

DIPLOMARBEIT

Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Grünland
Planerische Perspektiven auf die Vereinbarkeit von
Energiewende und Landwirtschaft

Ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur, eingereicht an der Technischen Universität Wien,
Fakultät Architektur und Raumplanung

von

Paul Sebastian Heinrich Schleinitz
11778874

unter der Betreuung von
Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Arthur Kanonier
Institut für Raumplanung
E280-08 – Forschungsbereich Bodenpolitik und Bodenmanagement
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13, 1040 Wien, Österreich

Wien, am 19.05.2025

.....

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig, ohne unzulässige fremde Hilfe – dies schließt die Verwendung von künstlicher Intelligenz ein – verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Die aus fremden Quellen direkt und indirekt übernommenen Informationen und Gedanken wurden als solche kenntlich gemacht.

Wien, am 19.05.2025

.....



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich herzlich bei meinem Betreuer DI Dr. Arthur Kanonier für sein stets hilfreiches und konstruktives Feedback während der Konkretisierung des Themas und des Schreibprozesses.

Darüber hinaus gilt allen Personen mein ausdrücklicher Dank, welche durch Ihre Bereitschaft im Rahmen der Interviews oder durch einen fachlichen Austausch zum Facettenreichtum der Arbeit beigetragen haben. In diesem Kontext möchte ich auch meine Kollegen Andreas und Daniel hervorheben.

Der größte Dank gebührt meiner Familie und allen Freunden, welche mich in guten wie in schlechten Zeiten während der Erstellung meiner Diplomarbeit unterstützt haben. Allen voran bedanke ich mich bei meinen Eltern, welche mir dieses Studium bedingungslos ermöglicht und stets ihr Interesse an raumplanerischen Diskursen erhalten haben.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Photovoltaikanlagen werden beim Erreichen der österreichischen Klimaziele bis 2040 eine zentrale Rolle einnehmen müssen. Da in diesem engen Zeitfenster die Potenziale im Gebäudebereich nicht ausreichend realisiert werden können, werden PV-Freiflächenanlagen mitunter auf landwirtschaftlich nutzbaren Flächen im Grünland notwendig sein. Neben der Energiewende gibt es jedoch auch seitens der Biodiversität, der Nahrungsmittelproduktion und der Bioökonomie zu berücksichtigende Flächenbedarfe. Der Fokus dieser Arbeit liegt darauf, raumplanerische Handlungsoptionen aufzuzeigen, wie die Energiewende mittels PV-Freiflächenanlagen mit den Flächenbedarfen der Landwirtschaft vereinbart werden kann. Neben einer breiten Literaturrecherche und einer Aufbereitung des aktuellen rechtlichen Rahmens wurden fünf Interviews mit Personen mit unterschiedlichem fachlichem Hintergrund durchgeführt, um sowohl den energie- als auch den landwirtschaftlichen Perspektiven genügend Raum zu geben. Um am Ende der Arbeit Aussagen darüber treffen zu können, wie die Regulatorien von PV-Freiflächenanlagen zukünftig angepasst werden sollten, werden verschiedene Fragestellungen chronologisch abgearbeitet. Dazu gehört die Herleitung des leistungs- und flächenbezogenen PV-Ausbaubedarfs auf Freiflächen im Grünland, die Abbildung des Status quo in der Lebensmittelversorgung in Österreich, die Darstellung der Raumverträglichkeit von PV-Freiflächenanlagen sowie das Aufzeigen der Vorteile und Herausforderungen im Kontext der Mehrfachnutzung bei Agri-Photovoltaik.

Abstract

Photovoltaic systems will have to play a central role in achieving Austria's climate targets by 2040. As the potential in the building sector cannot be sufficiently realised in this narrow time window, ground-mounted PV systems will partly be necessary on agricultural land. In addition to energy transition, biodiversity, food production and bioeconomy also have legitimate demands on the scarce resource of land. The focus of this thesis is on identifying spatial planning options and requirements for action to reconcile the energy transition by means of ground-mounted PV systems with the land requirements of agriculture. In addition to a broad literature review and a review of the current legal framework, five interviews were conducted with people from different professional backgrounds to give sufficient space to both the energy and agricultural perspectives. To be able to make statements at the end of the work about how the regulations for ground-mounted PV systems should be adapted in the future, various research questions are examined chronologically. This includes the derivation of the power and area-related PV expansion requirements on open spaces, the illustration of the status quo in the food supply in Austria, the presentation of the spatial compatibility of ground-mounted PV systems and the demonstration of the advantages and challenges in the context of multiple land use in agrivoltaics.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	I
Darstellungsverzeichnis	III
Abbildungen	III
Diagramme	IV
Tabellen	V
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung und Relevanz	1
1.2. Einordnung der Raumplanung	3
1.2.1. Raumplanung und Energiethemen	4
1.2.2. Raumplanung und Landwirtschaft	5
1.2.3. Flächeninanspruchnahme und Photovoltaik-Freiflächenanlagen	6
1.3. Forschungsinteresse	7
1.4. Abgrenzung	8
1.5. Begriffsbestimmungen	9
1.6. Aktueller Wissensstand	11
1.7. Methodik	13
1.8. Aufbau der Arbeit	16
2. Energiewirtschaft in Österreich	18
2.1. Energie- und Stromversorgung in Österreich	18
2.2. Ausbauziele, -potenziale und -bedarfe	23
2.3. Ausbau von PV-Anlagen bis 2030 und 2040	28
2.3.1. PV-Ausbaupotenzial auf Dach und- Fassadenflächen	28
2.3.2. PV-Ausbaupotenzial auf Freiflächen.....	29
2.3.3. Ausbauziele der Bundesländer	32
2.3.4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	34
2.4. Zwischenfazit zum PV-Ausbaubedarf	36
3. Landwirtschaft in Österreich	38
3.1. Flächennutzung und Produktion	38
3.1.1. Landwirtschaftliche Produktionskategorien.....	41
3.2. Ernährungssicherheit in Österreich	41
3.3. Landwirtschaftliche Flächennutzungen abseits der Nahrungsmittelproduktion	45
3.4. Raumplanerischer Schutz landwirtschaftlicher Produktionsflächen	49
3.5. Zwischenfazit zur Landwirtschaft in Österreich	50
4. Photovoltaik-Freiflächenanlagen	52

4.1.	Arten von PV-Freiflächenanlagen und Abgrenzung	52
4.2.	Flächenbedarf	55
4.3.	Natur- und Raumverträglichkeit	61
4.3.1.	Flächeninanspruchnahme durch PV-Freiflächenanlagen	61
4.3.2.	Naturschutz und Landschaftsbild	63
4.3.3.	Naturgefahren	65
4.3.4.	Netzzugang und Wirtschaftlichkeit.....	66
4.4.	Material- und Energieeinsatz	67
4.5.	Akzeptanz und gesellschaftliche Hürden	69
4.6.	Zwischenfazit zum Ausbau von PV-Freiflächenanlagen	71
5.	Agri-Photovoltaik	73
5.1.	Definition und Abgrenzung von Agri-PV	73
5.2.	Kombinationsmöglichkeiten in der Landwirtschaft	77
5.2.1.	Agri-PV und Ackerland.....	77
5.2.2.	Agri-PV und Dauerkulturen im Grünland	82
5.2.3.	Agri-PV und Dauergrün- und Dauerweideland.....	83
5.3.	Zwischenfazit zu Agri-Photovoltaik	85
6.	Rechtliche Rahmenbedingungen für Agri-PV	86
6.1.	Rechtliche Bestimmungen auf Bundesebene	86
6.2.	Regulierung in Niederösterreich	89
6.3.	Regulierung in den weiteren Bundesländern	96
6.3.1.	Burgenland	96
6.3.2.	Steiermark	98
6.3.3.	Kärnten	100
6.3.4.	Salzburg	101
6.3.5.	Oberösterreich	102
6.3.6.	Tirol.....	104
6.3.7.	Vorarlberg.....	105
6.3.8.	Wien	106
6.4.	Regulierung in Frankreich	106
6.5.	Zwischenfazit zum rechtlichen Rahmen von Agri-PV	109
7.	Diskussion und Handlungsoptionen für die Raumordnung	111
7.1.	Reflektion und Kontextualisierung der bisherigen Erkenntnisse	111
7.2.	Raumordnungsrechtliche Regulierung	113
7.2.1.	Definition und Differenzierung von Agri-PV	114
7.2.2.	Überörtliche Raumordnung	117

7.2.3.	Örtliche Raumordnung.....	117
7.2.4.	Sicherstellung der landwirtschaftlichen Nutzung und Sanktionierung	119
7.3.	Fazit zu Diskussion und Handlungsoptionen	119
8.	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	121
8.1.	Beantwortung der Forschungsfragen	121
8.2.	Weitere Erkenntnisse	125
8.3.	Limitationen und weiterer Forschungsbedarf	127
8.4.	Ausblick.....	128
9.	Quellenverzeichnisse.....	129
9.1.	Literaturverzeichnis.....	129
9.2.	Rechtsquellenverzeichnis.....	143
10.	Anhang	146
10.1.	Kodierschema im Rahmen der Interviewauswertung.....	146
10.1.1.	Ankerbeispiele.....	147
10.2.	Zusammenfassung der Interviews	149



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abkürzungsverzeichnis

AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
APA	American Psychological Association
APG	Austrian Power Grid
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
BANU	Benützungarten-Nutzungen-Verordnung
BEAT	Bodenbedarf für die Ernährungssicherheit in Österreich
BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
BFW	Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Bgld. RPG	Burgenländisches Raumplanungsgesetz
BKA	Bundeskanzleramt
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020 – 2025)
BML	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018 – 2020)
BOKU	Universität für Bodenkultur Wien
BPL	Bebauungsplan
CCCA	Climate Change Center Austria
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIN SPEC	Deutsches Institut für Normung Specification
DORIS	Digitales Oberösterreichisches Rauminformationssystem
DSR	Dauersiedlungsraum
EABG	Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungsgesetz
EAG	Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz
EAG-IZV	EAG-Investitionszuschüsseverordnung-Strom
EAG-MPV	EAG-Marktprämienverordnung
EGG	Erneuerbares-Gas-Gesetz
EIWG	Elektrizitätswirtschaftsgesetz
ENU	NÖ Energie- und Umweltagentur
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Union
FAO	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
Fraunhofer ISE	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme
FVA	Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
FWP	Flächenwidmungsplan
Gpv	Grünland-Photovoltaikanlagen
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
GWp	Gigawatt-Peak
ha	Hektar (entspricht einer Fläche von 10.000 m ²)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
km²	Quadratkilometer (entspricht einer Fläche von 100 ha)
K-PhV	Kärntner Photovoltaikanlagen-Verordnung
K-ROG	Kärntner Raumordnungsgesetz
KW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde

kWp	Kilowatt-Peak
Land NÖ	Amt der Niederösterreichischen Landesregierung
Land OÖ	Amt der Oberösterreichischen Landesregierung
LKÖ	Landwirtschaftskammer Österreich
MLR	Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg
Mrd.	Milliarde
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MWp	Megawatt-Peak
NABU	Naturschutzbund Deutschland
NEKP	Nationaler Energie- und Klimaplan
NÖ	Niederösterreich
NÖ BO	Niederösterreichische Bauordnung
NÖ EIWG	Niederösterreichisches Elektrizitätswesengesetz
NÖ NSchG	Niederösterreichisches Naturschutzgesetz
NÖ ROG	Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz
NÖ SekRopPV	Sektorales Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich
ÖEK	Örtliches Entwicklungskonzept
ÖIR	Österreichisches Institut für Raumplanung
ÖNIP	Integrierter Österreichischer Netzinfrastrukturplan
OÖ	Oberösterreich
OÖ ROG	Oberösterreichisches Raumordnungsgesetz
ÖREK 2030	Österreichisches Raumentwicklungskonzept 2030
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
PFAS	Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen
PV	Photovoltaik
PV Austria	Bundesverband Photovoltaic Austria
PV-FFA	Photovoltaik-Freiflächenanlage
Regionalprogramm Zillertal	Verordnung der Landesregierung, mit der ein Regionalprogramm betreffend landwirtschaftliche Vorsorgeflächen für den Planungsverband Zillertal erlassen wird
RegRop Amstetten Nord	Regionales Raumordnungsprogramm Raum Amstetten Nord
Slbg. ROG	Salzburger Raumordnungsgesetz
StROG	Steiermärkisches Raumordnungsgesetz
TEG	Tiroler Elektrizitätsgesetz
TPPV	Österreichische Technologieplattform Photovoltaik
TROG	Tiroler Raumordnungsgesetz
TW	Terawatt
TWh	Terawattstunde
TWh/a	Terawattstunden pro Jahr (bezieht sich auf die jährliche Leistung von Kraftwerken)
UBA	Umweltbundesamt
UBA DE	Deutsches Umweltbundesamt
UVP-G	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
WWF Österreich	Umweltverband World Wide Fund For Nature Österreich
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Darstellungsverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Aufbau der Raumplanung in Österreich (adaptiert aus Kanonier & Schindelegger, 2018, S. 77).....	4
Abbildung 2: Ernte einer Pappel-Kurzumtriebsplantage (FVA, 2014)	47
Abbildung 3: PV-Freiflächenanlage im Nahbereich einer Autobahn in Deutschland (eigene Aufnahme).....	53
Abbildung 4: Klassische Photovoltaik-Freiflächenanlage im Grünland (Wien Energie, 2024c).....	57
Abbildung 5: Naturschutzfachliche Vorbehaltsflächen (UBA, 2023b, S. 4)	64
Abbildung 6: Holzunterkonstruktion bei einer Parkplatz-PV-Anlage in Waidhofen an der Ybbs (NÖ) (eigene Aufnahme, 2025).....	68
Abbildung 7: Kategorien und landwirtschaftliche Nutzungen gemäß der DIN SPEC 91434 (Trommsdorff et al., 2024, S. 12).....	76
Abbildung 8: Senkrecht-bifaziale Agri-PV-Anlage im Ackerbau in Dallein (NÖ) (eigene Aufnahme, 2024).....	79
Abbildung 9: Maschinelle Bewirtschaftung in einer Agri-PV-Anlage im Ackerbau (EWS Consulting GmbH, 2024)	81
Abbildung 10: Agri-PV im Obstbau im steirischen Haidegg (ECOWIND Handels- & Wartungs-GmbH, 2022).....	82
Abbildung 11: Agri-PV auf Weideland (outarky GmbH, 2025).....	84
Abbildung 12: Klassische PV-Freiflächenanlage mit tierischer Mahd in Ybbsitz (NÖ) (eigene Aufnahme, 2025).....	84
Abbildung 13: PV-Zonierung in Niederösterreich (NÖ SekRop PV, 2022, Anlage 85).....	91
Abbildung 14: Agrarische Schwerpunkträume in NÖ (RegRop Amstetten Nord, 2025, Anlage 5)	95
Abbildung 15: PV-Eignungszone im Burgenland mit verorteten Gestaltungsmaßnahmen (Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom mit der Eignungszonen für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Burgenland festgelegt werden, 2024, Anlage 1)	97
Abbildung 16: Darstellung einer PV-Vorrangzone inklusive Spezifikationen in der Steiermark (adaptiert aus Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung, mit der ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie – Solarenergie erlassen wird, 2023, Anlage 2.06).....	99
Abbildung 17: Bewertung der Landesfläche für PV-Freiflächenanlagen in OÖ (adaptiert aus Land OÖ, 2025b)	103
Abbildung 18: Landwirtschaftliche Vorsorgeflächen im Zillertal (adaptiert aus Regionalprogramm Zillertal, 2024, Anlage 2).....	105

