über Österreich ergibt nur eine geringfügige Anpassung um 2 kWh/m²a – womit der steirische Mittelwert von 0,55 MWh/m²a bzw. 550 kWh/m²a als finaler, für Gesamtösterreich gültige Wert der nutzbare Solarstrahlung auf Dächer der EFH/ZFH auch für Niederösterreich herangezogen werden kann.

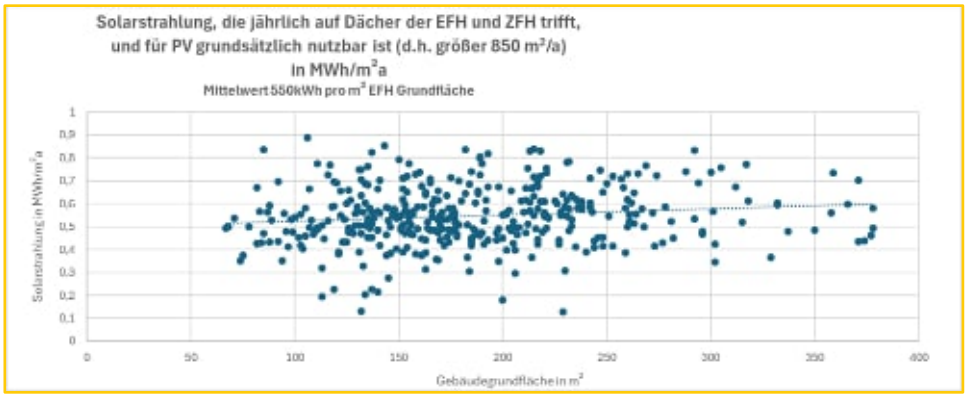


Abbildung 15 - Solarstrahlung auf die Dächer von EFH und ZFH in der Steiermark [eigene Ermittlung aus Solarkatasterwerten]

Wie aus obenstehender Abbildung ersichtlich, wurden Einfamilienhäuser ab einer Grundfläche von 57 m² bis hin zu größeren Gebäuden bzw. Zweifamilienhäuser mit einer Grundfläche von bis etwa 370 m² analysiert. Schlecht nutzbare Gebäude weisen nur eine grundsätzlich nutzbare Solarstrahlung von etwa 100 kWh/m²a Gebäudegrundfläche auf, gut „besonnte“ von bis zu 852 kWh/m²a bezogen auf die gesamte Grundfläche des Gebäudes. Die Strahlungswerte wurden auf die im Kataster ausgewiesene

Grundfläche des Gebäudes bezogen, da damit nachfolgend mit der Multiplikation der Gesamtfläche aller EFH und ZFH aus Statistik Austria Daten eine Ermittlung des Gesamtpotentials möglich ist.

Unter Berücksichtigung des Systemwirkungsgrads eines PV-Systems von 17% kann nun eine ***physikalisch/theoretische Nutzbarkeit durch PV*** ermittelt werden. Dieser Wert des Systemwirkungsgrades ist ein realistischer Wert, der sich aus Modulwirkungsgraden von aktuell typischen 20-22% ergibt, die bis 2030 im Mittel auf bis zu 24% ansteigen dürften. Davon abzuziehen sind Wechselrichterverluste und Leitungsverluste, sowie weitere typische Verluste im Betrieb (Verschmutzung etc...). Diese 17% entsprechen einer „Performance Ratio" von etwa 0,8.

Somit können pro m² Grundfläche bei EFH und ZFH physikalisch/theoretisch im Mittel über alle EFH und ZFH in Österreich 550 kWh/a auftreffende Solarenergie grundsätzlich verwertet werden. Multipliziert man dies mit der Gesamtfläche aller EFH und ZFH Österreichs, die laut oben genannten Annahmen bei 297 km² Grundfläche bzw. 321 km² Dachfläche liegen dürfte und dem Systemwirkungsgrad von 17 %, so ergibt sich ein gesamtes physikalisch/theoretisches PV-Nutzungs-Potential von 30 TWh/a.