Diagramme

Diagramm 1: Energiebilanz Österreichs 2023 in Petajoule (BMK, 2024d, S. 10)	19
Diagramm 2: Aufteilung der 317 TWh Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2022 nach Sektoren (eigene Darstellung adaptiert aus Wien Energie, 2024a).....	20
Diagramm 3: Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Österreich bis 2022 nach Energiequelle (BMK, 2024d, S.16).....	21
Diagramm 4: Stromerzeugung nach Bundesland und Energieträger im Jahr 2021 in GWh (BMK, 2024b, S.18)	22
Diagramm 5: Entwicklung der installierten PV-Leistung bis 2024 (PV Austria, 2025)	23
Diagramm 6: Erzeugungsmenge von erneuerbarem Strom in TWh bis 2040 (Österreichs E-Wirtschaft, 2022, S. 9)	24
Diagramm 7: Installierte und erforderliche PV-Leistung pro Bundesland im Jahr 2023 (eigene Darstellung mit Daten aus PV Austria, 2023b)	33
Diagramm 8: PV-Potenziale gegenüber dem PV-Ausbaubedarf bis 2040 (eigene Darstellung mit Daten aus UBA 2023b und Fechner, 2024).....	36
Diagramm 9: Kategorisierte Flächenbenutzungsarten in Österreich (eigene Darstellung mit Daten aus BEV, 2024)	39
Diagramm 10: Jährliche Feldfruchtproduktion seit 1970 in Tonnen (eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2024d)	41
Diagramm 11: Selbstversorgungsgrade für ausgewählte Produktkategorien (eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2025a).....	43
Diagramm 12: Entwicklung des Flächenbedarfs von PV-FFA je MWp installierter Leistung (Böhm & Tietz, 2022, S. 3)	56
Diagramm 13: Flächenbedarf für PV-FFA bis 2040 in km² (eigene Darstellung mit Daten aus Trommsdorff et al., 2024, S. 50; UBA, 2021b; ÖROK, 2023a, S. 27-28 und Statistik Austria, 2025b)....	59
Diagramm 14: Flächennutzungskonkurrenz von PV-FFA gegenüber der Landwirtschaft (eigene Darstellung mit Daten aus Trommsdorff et al., 2024, S. 50; UBA, 2021b; ÖROK, 2023a, S. 27-28 und Statistik Austria, 2025b)	60
Diagramm 15: Zustimmung für den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung im Jahr 2024 (eigene Darstellung mit Daten aus Hampl et al., 2025, S. 8).....	70
Diagramm 16: Zustimmung für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen im Jahr 2024 (eigene Darstellung mit Daten aus Hampl et al., 2025, S. 7).....	70
Diagramm 17: Klassifizierung von Agri-PV-Systemen (adaptiert aus Trommsdorff et al., 2024, S. 10)74	

Tabellen

Tabelle 1: Aufbau der Arbeit (eigene Darstellung)	17
Tabelle 2: Ausbauziele und Ausbaubedarfe von erneuerbaren Energiequellen (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2022; EAG, 2024 und Österreichs E-Wirtschaft, 2022).....	25
Tabelle 3: Kennwerte des Transition- und ÖNIP-Szenarios für 2030 und 2040 (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2024b).....	26
Tabelle 4: Potenzial auf Dach- und Fassadenflächen (eigene Darstellung mit Daten aus UBA, 2023b)	29
Tabelle 5: Realisierbares PV-Potenzial auf Freiflächen bis 2030 (eigene Darstellung mit Daten aus UBA, 2023b).....	31
Tabelle 6: Realisierbares PV-Potenzial auf Freiflächen bis 2040 (eigene Darstellung mit Daten aus UBA, 2023b).....	31
Tabelle 7: PV-Ausbauziele der Bundesländer (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2024b)	32
Tabelle 8: Vergleich der Ausbaubedarfe (eigene Darstellung mit Daten aus APG, 2024c; EAG, 2024; Österreichs E-Wirtschaft, 2022 und BMK, 2024b).....	34
Tabelle 9: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Flächen Österreichs (eigene Darstellung mit Daten aus BEV, 2024).....	39
Tabelle 10: Landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Bundesland (eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2022).....	45
Tabelle 11: Ausschlusskriterien zwischen ausgewählten Widmungen inklusive Nutzung und PV-Anlagentypen (adaptiert aus ENU, 2024).	54
Tabelle 12: Landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten in Agri-PV-Anlagen nach Nutzungsmöglichkeiten (eigene Darstellung mit Daten aus DIN, 2021, S. 10).....	75
Tabelle 13: Bodenfunktionsbewertung und PV-FFA in Salzburg (eigene Darstellung mit Daten aus Photovoltaik-Kennzeichnungsverordnung, 2023, § 1).....	102
Tabelle 14: Zielerreichung des PV-Ausbaubedarfs der Bundesländer bis 2040 laut ÖNIP (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2024b, S. 55 und PV Austria, 2025).....	112

1. Einleitung

Um die Energiewende bzw. die Klimaneutralität in Österreich zu erreichen, sind neben anderen Formen der Erzeugung erneuerbarer Energie in Zukunft mehr Photovoltaik-Freiflächenanlagen [= PV-FFA] notwendig. Neben Freiflächen, welche landwirtschaftlich nicht oder nur eingeschränkt nutzbar sind, werden im Rahmen des PV-Ausbaus auch Freiflächen im landwirtschaftlich nutzbaren Grünland erforderlich sein. Daher wird abgesehen von landschaftlichen Aspekten die Frage laut, inwiefern diese Anlagen in Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung bzw. Nutzbarkeit dieser Flächen stehen. Darüber hinaus weisen die Zielsetzungen Ernährungssicherheit und Energiewende einige Gemeinsamkeiten auf. Die Sicherstellung bzw. Erreichung beider Zielsetzungen stehen vor dem Hintergrund der Folgen des Klimawandels unter Druck, sie besitzen beide eine gesamtgesellschaftlich hohe Legitimation und haben einen mehr oder weniger hohen Flächenbedarf. Da die Raumplanung eine wesentliche Rolle bei der Ermöglichung oder Verhinderung von Flächennutzungen einnimmt, kann und sollte sie einen wichtigen Beitrag dazu leisten, diese beiden potenziell konkurrierenden Flächennutzungen in Einklang zu bringen.

1.1. Problemstellung und Relevanz

Die Notwendigkeit, CO₂-Emissionen durch die Substitution fossiler Energieträger in den kommenden Jahren stark zu reduzieren, resultiert aus dem rasch voranschreitenden Klimawandel, dessen negative Folgen bereits jetzt spürbar sind und sich in Zukunft deutlich intensivieren werden (Intergovernmental Panel on Climate Change [= IPCC], 2023, S. 42-46 und 71). Zwei Hauptursachen dieser globalen Klimaerwärmung sind neben kontraproduktiven Verbrauchs- und Produktionsmustern die nicht nachhaltige Energie- und Flächennutzung (IPCC, 2023, S. 42). Einige bisherige und künftige Auswirkungen des Klimawandels sind unumkehrbar, eine rasche und groß angelegte Reduktion der Treibhausgasemissionen kann jedoch einige Folgen abschwächen und verlangsamen. Die Wichtigkeit dieser Reduktion wird darüber hinaus durch die anhaltenden Entwicklungen bekräftigt, welche auf eine globale Erwärmung von über 2 Grad Celsius hindeuten (IPCC, 2023, S. 4-13). Diese Erderwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau steht dem Pariser Klimaschutzübereinkommen, welches eine maximale Erwärmung von 1,5 bis 2 Grad zum Ziel hat und somit unumkehrbare und unkalkulierbare klimatische Kipppunkte vermeiden möchte, entgegen (Europäische Union [= EU], 2024).

Während vor allem in Entwicklungsländern die Wirtschafts- und Lebensgrundlage der Menschen bedroht ist, hat der Klimawandel auch für Österreich gravierende Folgen (Climate Change Center Austria [= CCCA], 2015). Zudem fällt die Erwärmung in Österreich im Vergleich zum globalen Mittelwert bislang doppelt so hoch aus (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik [= ZAMG], 2022). Neben dem Anstieg von gesundheitlichen Risiken und dem vermehrten Auftreten von Naturkatastrophen sowie

extremere Wetterereignissen werden sich auch Dürren und Hitzeperioden intensivieren (Umweltbundesamt [= UBA], 2023a, S. 29-32). Diese machen die Landwirtschaft zu einem stark betroffenen Wirtschaftsfeld, welches nicht nur durch den Klimawandel Ertrags- und Qualitätseinbußen erfährt, sondern ohnehin durch die rasant voranschreitende Flächeninanspruchnahme in Österreich beeinträchtigt wird (Haslmayr et al., 2018, S. 2-5). Somit ist es auch für Österreich eine zentrale Herausforderung, in diesem Jahrzehnt starke Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen und langfristig das Ziel der Europäischen Union – bis 2050 klimaneutral zu sein – zu erreichen. Bereits das Regierungsprogramm 2020-2024 der letzten Bundesregierung enthielt das Ziel eines klimaneutralen Österreichs, dessen Erreichung – gesetzlich verankert – sogar schon bis 2040 geplant war (Bundeskanzleramt Österreich [= BKA], 2020, S. 72). Auch die neue Bundesregierung hält laut Regierungsprogramm 2025-2029 an diesem Ziel fest, was für die Energiewende von zunehmender Bedeutung ist (BKA, 2025, S. 168). Auch wenn aktuelle Berechnungen des Umweltbundesamtes sinkende Treibhausgasemissionen zum Ergebnis haben (UBA, 2024a), besteht seitens der Wissenschaft nach wie vor Skepsis, ob Österreich seine Klimaziele erreichen wird. Dazu gehörte bislang die Kritik am ‚Nationalen Energie- und Klimaplan‘ (Momentum Institut, 2024) und das Fehlen eines brauchbaren Klimaschutzgesetzes (Parlamentsdirektion, 2024). Neben den Auswirkungen auf Umwelt, Wirtschaft und Gesundheit sind auch die 4,6 bis 9,2 Milliarden [= Mrd.] Euro nicht zu vernachlässigen, die laut einem Bericht des Rechnungshofes aus dem Jahr 2021 von Österreich für Emissionszertifikate ausgegeben werden müssten, um die Mehremissionen bei einer Verfehlung der Klimaziele zu kompensieren (Rechnungshof Österreich, 2021, S. 14). Auch abseits des Klimaschutzes bietet die Energiewende viele Vorteile. Neben günstiger Energie für Betriebe und Haushalte bedeutet die Unabhängigkeit von fossilen Energieimporten aus nichtdemokratischen Ländern nicht nur weniger Kapitalabfluss ins Ausland (Österreichische Energieagentur, 2022), sondern bietet auch Potenzial für die heimische Wertschöpfung (Zioga et al., 2024).

Ein wichtiger Beitrag zur Energiewende – und somit zum Klimaschutz – ist der Umstieg auf rein erneuerbare Energieträger zur Stromproduktion. Das von der letzten Bundesregierung gefasste Ziel bis 2030 den österreichischen Strombedarf zu 100 % national bilanziell durch Ökostrom bzw. durch erneuerbare Energieträger zu decken, stellt neben der Frage nach der Wärmegewinnung sowie der Mobilitätswende eine zentrale Grundlage für die nationale Energiewende dar (BKA, 2020, S. 72). Dieses Ziel wurde nicht nur im Regierungsprogramm 2020-2024 festgehalten, sondern auch im ‚Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz‘ [= EAG] rechtlich verankert. Somit verpflichtet sich Österreich zu einem raschen Aus- und Neubau von Anlagen zur Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen (EAG, 2024, § 4, Abs. 2). Auch die neue Bundesregierung greift dieses Ziel wieder auf und strebt eine Reform des Rechtsrahmens an (BKA, 2025, S. 60).