12.2. Das Photovoltaik-Potential auf Dächern von Mehrfamilienhäusern und sonstigen Gebäuden im Bereich Büro, Handel, Freizeit, Gesundheit etc. in Österreich

Für Mehrgeschoßwohnhäuser und ähnlich strukturierte Bauten wurde dieselbe Systematik angewandt, wiederum wurden quer über die Steiermark hunderte derartige Gebäude auf das Einstrahlungspotential auf ihren Dächern analysiert.

Der Mittelwert ergab sich dabei zu 602 kWh/m²a nutzbare Solareinstrahlung pro Jahr und Quadratmeter Dachfläche. Strahlungskorrekturen sind analog den EFH/ZFH ohne signifikante Auswirkung. Mit dem PV-Systemwirkungsgrad von 17% und einer Grundfläche=Dachfläche von 110 km² auf Mehrfamilienwohnhäusern und 198 km² auf den sonstigen Gebäuden dieser Kategorie, die laut oben angeführten Annahmen bei 308 km² Grundfläche(=Dachfläche) liegt, so ergibt sich ein gesamtes physikalisch/theoretisches PV-Nutzungs-Potential von 31,5 TWh/a.

12.3. Das Photovoltaik-Potential auf Dächern von Hallen

Für Industrielle und landwirtschaftliche Hallen und ähnlich strukturierte Bauten wurden wiederum quer über die Steiermark hunderte derartige Gebäude auf das Einstrahlungspotential auf ihren Dächern analysiert.

Der Mittelwert ergibt sich dabei zu 842 kWh/m²a nutzbare Solareinstrahlung pro Jahr und Quadratmeter Dachfläche/Grundfläche. Strahlungskorrekturen sind analog den EFH/ZFH ohne signifikante Auswirkung.

Mit dem PV-Systemwirkungsgrad von 17 % und einer Grundfläche von 142 km² ergibt sich hier ein gesamtes physikalisch/theoretisches PV-Nutzungs-Potential von 20,3 TWh/a.

12.4. Photovoltaik Potential an Fassaden von Gebäuden

Bislang lagen zu PV-Potentialen an Gebäudefassaden in Österreich keine genaueren Abschätzungen vor. Erstmals wurde nun ein Modell entwickelt, das mithilfe der Programmiersprache Python die solare Einstrahlung auf Gebäudefassaden in Österreich simuliert und quantifiziert. Die Berechnung der solaren Einstrahlung auf Gebäudefassaden ist ein komplexes Unterfangen, das präzise Daten und computerbasierte Modellierungstechniken erfordert. Das hier entwickelte Modell berücksichtigt verschiedene Faktoren wie Geländeverschattung, Sonnenstand und Gebäudegeometrie, um eine möglichst realitätsnahe Abbildung der Einstrahlungsverhältnisse zu erzielen. Aufgrund fehlender Daten bezüglich der Baumverschattung kann dieser, im Übrigen oft sehr variable Faktor, im vorliegenden Modell nicht berücksichtigt werden [Fries 2024].

Datengrundlage

Für die Entwicklung des Modells werden mehrere Datensätze herangezogen, die eine detaillierte Beschreibung der Geländetopographie, der Sonneneinstrahlung und der Gebäudestrukturen in Österreich liefern. Ein digitales Geländemodell mit einer Auflösung von 10x10 Metern, das vom österreichischen Datenportal data.gv.at[21] bezogen wird, dient als Grundlage für die Berechnung der Geländeverschattung. Die Sonnenstandsdaten werden aus dem Photovoltaik-Rechner der Europäischen Union gewonnen, der für jede Ausrichtung einer Fassade den Höhenwinkel und den Azimut der Sonne sowie die Direkt-, Diffusions- und Reflektionsstrahlung bereitstellt [PVGIS 2024]. Ein digitales Landschaftsmodell für Bauwerke, das vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen zur Verfügung gestellt wird, enthält Informationen über die Geometrie und Höhe der Gebäude [BEV 2024].