Neben der Wasserkraft – welche in Österreich bereits stark ausgebaut ist – und der Windkraft – welche vielerorts ein heikles politisches Thema darstellt – haben besonders die sehr flexibel einsetzbaren Photovoltaikanlagen ein großes Potenzial, die Energiewende in Österreich zu ermöglichen. Bis zum Jahr 2030 sollen laut EAG Erzeugungsanlagen mit einer Leistung von 11 Terawattstunden [= TWh] in Form von Photovoltaik verwirklicht werden (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [= BMK], 2023a, S. 22), wobei bis zum Jahr 2040 – um die Klimaneutralität zu erreichen – noch einmal deutlich mehr Anlagen nötig sein werden (BMK, 2024b, S. 40). Da das realisierbare technische Potenzial von Gebäuden und Verkehrsflächen in absehbarer Zeit nicht ausreichen wird, damit die Ausbauziele im Sinne der Klimaneutralität bis 2040 eingehalten werden können, muss ein Teil dieser Anlagen in Form von Photovoltaik-Freiflächenanlagen umgesetzt werden (Bundesverband Photovoltaic Austria [= PV Austria], 2022a, S. 2). Diese PV-FFA werden beispielsweise auf anthropogen vorbelasteten Flächen wie Deponien oder Verkehrsflächen, aber auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen im Grünland installiert. Somit gibt es mit der Realisierung von PV-FFA neben der ohnehin hohen Flächeninanspruchnahme in Österreich einen potenziell weiteren limitierenden Faktor für landwirtschaftlich nutzbare Flächen (Österreichische Raumordnungskonferenz [= ÖROK], 2023a).

Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen dieser Arbeit die Vereinbarkeit von Ernährungssicherheit – durch den Erhalt ausreichender landwirtschaftlicher Flächen – und Energiewende – mithilfe von PV-FFA – in Österreich behandelt. Die konkrete Problemstellung besteht wie eben erwähnt darin, dass sowohl die landwirtschaftliche Produktion als auch die für die Energiewende zentralen PV-FFA viel Fläche benötigen. Die Raumplanung kann einen zentralen Beitrag dazu leisten, diese beiden Zielsetzungen durch formelle und informelle Planungsinstrumente in Einklang zu bringen. Darüber hinaus wird beleuchtet, ob die derzeitigen raumplanerischen Festlegungen auf Bundesländerebene geeignet sind, um die auf Bundesebene festgelegten Ziele bezüglich des Ausbaus von PV-FFA zu erreichen.

1.2. Einordnung der Raumplanung

An dieser Stelle soll neben der grundlegenden Funktionsweise der Raumplanung in Österreich überblicksmäßig gezeigt werden, wie die Themenfelder Energiewirtschaft, Landwirtschaft und Raumplanung zusammenhängen. Im ‚Österreichischen Raumentwicklungskonzept 2030‘ [= ÖREK 2030] wird zu Beginn Folgendes festgehalten:

„Raumordnung und Raumplanung stimmen die unterschiedlichen Ansprüche und Interessen der Gesellschaft an unseren gemeinsamen Lebensraum ab. In Österreich werden diese

Aufgaben von Bund, Ländern, Städten und Gemeinden gemäß den jeweils verfassungsrechtlich definierten Zuständigkeiten wahrgenommen.“ (ÖROK, 2021, S. 4)

Im Fall des Planungsgegenstandes PV-Freiflächenanlagen sind unterschiedliche Rechtsmaterien von Relevanz, welche gemäß der Bundesverfassung im Kompetenzbereich des Bundes oder der Bundesländer liegen. Während beispielsweise das Wasserrecht oder das Forstrecht zum Bundesrecht zählen, sind zentrale Rechtsmaterien wie Baurecht, Naturschutzrecht und Raumordnung Aufgabe der Bundesländer (Kanonier & Schindelegger, 2018, S. 62). Wie in Abbildung 1 dargestellt, gibt es auch innerhalb der Raumplanung ein Mehrebenensystem an Zuständigkeitsbereichen. Neben den legislativen und informellen Möglichkeiten auf Landesebene, haben auch die Gemeinden einen verfassungsrechtlich zugesicherten eigenen Wirkungsbereich. Die raumordnungsrechtlichen Instrumente und Handlungsmöglichkeiten werden in Kapitel 6 näher erläutert.

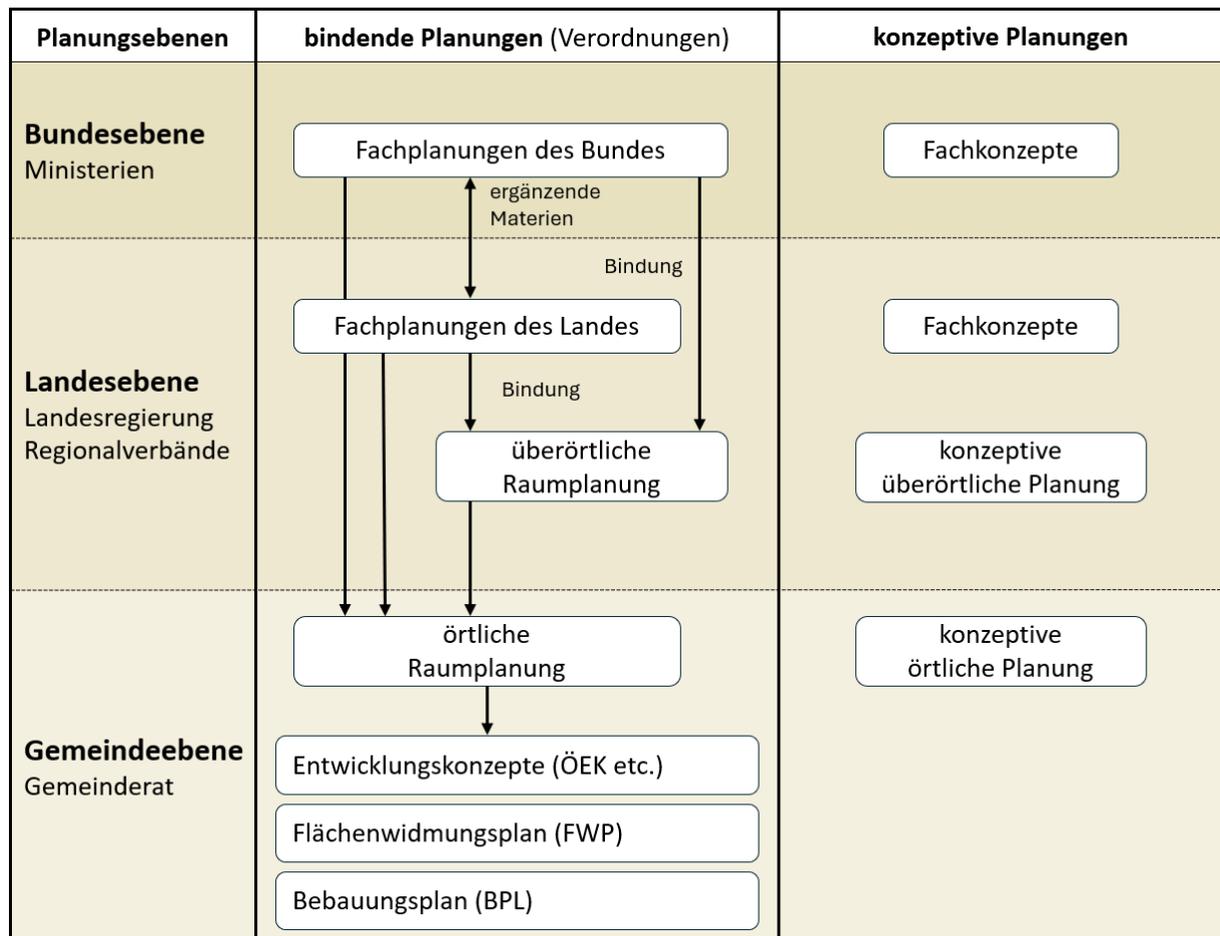


Abbildung 1: Aufbau der Raumplanung in Österreich (adaptiert aus Kanonier & Schindelegger, 2018, S. 77)

1.2.1. Raumplanung und Energiethemen

Im Rahmen der ersten Partnerschaft zur Umsetzung des ÖREK 2011 zum Thema Energieraumplanung, wurde folgende Definition formuliert: „*Energieraumplanung ist jener integrale Bestandteil der*

Raumplanung, der sich mit den räumlichen Dimensionen von Energieverbrauch und Energieversorgung umfassend beschäftigt“ (ÖROK, 2014, S. 26). Grundsätzlich lassen sich – wie auch von der ÖROK beschrieben – im Kontext der Energieraumplanung drei Bereiche unterscheiden. Dazu gehören: 1) Mobilität, 2) Siedlung und 3) Energie. Kurz gesagt ist es in den Bereichen Mobilität und Siedlung das Bestreben, durch das Schaffen von entsprechenden räumlichen Strukturen eine nachhaltige Lebensführung und nachhaltiges Wirtschaften im Sinne von Energiesparen und Energieeffizienz zu ermöglichen. Dies beinhaltet planerische und bauliche Maßnahmen wie beispielsweise 1) kurze Wege, 2) eine gewisse bauliche Dichte, 3) eine Funktionsmischung in Quartieren und Gebäuden, 4) Innen- vor Außenentwicklung und 5) die Reduktion der Autoabhängigkeit durch alternative Mobilitätsangebote. Seitens der Energieversorgung – insbesondere durch erneuerbare Energiequellen – kommen der Raumplanung weitere Aufgaben zu. Wichtig sind hierbei die Freihaltung und Freigabe von Räumen bzw. Flächen zur Gewinnung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Energien (ÖROK, 2014, S. 27). Bei PV-FFA ist im Rahmen dieser Arbeit – neben der Speicher- und Leitungsinfrastruktur – besonders die Regulation hinsichtlich der Räume für die Gewinnung von Bedeutung, da diese flächenmäßig besonders ins Gewicht fallen. Wie bei allen integralen Bestandteilen der Raumplanung gibt es auch bei der Energieraumplanung in Österreich ein Mehrebenensystem. Das bedeutet, es gibt je nach Bundes-, Landes-, Regions-, Gemeinde-, Quartiers- oder Gebäudeebene spezifische Maßnahmen mit unterschiedlicher Wirkung (Dumke & Geier, 2021, S. 43). Da für die Ermöglichung von PV-FFA die Länder verantwortlich sind, ist für die Stromwende besonders diese Ebene von Bedeutung (siehe Kapitel 6).

1.2.2. Raumplanung und Landwirtschaft

Hinsichtlich der Landwirtschaft kennt die Raumplanung in erster Linie zwei Herangehensweisen, um landwirtschaftliche Flächen vor abweichenden Nutzungen zu schützen. Entweder wird das Widmen und in weiterer Folge das Bebauen von Freiflächen durch Siedlungsgrenzen eingeschränkt, oder die landwirtschaftlich genutzten bzw. gewidmeten Flächen werden durch entsprechende Schutzzonen geschützt und wirken dadurch ebenso siedlungsbegrenzend.

Auf örtlicher Ebene, in welcher die Raumplanung gemäß Bundesverfassung im Wirkungsbereich der Gemeinden liegt (B-VG, 1999, Art. 118, Abs. 3), sind 1) der Flächenwidmungsplan, 2) der Bebauungsplan sowie das meist 3) ‚örtliche Entwicklungskonzept‘ genannte Strategiepapier die zentralen formellen Planungsinstrumente. Mit ihnen können auch verbindliche Vorgaben bzgl. landwirtschaftlicher Flächen und PV-Anlagen getroffen werden. Zudem können auf überörtlicher Ebene durch Gesetze und Verordnungen des jeweiligen Bundeslandes – beispielsweise durch sektorale oder regionale Raumordnungsprogramme – bestimmte Nutzungen auf landwirtschaftlich gewidmeten Flächen und in Schutzzonen erlaubt, aber auch gezielt untersagt werden. Die Kompetenzen auf der

Bundesebene spielen bzgl. Raumplanung und Landwirtschaft eine untergeordnete Rolle und sind meist informeller Art.

1.2.3. Flächeninanspruchnahme und Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Ein zentrales Anliegen der Raumplanung, welches auch im Fall von PV-FFA eine hohe Relevanz besitzen kann, ist der Bodenschutz. Intakte und gesunde Böden stellen nicht nur eine wichtige Lebensgrundlage dar, sie sind auch wichtig im Kampf gegen den Klimawandel. Was der Boden für den Menschen leistet, wird in sogenannte Bodenfunktionen unterteilt. Dazu gehören 1) das Substrat als Basis für Pflanzenwachstum und Ernährung, 2) die Speicherung von Wasser und CO₂, was besonders bei Klima- und Hochwasserschutz von Bedeutung ist, 3) der Lebensraum für wichtige Bodenorganismen, 4) die Filterung und Transformation von Schadstoffen und somit die Bereitstellung von sauberem Grundwasser, 5) die Trägerfunktion, also Flächen für Gebäude und Straßen, und schlussendlich 6) die Archivfunktion, also die Dokumentation von Natur- und Kulturgeschichte im Boden (UBA DE, 2013). Durch verschiedene Arten der Flächeninanspruchnahme kann der Boden manche dieser Funktionen nur mehr eingeschränkt und im Fall von vollständiger Versiegelung bis auf die Trägerfunktion kaum mehr erfüllen. Hinzu kommt der Verlust diverser weiterer Ökosystemdienstleistungen (Umweltdachverband, 2024).

Im Fall von PV-FFA bleiben jedoch – laut einer Planungsleitlinie für PV-Freiflächenanlagen des Österreichischen Instituts für Raumplanung [= ÖIR] und des Bundesverbandes Photovoltaic Austria – durch den Einsatz von Ramm- oder Schraubfundamenten mittlerweile mindestens 95 % der Anlagenflächen unversiegelt und dadurch versickerungsfähig (PV Austria, 2022, S. 8). Somit ist bei einer ökologisch verträglich ausgestalteten PV-FFA, die einzige weitere Nutzung einer bestimmten Bodenfunktion, welche durch sie temporär beeinträchtigt oder verunmöglicht werden kann, die landwirtschaftliche Nutzung. Das neu aufgestellte Methodenset des Umweltbundesamtes zum Monitoring von Flächeninanspruchnahme und Versiegelung stellt eine wichtige Grundlage dar, um das im Entwurf der Bodenstrategie des Bundes veranschlagte Ziel einer deutlich reduzierten Flächeninanspruchnahme in Österreich zu erreichen. Im Rahmen des Monitorings werden Flächen zur Energiegewinnung nicht direkt zur Flächeninanspruchnahme gezählt, sondern bilden eine eigene Kategorie (Banko et al., 2024, S. 7). Da jedoch anzunehmen ist, dass PV-FFA durch die Klimaziele des Bundes bis 2040 sowie durch eine nachhaltige Infrastrukturplanung längerfristig aufgestellt und bestehen bleiben müssen, soll diese Kategorisierung trotz möglichem – annähernd rückstandslosen – Abbau der Anlagen und der Möglichkeit von Agri-PV hinterfragt werden. Nähere Informationen zu PV-FFA im Hinblick auf ihre Raumverträglichkeit und ihren Flächenbedarf folgen im Kapitel 4.

Zudem soll an dieser Stelle erneut betont werden, dass die Flächeninanspruchnahme in Österreich bereits ein sehr hohes Ausmaß erreicht hat (ÖROK, 2023a, S.8) und weiterhin rasch voranschreitet (Umweltverband World Wide Fund For Nature Österreich [= WWF Österreich], 2023a, S. 6). Bei der Flächeninanspruchnahme pro Kopf rangierte Österreich schon im Jahr 2014 weltweit auf dem 9. Platz (Behnisch et al., 2022, Tabelle S3), wobei die tägliche Flächeninanspruchnahme der letzten Jahre pro Tag im Durchschnitt 11,3 Hektar [= ha] betrug. Die Situation wird zusätzlich verschärft, da in Österreich auf Grund der zahlreichen Gebirge und Gewässer sowie des Waldes nur 37 % der Landesfläche für Landwirtschaft und Siedlungsentwicklung – Dauersiedlungsraum [= DSR] genannt – zur Verfügung stehen. Fast ein Fünftel des DSR wurde bereits in Anspruch genommen, wobei fast die Hälfte der in Anspruch genommenen Flächen auch versiegelt sind (WWF Österreich, 2023a, S. 5-7). Ein gültiger Beschluss, der durch die ÖROK koordinierte und herausgegebene Bodenstrategie, welche ein Ziel von 2,5 ha Flächeninanspruchnahme pro Tag beinhaltet (ÖROK, 2023b, S. 13), ist momentan nicht absehbar (Putschögl, 2024). Es muss hierbei jedoch erwähnt werden, dass auch 2,5 ha einen großen baulichen Spielraum offen lassen (Englisch 2024). Vor diesem Hintergrund sollte eine großflächige Landnutzung durch PV-FFA – bei aller gebotenen Dringlichkeit – hinreichend mit landwirtschaftlichen Flächen abgestimmt werden. Detaillierte Informationen zu den verschiedenen Flächenbedarfen und der quantitativen Entwicklung von relevanten Flächennutzungen sind in den jeweiligen Kapiteln zu finden.

1.3. Forschungsinteresse

Um den Bedarf einer weiterführenden raumplanerischen Regulierung von PV-FFA überprüfen und herleiten zu können, muss zunächst ein belastbarer Wert für den PV-Ausbaubedarf gefunden und recherchiert werden, welcher potenziell landwirtschaftlich nutzbare Freiflächen im Grünland betrifft. Darauf aufbauend soll die Ermittlung des Flächenbedarfs dieser PV-FFA sowie deren Ausgestaltungsmöglichkeiten zeigen, ob und in welchem Ausmaß eine Flächennutzungskonkurrenz zur Landwirtschaft vorliegt, welche im Rahmen der Ernährungssicherheit eine Relevanz besitzt. Darüber hinaus ist auch eine tiefere Betrachtung der Kombination von PV-FFA mit der Landwirtschaft und weiteren Flächennutzungen erforderlich, um festzustellen, unter welchen Bedingungen PV-FFA einerseits Synergiepotenzial mit diesen Nutzungen aufweisen, und andererseits unter welchen Umständen PV-FFA zur Flächeninanspruchnahme zu zählen sind. Zudem ist es von Interesse, in welchen Landschaftsräumen PV-FFA eine Raumverträglichkeit besitzen können und in welchen nicht. Das Zusammentragen von relevanten Grundlagen aus den Bereichen Energiewirtschaft, Landwirtschaft und Photovoltaik wird als Voraussetzung gesehen, Vorschläge für raumplanerische Regulatorien machen zu können.

Denn zu guter Letzt soll neben dem Aufzeigen von jenen raumplanerischen Möglichkeiten, welche einen Beitrag zur Vereinbarkeit der genannten Zielsetzungen leisten können, diese Arbeit auch einen Überblick zu den rechtlichen Bestimmungen für PV-FFA auf Bundesebene sowie in den Bundesländern geben. Somit werden nicht nur die Ausbauziele und der Stand deren Umsetzung beleuchtet, sondern auch die Rücksichtnahme auf landwirtschaftlich bedeutsame Flächen. Dadurch soll bei näherer Untersuchung deutlich werden, ob die Bundesländer mit ihren derzeitigen Regelungen und Instrumenten die Klimaneutralität bis 2040 bewerkstelligen können. Darauf basierend soll das Aufzeigen von raumplanerischen Handlungsoptionen möglich werden, wie die heimische landwirtschaftliche Produktion möglichst unbeschadet von neuen Stromerzeugungsanlagen bleibt, ohne die Energiewende zu verlangsamen. Darüber hinaus soll aus der Zusammenschau der gesetzlichen Regulierungen zu PV-FFA und Agri-PV der Bundesländer ersichtlich werden, welche Regulierungen im Rahmen einer theoretischen bundesweiten Gültigkeit besonders vielversprechend erscheinen.

Daraus ergibt sich folgende Hauptforschungsfrage:

In welcher Form sollte die Raumplanung die Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen regulieren, um weder die Energiewende noch die Ernährungssicherheit in Österreich zu beeinträchtigen?

Um diese Frage beantworten zu können, müssen zuvor diese Subfragestellungen beantwortet werden:

- *In welchem Flächenausmaß ist der Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in Österreich notwendig, um die Energiewende bis 2040 zu erreichen?*
- *Sind die jeweiligen Zielsetzungen zu Ernährungssicherheit und Energiewende hinsichtlich der Flächeninanspruchnahme in Österreich zwangsläufig gegensätzlich?*
- *Sind die derzeitigen raumplanerischen Bestimmungen in Österreich geeignet, um die Energiewende im Hinblick auf Photovoltaik-Freiflächenanlagen bis 2040 zu erreichen?*

1.4. Abgrenzung

Bezüglich PV-Anlagen werden im Rahmen dieser Arbeit nur Photovoltaik-Anlagen sowie Agri-PV-Anlagen auf Freiflächen behandelt. Dazu gehören in diesem Fall weder gebäude- oder bauwerksgebundene PV-Anlagen noch freistehende Kleinstanlagen in unmittelbarer Nähe von Gebäuden und Betrieben für die Eigenversorgung. Schwimmende Anlagen auf Wasserflächen sind ebenso nicht Gegenstand dieser Arbeit. Agri-PV Anlagen werden ausschließlich im Kontext von landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf Freiflächen behandelt, dazu zählen keine Anlagen auf

Gewächshäusern, Ställen oder anderen landwirtschaftlich genutzten Gebäuden. Die Wirtschaftlichkeit und Finanzierung von PV-FFA wird nicht tiefergehend behandelt.

Auch, wenn Themen wie 1) Windkraft, 2) Wasserkraft, 3) die Nutzung von bereits versiegelten Flächen zur Stromproduktion sowie 4) die infrastrukturellen Voraussetzungen zur Nutzung von Strom aus PV-FFA wichtige Rahmenbedingungen für die Inhalte dieser Arbeit darstellen, sind sie von dem zuvor beschriebenen Fokus des Forschungsinteresses abzugrenzen und werden im Vergleich zu PV-FFA nur grundlegend behandelt.

In Bezug auf die Landwirtschaft wird in erster Linie der quantitative Schutz von landwirtschaftlich nutzbaren Böden näher behandelt, wobei qualitative Auswirkungen von Agri-PV-Anlagen auf die landwirtschaftliche Nutzung im Rahmen der Mehrfachnutzung von Flächen eine wichtige Rolle einnehmen. Die Ernährungssicherheit, welche neben der innerstaatlichen Landwirtschaft zahlreichen weiteren Faktoren unterliegt, wird insbesondere im Kontext der Selbstversorgung bzw. der Versorgungssouveränität behandelt.

1.5. Begriffsbestimmungen

Die folgenden fett hervorgehobenen Begriffe werden im Laufe der Arbeit öfter genannt oder sind grundlegend für das Verständnis der Inhalte und werden daher näher erläutert. Das Ziel dieser Erläuterungen ist es auch, fachfremden Personen das Lesen der Arbeit zu erleichtern. Stark kapitelspezifische Begriffe werden bei ihrer erstmaligen Erwähnung an der jeweiligen Stelle näher erläutert.

Flächeninanspruchnahme ist ein exakteres Wort für Flächen- bzw. Bodenverbrauch, welches durch den Umstand, dass Fläche nicht verbraucht, sondern nur umgenutzt werden kann, als korrekt gilt. Boden kann hingegen tatsächlich durch Erosion oder Abtransport verbraucht oder in seinen zentralen Funktionen beeinträchtigt werden. Laut dem aktuellen Modell für das Monitoring der Flächeninanspruchnahme in Österreich zählen zu den in Anspruch genommenen Flächen jene, die durch menschliche Eingriffe, beispielsweise für Siedlungs- Verkehrs und Freizeitzwecke, der Landwirtschaft oder dem natürlichen Lebensraum dauerhaft entzogen werden.

Als integraler Bestandteil der Flächeninanspruchnahme ist besonders die **Bodenversiegelung** mit dem Verlust vieler Bodenfunktionen verbunden. Flächeninanspruchnahme kann sich daher auf versiegelte, teilweise versiegelte oder nicht versiegelte Flächen beziehen (ÖROK, 2022). Am Beispiel eines klassischen Einfamilienhauses verdeutlicht, zählen die Gebäudegrundfläche sowie alle asphaltierten

Bereiche durch ihre luft- und wasserundurchlässige Schicht zur Bodenversiegelung, ein Garten ist je nach Ausgestaltung hingegen ‚lediglich‘ in Anspruch genommen.

100 % Ökostrom **national bilanziell** bedeutet, dass in Österreich bis zum Jahr 2030 so viel Strom aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden soll, wie national verbraucht wird. Die temporäre oder saisonale Differenz zwischen Stromverbrauch und Stromproduktion – etwa in der Nacht oder im Winter – wird weiterhin zum Teil durch fossil betriebene Kraftwerke oder Energieimporte aus dem Ausland gedeckt (UBA, 2021a, S. 2).

Raumwirksamkeit beschreibt allgemein gesprochen die Wirksamkeit menschlichen Handelns auf den Raum. In der Raumplanung ist insbesondere die Raumwirksamkeit von Maßnahmen der öffentlichen Hand von Bedeutung, welche es im Regelfall auch zu prüfen gilt. In der Schweiz sind beispielsweise unter den raumwirksamen Tätigkeiten des Bundes jene zu verstehen, welche „die Nutzung des Bodens oder die Besiedlung des Landes verändern oder bestimmen sind, diese zu erhalten“ (Bundesamt für Raumentwicklung [= ARE], 2004, S. 4). Dazu gehört neben der Ausführung von raumwirksamen Maßnahmen auch deren Planung. Erzeugungsanlagen für erneuerbare Energien haben eine große Raumwirksamkeit, welche beispielsweise zu gesellschaftlichen oder umweltbezogenen Konflikten führen kann.