Berechnung der Gebäudeverschattung

Ein zentraler Aspekt des Modells ist die Berücksichtigung der Verschattung durch benachbarte Gebäude. Für jede Fassade wird ein Satz von Richtungsvektoren berechnet, der dazu dient, zu überprüfen, ob in der entsprechenden Richtung eine Verschattung vorliegt. Anhand der Sonnenstandsdaten wird berechnet, ob in der Richtung des Vektors zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Verschattung vorliegt, die höher als der Sonnenstand ist. Diese Berechnungen erfolgen für jeden Zeitpunkt im Jahr. Auf Grundlage der Richtungsvektoren kann zu jedem Zeitpunkt der Sonnenposition bestimmt werden, ob ein Gebäude die Fassade verschattet. Dies wird für jeden Höhenmeter einer Fassade berechnet, und anschließend wird der Durchschnittswert der Fassade ermittelt. Zusätzlich wird die diffuse Einstrahlung sowie deren Verschattung unter Berücksichtigung dieser Richtungsvektoren quantifiziert [Fries 2024].

Berechnung der Geländeverschattung

Neben der Gebäudeverschattung spielt auch die Verschattung durch das umgebende Gelände eine wichtige Rolle. Mithilfe von ARCGIS Pro und dem 10x10-Meter-Höhenmodell wird die jährliche solare Einstrahlung für jeden Punkt berechnet. Auf diese Weise können, mit einigen zusätzlichen Berechnungen, die solaren Einstrahlungswerte für jedes Gebäude und jede Fassadenfläche bestimmt werden [Fries 2024].

Ergebnisauswertung

Die berechneten Einstrahlungswerte werden verwendet, um die gesamte solare Einstrahlung auf die Gebäudefassaden zu ermitteln. Dazu wird die Fassadenfläche mit den spezifischen Einstrahlungswerten multipliziert. Für das Endergebnis werden nur Fassadenflächen berücksichtigt, die eine Mindestfläche von 20 m² und eine Mindesteinstrahlung von 700 kWh pro Jahr aufweisen.

[21] Data.gv.a.t - Medieninhaber und Herausgeber, Österreichisches Bundeskanzleramt, Ballhausplatz 2, 1010 Wien

Zusätzlich wird angenommen, dass aufgrund von Fensterflächen und schwer verbaubaren Abschnitten nur 50% der Fassadenflächen für die Installation von Photovoltaikanlagen genutzt werden können [BFE 2019]. Zusätzlich wird der Wirkungsgrad von Photovoltaik-Anlagen berücksichtigt, welcher mit 17 % angenommen wurde, um eine realistische Abschätzung der nutzbaren Solarenergie zu erhalten. Infolge der genannten Filter und Annahmen ergeben sich etwa 120 Quadratkilometer nutzbare Fassadenfläche. Diese Flächen könnten zur Installation von Photovoltaikanlagen verwendet werden, mit einer geschätzten Gesamtstromerzeugung von etwa 14,7 TWh pro Jahr [Fries 2024].

13. Anhang - Bandbreite der Ergebnisse

Im Folgenden soll die mögliche Bandbreite der Ergebnisse bei den Gebäudepotentialen beleuchtet werden:
Unschärfe besteht vor allem bei nachfolgenden Parametern:

- Wahl der geeigneten Flächen: Die Auswahl von Azimut- und Neigungsbereichen (Tabelle 2): Die ermittelten Solarpotentiale aus dem Solarkataster beruhen ausschließlich auf gut und sehr gut geeigneten Flächen mit Strahlungswerten ab 800 W/m² und Jahr. Eine Erweiterung würde Flächen einbeziehen, wo es zu einer energetischen Amortisation von über etwa 3 Jahren kommt (z.B. steile Norddächer und Nordfassaden). Das gewählte Kriterium wird daher als sinnvoller Rahmen betrachtet. Gebäude, die Photovoltaik an allen Außenteilen nutzen werden vor allem aus architektonischen Gründen umgesetzt. Als Beispiel kann das Solaris Mehrfamilienhaus in Zürich dienen, das alle Fassaden- und Dachteile als PV-Fläche verwendet. Diese weiteren Potentiale werden in der Studie vernachlässigt.



Abbildung 16 - Solaris Gebäude, Zürich, Huggenberger-Fries, Foto: H.Fechner

- Anzahl der ausgewählten Objekte für die Bestimmung des mittleren PV-Potentials pro Kategorie: Die Bestimmung beruhte auf über 600 Einzelobjekten in 3 Kategorien. (EFH/ZFH – MFH – Industrie/Gewerbe). Schon bei einer viel kleineren Anzahl erreicht der Mittelwert sehr genau die in der vollständigen Auswertung ermittelten Werte. Eine höhere Gebäudeanzahl würde daher keine entscheidend bessere Genauigkeit bringen.
- Festlegung des PV-Nutzungsfaktors: Die Festlegung dieses Faktors wurde in Analogie zur Berechnung im steiermärkischen PV-Kataster vorgenommen; Eine Abweichung von jeweils +/- 15% sollte jedoch Beachtung finden.
- Systemwirkungsgrad: Der angenommene typische Systemwirkungsgrad einer Photovoltaikanalage von 17% kann als typischer Wert für die kommenden Jahre, zumindest bis 2030 angenommen werden. Spekulationen über deutlich steigende Systemwirkungsgrade bis 2040 wurden nicht angestellt.
- Dachflächen, Gebäudeanzahl: Diese Angaben wurden von Statistik Austria übernommen und weisen nur die Unschärfe typischer statistischer Erhebungen auf. Kleinstgebäude, bzw. Gebäude ohne Stromanschluss (Heustadel, Gartenschuppen, etc..) wurden nicht berücksichtigt.
- Bei den technischen Abschichtungsfaktoren (Statik, gebäudetechnische Ausrüstung, Denkmalschutz, ...) wurde auf qualifizierte Literatur bzw. auf Aussagen von ExpertInnen zurückgegriffen. Eine Bandbreite bei diesen Aussagen von +/- 10% sollte Beachtung finden. Die wirtschaftlichen Abschichtungsfaktoren

(Geringerdimensionierung, Kosten, Tarife, ...) wurden überwiegend aus den aktuellen Rahmenbedingungen abgeleitet, es bedarf dabei keiner speziellen Bandbreitenerweiterung.

- Die sozial/ökologischen Faktoren wurden teilweise aus wissenschaftlicher Literatur abgeleitet, teilweise nach persönlicher Einschätzung bewertet. Eine Bandbreite wurde hier bereits berücksichtigt.

14. Literaturverzeichnis

.

Asfinag 2021, Die Autobahn als Sonnenkraftwerk, Asfinag Pressemitteilung vom 14.9.2021

Axmann 2015, Photovoltaikanlagen auf Deponien, Bayrisches Landesamt für Umwelt, Augsburg 2015

Baumaßnahmenstatistik 2023, Statistik Austria, https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/wohnen/baufertigstellungen

Baurechtsgesetz Deutschland 2023, Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht, dt. Bundestag und Bundesrat, 11.Jänner 2023

Baden-Württemberg 2022, Vom Deponie- zum Solarstandort Erhebung, Analyse und Bewertung von ehemaligen Deponieflächen als Standorte für Photovoltaikanlagen in Baden-Württemberg, LUBW-Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, November 2022

BEV 2023 – Regionalinformation des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen

BEV 2024, Digitales Landschaftsmodell – Bauwerke, https://www.bev.gv.at/Services/Produkte/Digitales-Landschaftsmodell/Bauwerke.html#download-02-1 – abgerufen im April 2024

BFE 2019, Schweizer Hausdächer und -fassaden könnten jährlich 67 TWh Solarstrom produzieren, M Medienmitteilung des Schweizer Bundesamts für Energie, 15.4.2019

Biermayr et al, 2025, Innovative Energietechnologien, Marktbericht 2024 P.Biermayr, Christian Fink, H.Fechner, K.Leonhartsberger et al. 2025

BIPV Booster 2025, Game Changer für die Umsetzung fassadenintegrierter PV-Anlagen durch Entwicklung und Überprüfung nachweisfreier Konstruktionen hinsichtlich des Brandschutzes, FFG Projekt im Programm TIKS 2023 – Technologien und Innovationen für die klimaneutrale Stadt, Österr. Technologieplattform Photovoltaik, Schöberl&Pöll, MA 39, OFI et al.