Raumverträglichkeit beschreibt im Laufe der Arbeit, wie die räumliche Wirkung von PV-FFA mit anderen räumlichen Nutzungen vereinbar ist. In § 1 Abs. 1 Z 13 des Niederösterreichischen Raumordnungsgesetz [= NÖ ROG] wird Raumverträglichkeit beispielsweise wie folgt beschrieben: *„Verträglichkeit der abschätzbaren Auswirkungen einer Maßnahme mit Umwelt und Natur [...] sowie den örtlichen und überörtlichen Siedlungs- und sonstigen Raumstrukturen (hinsichtlich Verkehr, Wirtschaft, Ver- und Entsorgung, Tourismus, Erholung u. dgl.“*

Flächenbedarf beschreibt die Gesamtheit aller Flächen, welche für ein flächenbeanspruchendes Vorhaben bzw. eine räumliche Nutzung gebraucht oder beansprucht werden. Im Rahmen einer jeden **Landnutzung** – auch als Flächen- oder Bodennutzung bezeichnet – gibt es auch immer einen Flächenbedarf.

Eine **Flächennutzungskonkurrenz** liegt dann vor, wenn zwei oder mehrere unterschiedliche Nutzungen samt ihren räumlichen Ansprüchen wie zum Beispiel Landwirtschaft und Siedlungsentwicklung – welche einander ausschließen oder zumindest beeinträchtigen – auf derselben Fläche zusammentreffen bzw. dieselbe Fläche beanspruchen.

Zu den **erneuerbaren Energieträgern bzw. -quellen**, mit welchen neben Wärmeenergie auch Energie in Form von Strom gewonnen wird, zählen laut Umweltbundesamt: 1) Sonnenenergie (Photovoltaik und Solarthermie), 2) Wasserkraft, 3) Windkraft, 4) Geothermie und Umgebungswärme, 5) Bioenergie (durch feste und flüssige Biomasse) sowie 6) Meeresenergie (UBA, 2022a). Im Rahmen der **Energiewende** sollen anstatt von fossiler und atomarer Energiegewinnung nur noch erneuerbare Energiequellen genutzt werden. Rein auf die Produktion von Strom bezogen wird auch von der **Stromwende** gesprochen.

Bei **Photovoltaikanlagen** wird in Abgrenzung zur Wärmegewinnung durch Solarthermie Strom produziert. Hierbei werden Elektronen im Halbleitermaterial von mono- und polykristallinen Solarzellen durch Sonnenenergie bewegt und erzeugen dadurch Gleichstrom (Umweltbundesamt (Deutschland) [= UBA DE], 2024). Die Leistung von installierten Photovoltaikanlagen wird meist in Gigawattpeak [= GWp], Megawattpeak [= MWp] oder Kilowattpeak [= kWp] angegeben. Diese Begriffe beschreiben die maximale Leistung eines Solarmoduls, einer ganzen PV-FFA oder beispielsweise die gesamte installierte Leistung von PV-Anlagen in Österreich. Die tatsächliche Stromproduktion einer Anlage bzw. eines Kraftwerks weicht von dieser rein technisch möglichen Spitzenleistung ab und wird meist – den Zeitraum, in welchem die Leistung eines Kraftwerks erbracht wird, berücksichtigend – in Terawattstunden [= TWh], Gigawattstunden [= GWh], Megawattstunden [= MWh] oder Kilowattstunden [= kWh] angegeben (BMK, 2024a). Dabei ist beispielsweise die jährliche Stromproduktion mittels PV-Anlagen eine wichtige Kenngröße, welche oft mit TWh/a angeschrieben wird. Eine gängige Berechnungsgrundlage ist, dass eine Photovoltaikanlage mit einer installierten Leistung von einem MWp über das Jahr rund 1000 MWh Energie in Form von Strom erzeugt. Die tatsächliche Energiemenge kann jedoch aufgrund verschiedener Faktoren abweichen.

Ernährungssicherheit ist laut der Definition der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen [= FAO] dann gegeben, *„wenn alle Menschen jederzeit physischen und wirtschaftlichen Zugang zu ausreichenden, sicheren und nahrhaften Lebensmitteln haben, die ihren Ernährungsbedürfnissen und -vorlieben entsprechen und ein aktives und gesundes Leben ermöglichen“* (FAO, 2006, S. 1).

1.6. Aktueller Wissensstand

Im Folgenden wird in aller Kürze der aktuelle Stand der Erkenntnisse und der Forschung zu den Themen Landwirtschaft, PV-FFA und Agri-PV wiedergegeben. Zusätzlich wird die Einschätzung der Situation in Österreich seitens relevanter Akteure der Energiewende zusammengefasst. Daran anknüpfend erfolgt

eine themenspezifische Vertiefung der Inhalte in den jeweiligen Kapiteln. Die Angabe der hier angeführten Grundlagen wurde im Laufe des Erkenntnisgewinns nicht mehr angepasst und stellt den Wissensstand zu Beginn der Erstellung dieser Arbeit dar.

Die Bedeutung des Schutzes landwirtschaftlicher Böden für die Ernährungssicherheit und für die Unabhängigkeit von Nahrungsmittelimporten wurde von dem Forschungsprojekt „Bodenbedarf für die Ernährungssicherheit in Österreich“ [= BEAT] des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus aus dem Jahr 2018 untermauert. Beteiligte Institutionen waren unter anderem die ‚Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit‘ sowie die ‚Universität für Bodenkultur‘. Besonders wertvolle landwirtschaftliche Produktionsflächen sollten im Kontext von Produktionseinbußen durch den Klimawandel und einer steigenden Bevölkerungszahl durch raumplanerische Maßnahmen geschützt werden (Haslmayr et al., 2018, S. 2-13). Auch in einem Bericht des Rechnungshofes aus dem Jahr 2023 wird der Rückgang von landwirtschaftlichen Produktionsflächen durch Flächeninanspruchnahme kritisch betrachtet (Rechnungshof Österreich, 2023, S. 35 – 37).

Zwei zentrale Studien zum Photovoltaik-Ausbau in Österreich inklusive Freiflächen-Photovoltaik und Agri-PV wurden vom Verein Österreichs E-Wirtschaft – der Interessensvertretung der österreichischen E-Wirtschaft – in Auftrag gegeben und in den Jahren 2020 und 2024 veröffentlicht. Autor dieser Studien, DI Fechner MSc., MAS, ist studierter Elektrotechniker und Obmann der Technologieplattform Photovoltaik, welche sich für Innovation und Forschung im Bereich Photovoltaik einsetzt und für einen strukturierten PV-Ausbau eintritt (Österreichische Technologieplattform PHOTOVOLTAIK [= TPPV], o.D., S. 1-3). Ein zentrales Ergebnis der Studien ist, dass mit den aktuell zur Verfügung stehenden Technologien sowie dem aktuellen realisierbaren Potenzial auf Gebäuden, die notwendige Verzehnfachung der Stromproduktion durch PV zwischen 2020 und 2030 bei weitem nicht möglich sein wird. Ergänzend dazu werden legislative, zeitliche und budgetäre Hürden angeführt (Fechner, 2020, S. 51-52). Zur Regulierung von PV-Anlagen in Österreich wird festgehalten: *„Die gesetzlichen Rahmenbedingungen mit neun unterschiedlichen Landesgesetzen in den betreffenden Punkten Bauordnung, Raumplanung, Naturschutz, Elektrizitätsgesetze sowie der Gewerbeordnung haben inzwischen eine für Investierende und das planende und installierende Gewerbe unübersichtliche Form angenommen“* (Fechner, 2020, S. 52). Aufgrund dieser Sachlage und den sehr unterschiedlichen Kriterien bei der Flächenausweisung für PV-FFA wird ein nationaler Photovoltaik-Masterplan, welcher bundesweite einheitliche Regelungen enthalten soll, dringend empfohlen (Fechner, 2020, S. 51). Ein wichtiger Faktor für die Standortentscheidung von PV-FFA ist neben der aktuellen Nutzungsart der Fläche das Vorhandensein von Anschlusspunkten der Netzinfrastruktur, um in das Stromnetz einspeisen zu können.

Im Jahr 2022 betrug der Fortschritt des nötigen PV-Ausbaugrades, um das Zwischenziel für die Klimaneutralität im Jahr 2030 zu erreichen, 18 % (PV Austria, 2022b, S. 1). Das bedeutet, bis 2030 und in weiterer Folge bis 2040 müssen die Bundesländer den PV-Ausbau deutlich steigern bzw. beschleunigen. Als Hemmschuhe für den Ausbau werden immer wieder die Zurückhaltung der Bundesländer bei der Zonierung für PV-FFA, die Unübersichtlichkeit der Netzkapazitäten (Strobl, 2024) und der gesetzlichen Bestimmungen sowie fehlende Netzanschlüsse genannt. Auch aus der Sicht des Naturschutzes wird ein bundesweiter PV-Ausbauplan gefordert, wie aus einem Konsenspapier von VERBUND, ÖKOBÜRO, GLOBAL 2000 und dem WWF Österreich hervorgeht. Hierbei wird neben der Betonung des Potenzials von Gebäuden, versiegelten Flächen, Deponien, etc. ebenso festgehalten, dass die Energiewende ohne PV-FFA nicht möglich sein wird (WWF Österreich, 2023b, S. 3-6). Die Bevorzugung von bereits in Anspruch genommenen und vorbelasteten Flächen für PV-Anlagen wird allerdings von allen Akteuren hervorgehoben.

Agri-PV – seltener auch Agro-PV oder APV genannt – wird in der einschlägigen Literatur im großen Maße als vielversprechende Lösung im Rahmen der Vereinbarkeit von Landwirtschaft und Stromproduktion dargestellt. Zu den genannten Vorteilen gehören einerseits die gesteigerte Flächeneffizienz sowie die Synergien bei einer gemischten Nutzung, und andererseits die erhöhte Akzeptanz von PV-Anlagen auf landwirtschaftlichen Flächen und im Grünland (BMK, 2023b, S. 6-7; PV Austria, 2023, S.11). Teilweise wird gefordert, dass auf Ackerflächen nur PV-FFA in Form von Agri-PV möglich sein sollten bzw. nur Anlagen dieser Art gefördert werden (WWF Österreich, 2023b, S. 7). Neben zahlreichen positiven Aspekten von Agri-PV sollte bei der Planung auf bestimmte Nachteile bzw. Herausforderungen eingegangen werden. Dazu gehört der CO₂-Fußabdruck der verwendeten Materialien, die Errichtungsphase, mehrere Wirkfaktoren wie beispielsweise die visuelle Wahrnehmbarkeit und Reflexion sowie die verringerte Stromproduktion im Vergleich zu herkömmlichen PV-FFA (Fechner, 2020, S. 33-36; Knoll & Groiss, 2011, S. 28-35). Auf die Vor- und Nachteile wird in den Kapiteln 4 und 5 genauer eingegangen.

1.7. Methodik

Die Beantwortung der Forschungsfragen erfolgte durch einen Mix aus qualitativen Methoden. Die Literaturrecherche für die Zusammenschau der fachlichen Grundlagen sowie zur Beurteilung der Vereinbarkeit von Energiewende und Landwirtschaft erfolgte als zentrale Methode überwiegend online als auch vereinzelt analog. Weiters ist die Analyse von Gesetzen und Verordnungen sowie die übersichtliche Zusammenstellung deren wesentlicher Inhalte – aufgrund der sehr unterschiedlichen Rechtslagen in den einzelnen Bundesländern – ein zentraler Schritt des Arbeitsprozesses zur Formulierung von Handlungsoptionen. Diese Zusammenschau soll neben den eigenen

Schlussfolgerungen und Empfehlungen auch einen für sich stehenden Mehrwert bieten. Die qualitativen leitfadengestützten Expert:inneninterviews dienen dazu, unzugängliche Hintergrundinformationen – beispielsweise aus Politik und Verwaltung – sowie einschlägiges Fach- und Erfahrungswissen zu erschließen, um daraufhin die eigenen Erkenntnisse zu überprüfen, zu untermauern und zu erweitern. Der Interviewleitfaden diene dabei lediglich als Grundlage und sollte nicht im Wege stehen, falls sich das Format eines offenen Gesprächs im Laufe des Interviews besser dazu eignete, Detailschilderungen und relevante Informationen zu erlangen (Hermanns, 2017, S. 367). Bei der Auswahl der Expert:innen spielte in erster Linie 1) deren Mitwirkung an der für diese Arbeit verwendeten Literatur, 2) deren fachlicher Hintergrund sowie 3) persönliche Empfehlungen und nicht deren hierarchische Position eine ausschlaggebende Rolle (Kaiser, 2024, S. 132-133). Die Herbeiführung des Umstandes, dass die Geschlechterverteilung unter den Interviewten stark einseitig ist, wurde nicht aktiv verfolgt, sondern ist anhand einer unvoreingenommenen Suche nach Experten und Expertinnen in dieser Form zustande gekommen.

Alle Interviews wurden online geführt, als Tonaufnahme aufgezeichnet und im Anschluss transkribiert. Hierbei wurde das Gesagte möglichst in Standarddeutsch niedergeschrieben, jedoch nicht paraphrasiert. Zwischenlaute, Wortwiederholungen, Tonfall und dergleichen wurden nicht verschriftlicht, da nicht die Hebung des latenten Sinns der Aussagen, sondern der manifeste bzw. offensichtliche Inhalt sowie der jeweilige Kontext für den Erkenntnisgewinn relevant erschien. Aufbauend auf der Transkription erfolgte im Rahmen einer inhaltlich-strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring eine theoriegeleitete Erschließung der Verschriftlichungen. Der iterative Kodierprozess orientierte sich dabei am offenen Kodieren nach der Grounded-Theory (Schreier, 2014, S. 5-8). Die Codes wurden aufgrund von Vorwissen, der Interviewleitfäden sowie der Forschungsfragen teilweise deduktiv erstellt. Der Großteil der erstellten Codes ergab sich jedoch induktiv aus jenen Aussagen der Interviewpartner, welche während des Kodierens als eigenständiges und zusammenhängendes Themengebiet erkannt wurden. Bei Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen einzelnen Codes wurde die betreffende Passage jenem Code zugeordnet, in welchen die Passage aufgrund ihres Kontextes im Interview oder aufgrund der besseren Verwertbarkeit im Rahmen der Forschungsfragen, besser hineinpasste.