Blome et al. 2022, Photovoltaik-Freiflächen-Potential in Tirol – GIS-basierte Abschätzung der Photovoltaik-Freiflächen-Potentiale in Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung, 2022

BMK 2024, Österreichische Photovoltaik-Strategie; Zielsetzungen und Aktionsfelder eines strategischen Ausbauprozesses sowie Maßnahmen für einen koordinierten Ausbau der Photovoltaik in Österreich, H.Fechner, 2024 Bundesministerium für Klimaschutz 2024

E-Control, 2024, Quartalsbericht Erhebung Netzanschluss 2024 Berichtszeitraum 3. Quartal 2024, E-Control, 2024

Energieschweiz 2021, Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen, Dr. Lucia Grüter, Energie Zukunft Schweiz, Viaduktstrasse 8 CH-4051 Basel

EVN-Ecowind 2024, Floating-PV-Anlage in Grafenwörth, https://www.ecowind.at/unternehmen/referenzen/floating-pv-anlage-grafenwoerth/ - abgerufen am 14.März 2024

Fechner Hubert, 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, Oesterreichs Energie 2020

Fechner 2024, Photovoltaik-Potentiale im Gebäudesektor in Österreich bis 2040 und Abschätzung der Photovoltaik Potentiale auf weiteren Infrastrukturen“ Hubert Fechner, Studie im Auftrag von Österreichs Energie, Juni 2024

Fraidl 2018: Sicherheitsinseln. Verteidigungsminister Kunasek und Innenminister Kickl unterzeichnen Abkommen zur „Krisenbetankung“. Fraidl Gerold, Hg. v. Bundesministerium für Landesverteidigung. Wien.

Fries Simon 2024, Entwicklung eines Python-basierten Berechnungsmodells zur Evaluierung des Potentials von Fassaden-Photovoltaikanlagen in Österreich, Bachelorarbeit an der Fachhochschule Technikum Wien. Mai 2024

Garbe 2024, https://www.garbe-industrial.de/online-panel-pv-strom-koennte-fossile-energietraeger-in-deutschland-kuenftig-weitgehend-ersetzen/ Garbe Industrial Real Estate, 2024 abgerufen am 20.Juni 2024

Hampl N. et al. 2024, Erneuerbare Energien in Österreich 2024 Der jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien; Institut für Strategisches Management, Wirtschaftsuniversität Wien Deloitte Österreich Wien Energie, 2024

IEA 2023, Net Zero Roadmap - A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach, IEA 2023 Paris

IEA PVPS Task 12, Environmental Life Cycle Assessment of Electricity from PV systems – 2023 data update, May 2024

IEA PVPS Trends Report 2024, jährliche Publikation des IEA PVPS Task 1 seit 1992

INFINA 2024, Infina Wohnbauexperten: www.infina.at/trends/anzahl-der-baugenehmigungen-in-oesterreich/ abgerufen am 14.5.2024

Innovative Energietechnologien 2011-2024, Jahresberichte über die Marktentwicklung der innovativen Energietechnologien, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr Innovation und Technologie (bis 2019) und des Bundesministeriums für Klimaschutz (ab 2020)

IOB Challenge ASFINAG 2021, HEINZ GROCHOLSKI, Lärmschutzwände als Solarkraftwerk, Fortuna Solar et al. 2021

Kaltschmitt 2013, Kaltschmitt Martin: Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin, Heidelberg 2013

MA48 – 2020, Rathauskorrespondenz vom 28.07.2020, MA 48-Deponie Rautenweg als Öko-Energielieferant der Klimamusterstadt Wien

Militär aktuell 2024, Das Bundesheer investiert in Photovoltaikanlagen, https://militaeraktuell.at/das-bundesheer-investiert-in-photovoltaikanlagen/ - abgerufen am 2.5.2024

NIP 2024 – Österreichischer Integrierter Netzinfrastrukturplan – finales Dokument, 2024

KfW 2024, Das Potential für Haushaltsphotovoltaik in Deutschland, KfW Research Fokus Volkswirtschaft, Nr. 457, 5. April 2024 Autor: Dr. Johannes Rode

NZZ 2023, Neue Züricher Zeitung, Die Photovoltaik macht einen Schwimmkurs in den Alpen, https://www.nzz.ch/wissenschaft/photovoltaik-auf-stauseen-schwimmende-module-in-den-alpen-liefern-strom-ld.1745924

ÖBB-Infra 2024, Für ein stabiles Morgen, ÖBB Infra Geschäftsbericht 2024

ÖBB Kompakt 2024, Zahlen, Daten, fakten, ÖBB-Holding AG, Konzernkommunikation, Am Hauptbahnhof 2, 1100 Wien

ÖBB Waldner, 2024 Pressekonferenz Manuela Waldner ÖBB infra zur Überdachung des Wiener Westbahnhofes mit PV am 22.7.2024

ORF Steiermark 2023, PV-Anlage schwimmt auf Schotterteich, https://steiermark.orf.at/stories/3221666/

PVGIS - Photovoltaic Geographical Information System, EU Science Hub, https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en - abgerufen am 20.5.2024

PV Magazin 2024, German startup planning vertical floating PV plant, Sandra Enkhardt, April 22, 2024

Statistik Austria 2024, Pressemitteilung: 13 267-033/24, Bevölkerung Österreichs auf 9,16 Mio. gewachsen, Statistik Austria 18.2.2024

Schweizer Bundesrat 2021, Studie über das Potential der Lärmschutzwände entlang von Autobahnen und Bahnstrecken für die Produktion von Solarenergie Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats 20.3616 vom 15.06.2020

TPPV Award 2024, Bergheim, Salzburg, Einreicher: AEP H2 GmbH, weitere Infos unter: https://pvaustria.at/pv-innovationsaward/

TPPV 2022, https://tppv.at/2022/08/24/erster-solarer-parkplatz-in-osterreich-wurde-eroffnet/

TPPV 2022b – 3.Innovationsaward für Integrierte Photovoltaik, Österr. Technologieplattform Photovoltaik 2022, Architekturbüro Reinberg ZT GmbH, Bauträger: ÖBB Infrastruktur AG

TPPV und BMK 2024, PV Industrie und Forschung in Österreich, TPPV 2024 – www.tppv.at

Umweltberatung 2024, https://www.umweltberatung.at/foerderungen-fuer-gebaeudebegruenung - abgerufen am 13.5.2024

Vincent Rits et al. (2007): Die Energieperspektiven 2035 – Band 5. Analyse und Bewertung des Elektrizitätsangebotes. Eidgenössisches Departement für Analyse und Bewertung des Elektrizitätsangebotes, 2007.

Zensus 2021, Zensus Gebäude- und Wohnungszählung 2021, STATISTIK AUSTRIA, veröffentlicht September 2023 Bundesanstalt Statistik Österreich, 1110 Wien, Guglgasse 13

15. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen:

Abbildung 1- Methode der Potentialermittlung (eigene Darstellung) 8
Abbildung 2- Photovoltaik Kumulierte Leistung (DC) gesamt seit 2011 und jährlicher Zubau. Quelle: ENU, H.Greisberger 9
Abbildung 3- Ausgangssituation – Verteilung der im Netz NÖ angeschlossenen PV-Anlagen (betreffend Leistung) auf Netzebenen mit 1.1.2025, Quelle. Netz NÖ, Österreichs Energie 10
Abbildung 4 - PV-Netzanschlüsse in Österreich, E-Control 2024 17
Abbildung 5- Aktuelle PV-Nutzung in NÖ nach Gebäudeart (eigene Darstellung) – auf Basis der Potentiale 2025 19
Abbildung 6 - Bevölkerungsprognose für in Niederösterreich (Quelle. Statistik Austria) 20
Abbildung 7 - Öffentliches Interesse am Thema PV 2024, PV Austria 2024 24
Abbildung 8 -Erneuerbare Energien in Österreich 2024 Der jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien, Hampl et al. WU Wien, Deloitte, Wienenergie, Jänner 2025 24
Abbildung 9 - Noch offene Gebäudepotentiale 2025, eigene Darstellung
Abbildung 10 - Flächen der Deponien: Summe aus Altlasten in m², sowie gesicherten und sanierten Deponien in den Bundesländern (Quelle: Altlasten-Atlas, Umweltbundesamt 2024) 30
Abbildung 11 - PV-Bahnsteigüberdachung ÖBB Wien-Matzleinsdorferplatz, Foto: Architekturbüro Reinberg ZT GmbH 34
Abbildung 12 - Wirtschaftliche PV Potentiale in Niederösterreich an Gebäuden und anderen Infrastrukturen 2025 38
Abbildung 13 - Bundesländerverteilung der Ein- und Zweifamilienhäuserteilung der Ein- und Zweifamilienhäuser 43
Abbildung 14 - Abweichung der jährlichen Globalstrahlung auf die Horizontale in den Bundesländern vom steirischen Mittelwert in % [PVGIS 2024] 43
Abbildung 15 - Solarstrahlung auf die Dächer von EFH und ZFH in der Steiermark [eigene Ermittlung aus Solarkatasterwerten] 43
Abbildung 16 - Solaris Gebäude, Zürich, Huggenberger-Fries, Foto: H.Fechner 46