Die Codes wurden folglich – wie im Anhang ersichtlich – zu Kategorien bzw. zu übergeordneten Themenfeldern gebündelt, in welchen in weiterer Folge auch eine Zusammenfassung und eine Kontextualisierung der jeweiligen Aussagen erfolgte. Es wurde jedoch nicht für jedes Interview eine eigene Zusammenfassung innerhalb jeder Kategorie erstellt, da die Interviews thematisch bedingt nicht für jede Kategorie gleich viel Inhalt boten. Anhand des Zeitpunkts des Interviews aufgelistet, wurden –

um ein möglichst breites Wissensspektrum abbilden zu können – folgende Personen im Rahmen dieser Diplomarbeit interviewt:

- DI Dr. **Gernot Stöglehner**, Universitätsprofessor an der Universität für Bodenkultur Wien [= BOKU], Leiter des dortigen Departments für Landschaft, Wasser und Infrastruktur sowie Autor des Buchs ‚Rettet die Böden‘. Das Interview wurde am 26.09.2024 geführt.
- DI **Hubert Fechner**, MSc., MAS, Obmann der Österreichischen Technologieplattform Photovoltaik [= TPPV] und Autor zweier grundlegender PV-Studien in Österreich. Das Interview wurde am 11.10.2024 geführt.
- DI **Kasimir Nemestothy**, Leiter des Referats Energiewirtschaft & Energiepolitik der Landwirtschaftskammer Österreich [= LKÖ] und Mitglied nationaler Energiebeiräte. Das Interview wurde am 16.10.2024 geführt.
- Dr. **Andreas Baumgarten**, Leiter der Abteilung für Bodengesundheit und Pflanzenernährung der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit [= AGES]. Mitarbeit am Forschungsprojekt ‚Bodenbedarf für die Ernährungssicherung in Österreich‘. Das Interview wurde am 31.10.2024 geführt.
- Mag. **Dominik Dittrich**, Leiter des Fachbereichs überörtliche Raumordnung der Abteilung Raumordnung und Gesamtverkehrsangelegenheiten (RU7) des Landes Niederösterreich. Wesentliche Mitarbeit an relevanten sektoralen und regionalen Raumordnungsprogrammen. Das Interview wurde am 06.12.2024 geführt.

Darüber hinaus gab es einen fachlichen Austausch mit dem Bereich Energie der **Energie- und Umweltagentur des Landes Niederösterreich** sowie mit der Abteilung III/6 – Koordination Regionalpolitik und Raumordnung des **Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft** [= BML].

Da es sich bei Photovoltaik in jeglicher Form um ein sehr aktuelles Thema handelt, zu welchem kontinuierlich neue Informationen und Rechtslagen entstehen, waren auch Medienberichte und Zeitungsartikel eine wichtige Informationsquelle. Der Forschungsprozess wurde von vornherein zumindest in der Form iterativ angelegt, dass Forschungsfragen und -ziele während des Erkenntnisprozesses noch zu einem bestimmten Grad anpassbar sind.

Eingangs der Arbeit lag der Fokus bewusst darauf, die vielen Facetten der aktuellen Herausforderungen in einer besonders verständlichen Form darzulegen. Dazu gehört eine breitere Literaturrecherche, um den aktuellen Stand der Dinge hinreichend ersichtlich zu machen. Im weiteren Verlauf der Arbeit rückte – im Sinne eines angewandten Wissenschaftsverständnisses – die praktische Verwertbarkeit der Recherche- und Interpretationsergebnisse in den Fokus. Eine kritische Betrachtung des Zusammenspiels von Politik und Planung zu Fragen von Energiewende, Ökologie und Landwirtschaft soll dabei nicht in der bloßen Beschreibung von Zuständen verweilen, sondern konstruktive Vorschläge zur Verbesserung der Gesamtsituation hervorbringen.

Die Angabe von Quellen bzw. die Zitierweise beruht auf der 7. Edition des ‚Publication Manual‘ der ‚American Psychological Association‘ [= APA] aus dem Jahr 2020. Wo es notwendig oder sinnvoll erschien, wurde die Zitierweise individuell angepasst und stringent in der gesamten Arbeit wiederholend angewandt. Bei allen Abbildungen, Diagrammen und Tabellen, egal ob sie unverändert oder adaptiert aus einer Quelle übernommen wurden oder fremde Daten enthalten, wird in der Beschriftung ein Kurzverweis angeführt. Eigene Abbildungen, Diagramme und Tabellen wurden ebenfalls in der Beschriftung gekennzeichnet.

1.8. Aufbau der Arbeit

Die nachstehende Übersicht zu den Inhalten der einzelnen Kapitel soll den Zweck der Arbeit noch einmal verdeutlichen und das Finden von interessanten Abschnitten vereinfachen. Es können neben dem Fazit und den Empfehlungen auch die Zwischenfazite bzw. Zusammenfassungen jeweils am Ende der Kapitel gelesen werden, um lediglich die Kernaussagen sowie die persönliche Bewertung zu erhalten.

Nr.	Kapitel	Fragestellung und Inhalt
2	Energiewirtschaft in Österreich	<p>Warum braucht es PV-FFA und in welchem Ausmaß sind sie bis 2040 auf Freiflächen im Grünland notwendig?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Grundlegende Übersicht, wie Österreich seinen Strombedarf deckt, welche Ausbauziele es gibt und welche Rolle Photovoltaik dabei spielt ⇒ Aktueller Ausbaugrad und Ziele zu PV-FFA
3	Landwirtschaft in Österreich	<p>Wie ist es um den Selbstversorgungsgrad und die landwirtschaftlichen Flächen in Österreich bestellt?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Flächennutzung und Produktionskapazitäten ⇒ Auswirkungen des Klimawandels ⇒ Schutz landwirtschaftlicher Flächen in den Bundesländern

		<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Flächenbedarfe in der Landwirtschaft abseits der Nahrungsmittelproduktion (Energiepflanzen, Bioökonomie und Biodiversität)
4	Photovoltaik-Freiflächenanlagen	<p>Wie hoch ist der Flächenbedarf von PV-FFA und welche Faktoren gibt es hinsichtlich ihrer Raumverträglichkeit?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Arten von PV-FFA ⇒ Abschätzung des Flächenbedarfs verschiedener Typen von PV-FFA ⇒ Raumverträglichkeit von PV-FFA inkl. einer Bewertung hinsichtlich Flächeninanspruchnahme ⇒ Umweltaspekte ⇒ Akzeptanz in der Bevölkerung
5	Agri-Photovoltaik	<p>Welche Mindestkriterien muss eine Agri-PV-Anlage erfüllen, um als solche zu gelten und welche Kombinationsmöglichkeiten mit der Landwirtschaft sind sinnvoll?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Unterscheidung verschiedener Agri-PV-Systeme ⇒ Herausforderungen und Vorteile von Agri-PV bei unterschiedlichen Mehrfachnutzungen
6	Rechtliche Rahmenbedingungen für Agri-Photovoltaik	<p>Welche rechtlichen Regulatorien gibt es in Österreich im Hinblick auf Agri-PV, welche davon stellen zukunftssträchtige Ansätze dar und welche Herausforderungen bestehen?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Rechtliche Definition und Mindestkriterien für Agri-PV ⇒ Sicherstellung der Raumverträglichkeit ⇒ Ausschlusskriterien ⇒ Ermöglichung von Agri-PV ⇒ Sanktionierung nicht konformer Agri-PV-Anlagen ⇒ Bestehende Herausforderungen und offene Fragen
7	Diskussion und Handlungsoptionen für die Raumordnung	<p>Welche Handlungsoptionen bestehen für die Raumplanung, um vor dem Hintergrund der Energiewende in Österreich, Agri-PV in Zukunft stärker zu kontrollieren und zu priorisieren?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Einordnung der bisherigen Erkenntnisse ⇒ Standardisierte Definition von Agri-PV und Kriterienkatalog ⇒ Maßnahmen überörtliche Raumordnung ⇒ Maßnahmen örtliche Raumordnung ⇒ Kontrolle und Sanktionierung bei nicht konformen Anlagen
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	<p>Wo gibt es verstärkten Handlungsbedarf und wo bestehen zurzeit noch Ungewissheiten?</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Beantwortung der Forschungsfragen ⇒ Limitationen und Ausblick

Tabelle 1: Aufbau der Arbeit (eigene Darstellung)

2. Energiewirtschaft in Österreich

Dieses Kapitel folgt bezüglich der betrachteten Maßstabsebene im Rahmen der Energieerzeugung einer hierarchischen Logik. Während es zunächst um die Betrachtung des gesamtösterreichischen Energieverbrauchs geht, wird hinsichtlich der aktuellen Erzeugung, der Ausbauziele und der Ausbaupotenziale zunehmend nur auf die unterschiedlichen Arten der erneuerbaren Stromerzeugung eingegangen. Die abschließende Differenzierung betrifft bauwerksgebundene PV-Anlagen und PV-Freiflächenanlagen. Um die Notwendigkeit sowie den tatsächlichen Flächenbedarf von PV-FFA nachvollziehen zu können, scheint eine breitere Herleitung des Themas Energieversorgung bzw. Stromversorgung wie diese unabdinglich. Als Hauptquellen und Grundlagendokumente sind hierbei in erster Linie 1) der österreichische Netzinfrastrukturplan [= ÖNIP] sowie 2) der Bericht ‚Energie in Österreich‘ des BMK, 3) die beiden PV-Studien von Fechner, 4) die Stromstrategie von Österreichs E-Wirtschaft, 5) Daten von PV Austria und Statistik Austria sowie 6) verschiedene Studien des Umweltbundesamtes zu nennen.

2.1. Energie- und Stromversorgung in Österreich

Der Energieverbrauch in Österreich lässt sich grob in die drei Bereiche 1) Strom, 2) Wärme und 3) Mobilität unterteilen (Wien Energie, 2024a), wobei bei dieser Unterscheidung nicht klar hervorgeht, in welchen Sektoren welche Energieträger verbraucht werden. Eine differenziertere Betrachtung erfolgt nach der Erläuterung der folgenden Grundbegriffe. Für die Berechnung des Energieverbrauchs gibt es unterschiedliche Ansätze, welche in unterschiedlichen Begrifflichkeiten resultieren, die auch im Rahmen der jährlich erstellten Energiebilanz Österreichs eine zentrale Rolle spielen.

Wie in Diagramm 1 ersichtlich, spiegelt beispielsweise der **Bruttoinlandsverbrauch** jenen Energiebedarf wider, den es braucht, um den inländische Energieverbrauch zu decken. Dazu gehört nicht nur der **energetische Endverbrauch** – also jene Energiemenge, welche den Endverbrauchern zur Verfügung steht – sondern auch der Eigenverbrauch der Energiewirtschaft sowie Netz- und Umwandlungsverluste (Statistisches Amt der Europäischen Union [= Eurostat], 2020). Er wird durch die inländische Primärenergieerzeugung sowie durch Energieimporte aus dem Ausland gedeckt. Energieexporte ins Ausland sowie lediglich für den Lageraufbau verwendete Energie zählt nicht zum Bruttoinlandsverbrauch. Der **Primärenergieverbrauch** beschreibt den Bruttoinlandsverbrauch abzüglich des nichtenergetischen Verbrauchs, wie er beispielsweise in der chemischen Industrie stattfindet. Als Bezugsgröße für die Berechnung des Anteils von erneuerbaren Energien am Energieverbrauch, ist durch die EU-Verordnung zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, besonders der **Bruttoendenergieverbrauch** relevant. Dieser enthält wie der Bruttoinlandsverbrauch neben dem Endenergieverbrauch auch den Eigenbedarf von Kraftwerken

sowie alle Übertragungsverluste (BMK, 2023a, S. 10-11). Im nachstehenden Diagramm wurden die eben angeführten Begriffe bis auf den Bruttoendenergieverbrauch, anhand der Energiebilanz Österreichs für das Jahr 2023 in Petajoule visualisiert. Der hohe Anteil von Energieimporten am Bruttoinlandsverbrauch betrifft überwiegend fossile Energieträger wie Öl, Gas und Kohle aber auch Strom (BMK, 2024d, S. 10). Ein Petajoule entspricht rund 0,28 TWh.