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1 - Netzebenen und typische PV-Anlagengrößen (eigene Darstellung basierend auf ElWOG §25 (5) Netzebenen-Definition) 10
Tabelle 2 - Potentialermittlung: Zusammenstellung der Kategorien aus Katasterwerten 13
Tabelle 3 -Abschichtungsfaktor aufgrund technischer Einschränkungen 15
Tabelle 4- Gebäudepotentiale: Technische Potentiale (Angaben in TWh) eigene Darstellung 15
Tabelle 5 - Abschichtungsfaktor aufgrund wirtschaftlicher Einschränkungen 18
Tabelle 6 - Gebäudepotentiale: Wirtschaftliche Potentiale (Angaben in TWh/a) eigene Darstellung 18
Tabelle 7 – Aktuell (2025) Noch offenes wirtschaftliches PV-Gebäudepotential in Niederösterreich 19
Tabelle 8 - zusätzliche Potentiale bis 2030/2035/2040 (eigene Berechnung) 21
Tabelle 9 - Offene wirtschaftliche Potentiale der PV im Gebäudebereich in Niederösterreich (eigene Darstellung) 21
Tabelle 10 Abschichtungsfaktor aufgrund sozialer und anderer Einschränkungen – SZENARIO REAL 25
Tabelle 11 – Gebäudepotentiale in NÖ in TWh/a – Wirtschaftliche Potentiale gegenüber dem Szenario B-A-U; eigene Darstellung 25

Tabelle 12 – PV-Gesamtpotential (wirtschaftlich) 2025 und 2040 in TWh/a an Gebäuden und anderen Infrastrukturen 38
Tabelle 13 - Orientierungen (Azimut) und Neigungen von Flächen auf Gebäuden, die für eine Nutzung mittels Photovoltaik als nutzbar angesehen werden 41

16. Studienautor

Für den Inhalt verantwortlich: Hubert Fechner, FH-Prof. Dipl.Ing., MSc, MAS, Studium der Elektrotechnik Energietechnik an der TU Wien, Aufbau und Leitung des Energieforschungsbereiches bei arsenal research in Wien (heute: AIT) (1998-2008), Studiengangsleitung und Institutsleitung „Erneuerbare urbane Energiesysteme“ an der FH Technikum Wien (2009-2019), Seit 2001 Österreichischer Vertreter im Executive Komitee des Photovoltaikprogrammes der Internationalen Energieagentur (IEA-PVPS), seit 2011 Stv. Vorsitzender des IEA-PVPS Programmes, Gründer und Obmann der Österreichischen Technologieplattform Photovoltaik (www.tppv.at), Evaluator Schweizer Energieforschungsprogramme, Mitverfasser der österr. Marktstatistik Photovoltaik im Rahmen der „Innovativen Energietechnologien – Marktbericht“ (2008-2024), Autor der Österreichischen Photovoltaikstrategie und der Österreichischen Photovoltaik-Technologie-Roadmaps. Hochschullektor an der TU Wien und diversen Fachhochschulen.