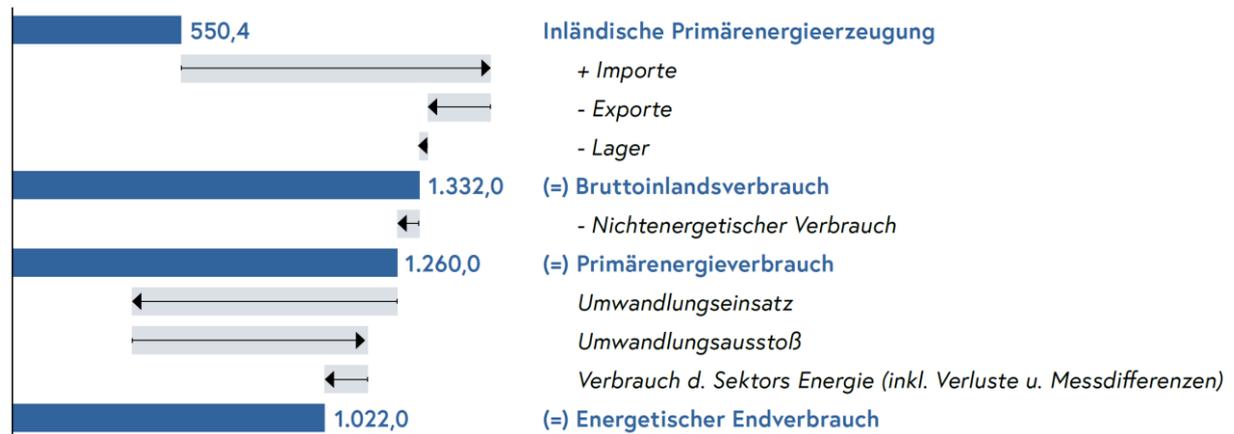


Diagramm 1: Energiebilanz Österreichs 2023 in Petajoule (BMK, 2024d, S. 10)

Verbraucherseitig waren im Jahr 2023 folgende Sektoren in absteigender Reihenfolge am 370 TWh betragenden Bruttoinlandsverbrauch beteiligt: Verkehr (25,9 %), produzierender Bereich (21,7 %), private Haushalte (19,8 %), Energiesektor inkl. Umwandlungsverlusten (17,9 %), Dienstleistungen (7,6 %), nichtenergetischer Verbrauch (5,4 %) und Landwirtschaft (1,7 %) (BMK, 2024d, S. 10). Neben dieser nun genaueren Betrachtung des Energieverbrauchs in Österreich sind die zum Einsatz kommenden primären Energieträger von großer Bedeutung. Diese Energieträger, wobei im Fall von Strom eher von einer Energieform zu sprechen ist, setzen sich in Österreich hinsichtlich ihres Anteils am Bruttoinlandsverbrauch aus Öl (35,7 %), Biomasse (18,8 %), Erdgas (18,5 %), Strom aus erneuerbaren Quellen (14,8 %), Kohle (7,7 %), Umgebungswärme (2,4 %) sowie aus brennbaren Abfällen (2,1 %) zusammen (BMK, 2024d, S. 12). Hierbei muss beachtet werden, dass ein Teil dieser fossilen und biogenen Energieträger auch zur Stromproduktion eingesetzt wird. Die Auslandsabhängigkeit durch Energieimporte, welche im Bruttoinlandsverbrauch nicht enthalten sind, lag 2023 bei 61 % (Statistik Austria, 2024a), wobei rund 90 % der Importe aus Öl, Kohle und Erdgas bestanden (BMK, 2024d, S. 13).

Laut Statistik Austria lag der Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen am Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2023 bei 40,8 % (Statistik Austria, 2024a). Somit hat dieser seit 2005 um 16,4 % zugenommen (BMK, 2024d). Österreich lag im Jahr 2022 diesbezüglich in der EU bereits auf dem 7. Platz und somit deutlich über dem damaligen EU-Schnitt von 23 % (BMK, 2024a). Eine eigene Berechnung, wie hoch der Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen am

Energieverbrauch der einzelnen Sektoren ist, erfolgt im Rahmen dieser Arbeit nicht. Sicher ist, wie im nachstehenden Diagramm 2 veranschaulicht, dass im Bereich des Stromverbrauchs der Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen am höchsten ist (Wien Energie, 2024a). Auf dem Weg zur Energiewende sind die Herausforderungen in den Verbrauchssektoren Mobilität und Wärme noch einmal deutlich größer als beim Stromverbrauch, wobei alle Sektoren im Rahmen der Energiewende starke Wechselwirkungen haben und nachhaltige Mobilität in erster Linie durch elektrische Antriebe gefördert wird. Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und Raumwärme verursachen den größten Ausstoß an CO₂-Emissionen. Während sich seit dem Jahr 1990 in allen Sektoren eine Verringerung der CO₂-Emissionen abzeichnet, haben die Emissionen im Verkehrssektor um knapp 50 % zugenommen. (BMK, 2024d, S. 7). Im Rahmen der Stromerzeugung ist es wichtig zu beachten, dass es in den kommenden Jahren in den Verbrauchssektoren Wärme, Industrie und Mobilität voraussichtlich einen deutlich erhöhten Strombedarf geben wird bzw. im Sinne der anzustrebenden Klimaneutralität geben sollte (siehe Kapitel 2.2.). Wie im nachstehenden Diagramm mit Daten von Wien Energie zu sehen ist, stellt neben der Wärmeversorgung besonders die Elektrifizierung des Verkehrssektors einen wichtigen Eckpfeiler der Energiewende dar, wobei diese bislang gering ausfällt. Soweit ersichtlich, ist davon auszugehen, dass durch die gesonderte Darstellung des Stromsektors, der im Mobilitäts- und Wärmesektor zum Einsatz kommende, nachhaltig produzierte Strom, nicht teil des hier grün dargestellten Stromverbrauchs ist.

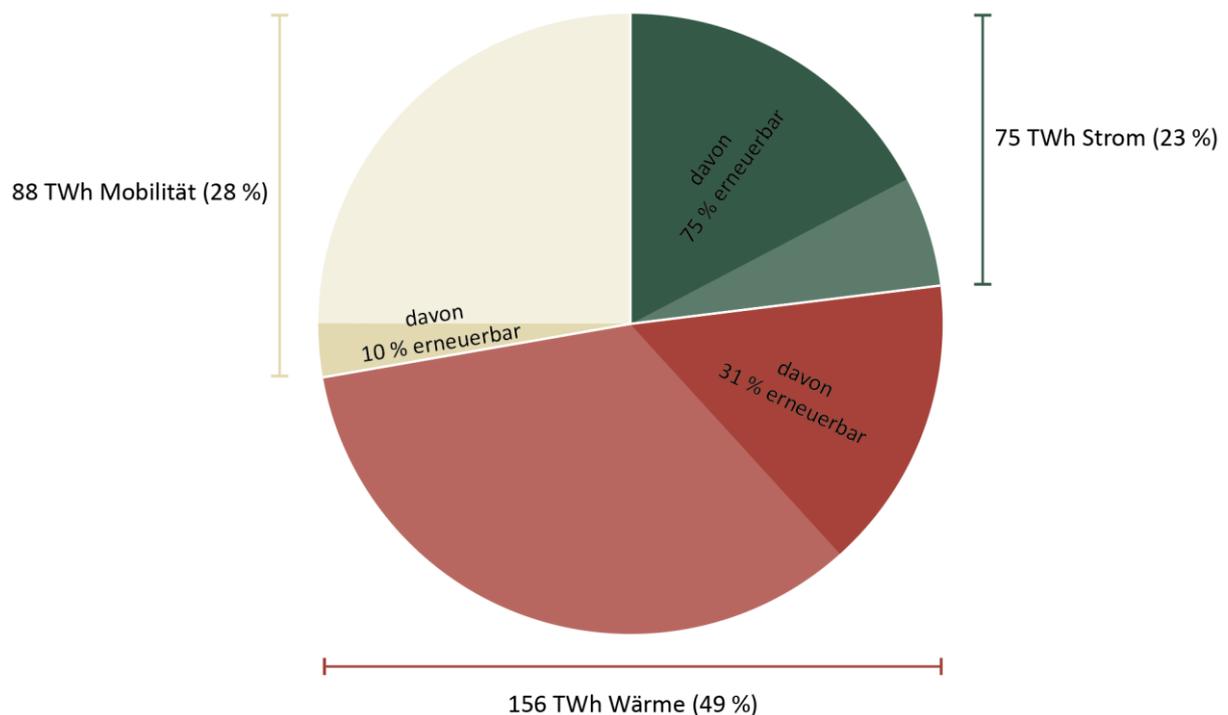


Diagramm 2: Aufteilung der 317 TWh Bruttoendenergieverbrauch im Jahr 2022 nach Sektoren (eigene Darstellung adaptiert aus Wien Energie, 2024a).

Laut dem letzten Bericht des BMK zum Thema Energie in Österreich aus dem Jahr 2024, lag 2022 der Anteil von erneuerbarer Energie an der inländischen Primärenergieerzeugung bereits bei fast 88 % und an der Bruttostromerzeugung bei 78 % (BMK, 2024d, S. 14-16). Der geringe Anteil am Bruttoendenergieverbrauch lässt sich mit hohen fossilen Energieimporten erklären (BMK, 2024d, S. 13). Aus einer Hochrechnung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme [= Fraunhofer ISE] geht hervor, dass der Anteil des erneuerbar erzeugten Stromes an der gesamten Stromerzeugung in Österreich von 78 % im Jahr 2022 auf 89 % im Jahr 2024 gestiegen ist. Somit lag Österreich bei der erneuerbaren Stromerzeugung 2024 laut dem ISE innerhalb der EU auf Platz 3 (Fraunhofer ISE, 2025). Im Jahr 2023 war es zwischen April und Juni bereits über einen Monat lang möglich, den Strombedarf zu 100 % national bilanziell mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu decken (Austrian Power Grid AG [= APG], 2024a). Österreich erzielte im Jahr 2024 erstmals seit 24 Jahren wieder einen Stromüberschuss und wurde dadurch zum Netto-Stromexporteur (Statistik Austria, 2024a). In Diagramm 3 wird die Bruttostromerzeugung Österreichs nach Stromquelle veranschaulicht. Auch wenn Österreich hinsichtlich einer nachhaltigen Energieerzeugung bereits eine positive Entwicklung aufweist und Windkraft- als auch Photovoltaikanlagen ausgebaut werden, gibt es bei der Stromerzeugung nach wie vor eine Abhängigkeit von fossilen Energieträgern in den Wintermonaten (BMK, 2024d, S. 14).

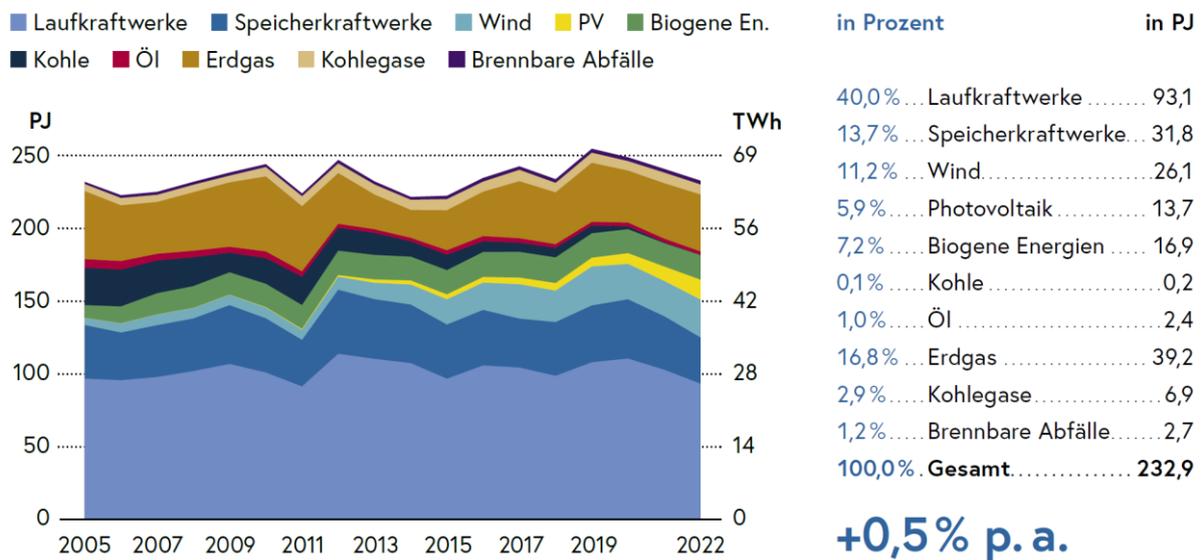


Diagramm 3: Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Österreich bis 2022 nach Energiequelle (BMK, 2024d, S.16)

Während der Strombedarf in der sonnenreichen Jahreszeit über weite Strecken nahezu vollständig mit nachhaltig erzeugtem Strom gedeckt werden kann, und auch in den Nachtstunden Wasser- und Windkraft einen großen Teil der Versorgung absichern können, wird in der kalten und sonnenarmen Jahreszeit neben Stromimporten auch Gas zur Stromproduktion benötigt (APG, 2024b). Im März 2024 machten beispielsweise Gasimporte aus dem kriegstreibenden Russland nach wie vor 93 % der

gesamten Importmenge an Gas aus (BMK, 2024a). Wie in Diagramm 4 zu sehen ist, variiert die Art der Stromerzeugung je nach Bundesland zum Teil stark, wobei besonders Wien von Gas abhängig ist.

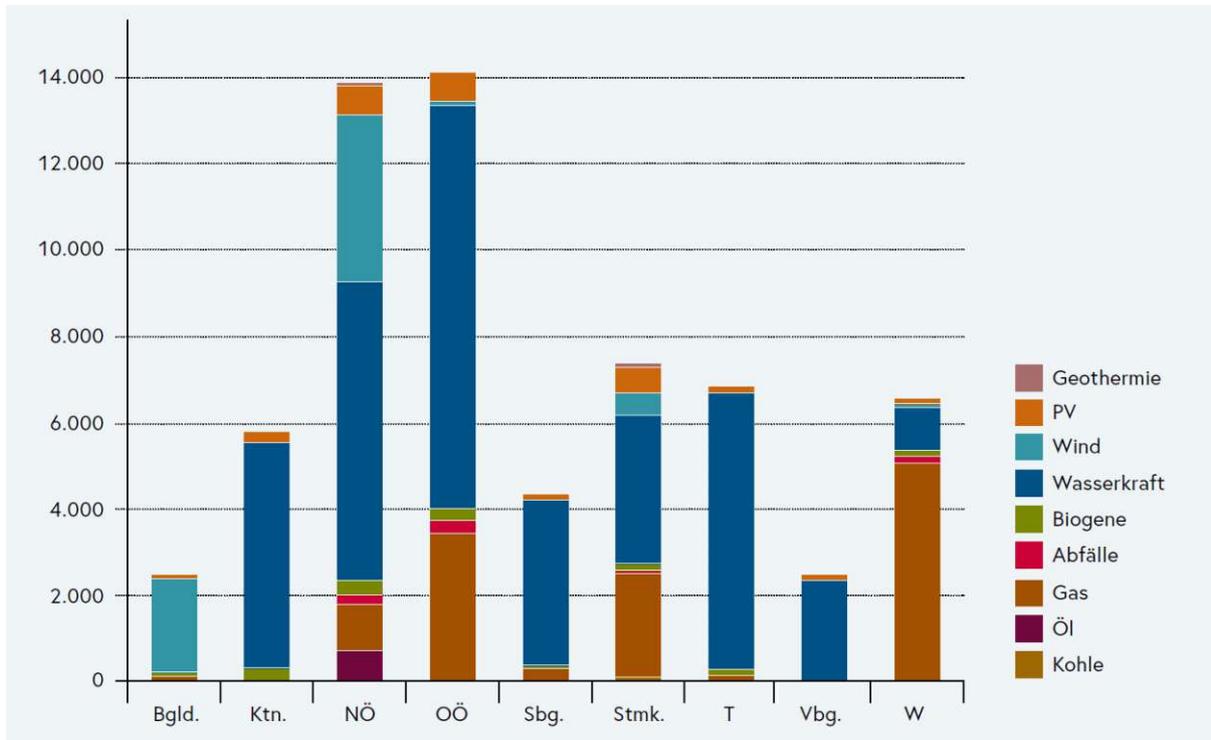


Diagramm 4: Stromerzeugung nach Bundesland und Energieträger im Jahr 2021 in GWh (BMK, 2024b, S.18)

Die installierte Photovoltaikleistung in Österreich ist unabhängig von der Art der Photovoltaikanlage – wie in Diagramm 5 ersichtlich – in den letzten Jahren immer weiter angestiegen. Während es im Jahr 2023 einen herausragenden Zuwachs gegenüber 2022 gab, konnte sich der Aufwärtstrend der letzten Jahre 2024 nicht fortsetzen (PV Austria, 2025).

Bezüglich der Montageart wurden 2022 48 % der PV-Anlagen gebäudegebunden montiert, der Rest entfiel überwiegend auf Freiflächen (Biermayr et al., 2023, S. 150). Am Anfang des Jahres 2025 betrug die installierte PV-Erzeugungskapazität bzw. Leistung in Österreich laut APG rund 8.254 Megawattpeak [= MWp], was in etwa einer jährlichen Stromerzeugung von 8,3 TWh entspricht (APG 2025). Diese Erzeugungsmenge entspricht wiederum rund 64 % des im EAG festgehaltenen PV-Ausbauziels von 13 TWh im Jahr 2030 (EAG, 2024, § 4, Abs. 4). Gegenüber 2022 gab es bis Ende 2023 einen Rekordzubau von zusätzlicher PV-Leistung, welche der Leistung aller Donaukraftwerke entspricht (APG, 2024a).

Photovoltaik in Österreich

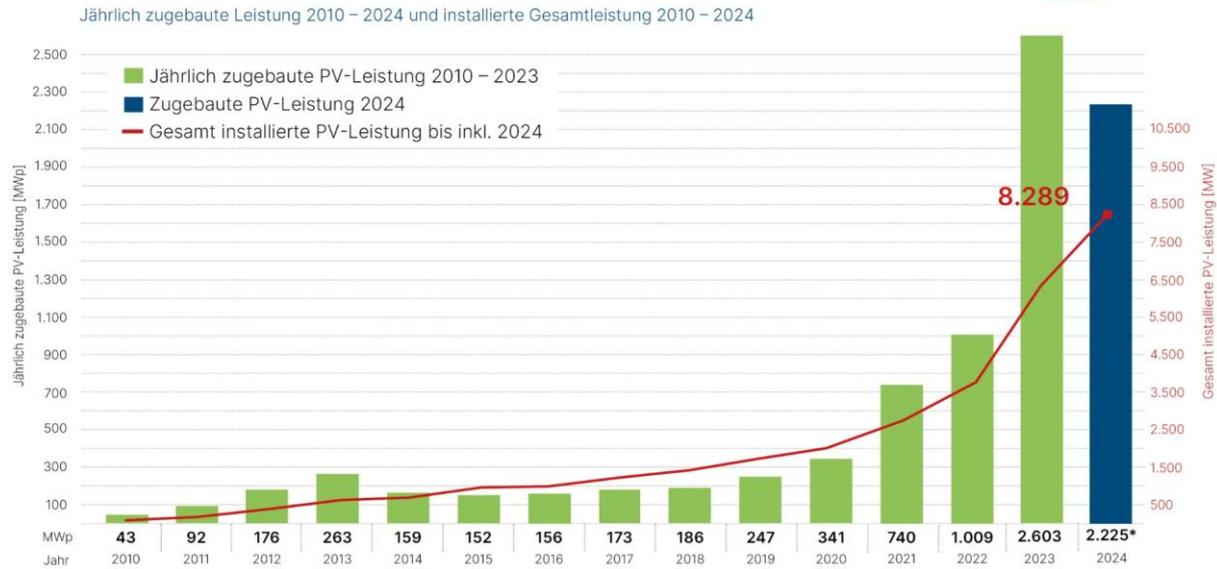


Diagramm 5: Entwicklung der installierten PV-Leistung bis 2024 (PV Austria, 2025)

2.2. Ausbauziele, -potenziale und -bedarfe

Wie bereits erwähnt, beziehen sich die Ziele Österreichs bzgl. der Energiewende auf die Jahre 2030 und 2040. Während 2030 der Strombedarf zu 100 % national bilanziell aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden soll, ist das Ziel für 2040 eine weitgehende Dekarbonisierung des gesamten Energiesystems bzw. die Klimaneutralität. Das bedeutet, es wird durch eine Elektrifizierung aller Verbrauchssektoren, trotz einer erhöhten Energieeffizienz durch die Nutzung von Strom, zu einem erhöhten Bedarf an elektrischer Energie in jenen Sektoren kommen, in welchen zuvor vorrangig fossil bereitgestellte Energie eingesetzt wurde (BMK, 2024b, S. 9). Dazu gehören vor allem die Bereiche Raum- und Prozesswärme sowie Mobilität. Gebäudebezogen wird in einer Studie aus dem Jahr 2022 nicht nur von einem erhöhten Strombedarf für die Raumwärme durch Wärmepumpen ausgegangen, sondern auch für die Raumkühlung wird zukünftig mehr elektrische Energie benötigt werden. In den Bereichen Mobilität und Industrie wird die Elektrifizierung bzw. der Umstieg auf die Nutzung von Strom, nicht der einzige Grund für den erhöhten Strombedarf sein, denn für die Dekarbonisierung industrieller Prozesse und des Schwerverkehrs wird ein hoher Bedarf an Wasserstoff entstehen, um fossile Energieträger substituieren zu können (Österreichs E-Wirtschaft, 2022, S. 8-9). Die Herstellung von grünem Wasserstoff bzw. die Elektrolyse benötigt ebenfalls Strom aus erneuerbarer Erzeugung. Österreichs E-Wirtschaft geht – wie in Diagramm 6 ersichtlich – daher von einer doppelt so hohen Stromnachfrage im Jahr 2040 aus, welche sich wie erwähnt aus einer zunehmenden Elektrifizierung in allen Verbrauchssektoren und dem erhöhten Bedarf an Wasserstoff ergibt. Durch den zeitgleichen Wegfall der fossilen Energieträger wird von einer notwendigen Verdreifachung der installierten Leistung bei der erneuerbaren Stromerzeugung ausgegangen, wodurch für das Jahr 2040 allein für PV von einer

notwendigen installierten Leistung von 30 Gigawatt [= GW], bzw. einer jährlichen Erzeugung von 30 TWh durch Photovoltaikanlagen ausgegangen wird (Österreichs E-Wirtschaft, 2022, S. 3 und 18). Anfang 2025 beträgt die installierte solare Kraftwerksleistung laut APG 8,3 GW, was rund 28 % des nötigen Ausbaus entsprechend würde (APG, 2025). Neben der erneuerbaren Stromerzeugung nehmen auch der Ausbau des Stromnetzes sowie von Speicheranlagen eine Schlüsselrolle im Rahmen der Energiewende ein (BMK, 2023c, S. 9).

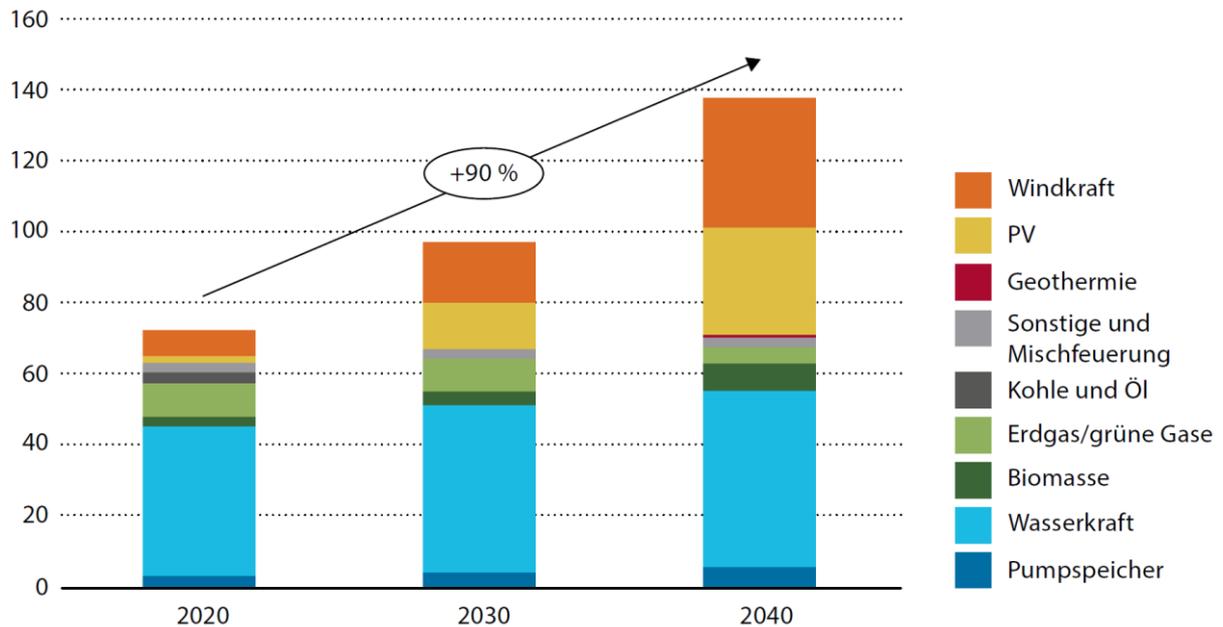


Diagramm 6: Erzeugungsmenge von erneuerbarem Strom in TWh bis 2040 (Österreichs E-Wirtschaft, 2022, S. 9)

Die Zu- oder Abnahme des Stromverbrauchs unter der Bedingung, dass dieser nachhaltig erzeugt wird, ist also ein weiterer Indikator, ob die Energiewende in Österreich gelingt. Einerseits ist ein abnehmender Stromverbrauch aufgrund von Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen zu begrüßen, andererseits wird der Stromverbrauch mit einer zunehmenden Elektrifizierung der Raumwärme, der industriellen Produktion und des Verkehrs zunehmen. Da nachhaltig erzeugter Strom eine effizientere Energieform darstellt als Strom oder Wärme, welche mittels fossiler Energieträger bereitgestellt wird, ist davon auszugehen, dass der Gesamtenergiebedarf durch einen steigenden Verbrauch von Strom aus erneuerbaren Quellen sinken wird. Laut Daten der E-Control ist der Inlandsstromverbrauch seit 2010 – inklusive der saisonalen Schwankungen – in etwa gleichgeblieben bzw. im vierten Quartal 2024 deutlich gesunken (E-Control, 2024). Ein sinkender Strom- und Energieverbrauch und die damit einhergehenden Stromüberschüsse sind nicht immer auf eine gestiegene Effizienz oder die vermehrte Nutzung von erneuerbaren Energiequellen zurückzuführen, sondern auch auf die Witterung und die Produktions- bzw. Nachfrageslage in der Industrie (Statistik Austria, 2024c). Es sollte daher mit dem

Ausbau von Windkraft-, Wasserkraft-, Photovoltaik- und Biomasseanlagen auch eine entsprechende Geschwindigkeit in der Elektrifizierung der verschiedenen Energieverbrauchssektoren angestrebt werden, um den vorhandenen Strom auch nutzen zu können. Ansonsten ist der Überschuss an Stromproduktion zwar grundsätzlich zu begrüßen, verfehlt aber das Ziel der Klimaneutralität bzw. die Substitution fossiler Energie in Österreich.

In Tabelle 2 sind die im EAG festgehaltenen Ausbauziele sowie der von Österreichs E-Wirtschaft prognostizierte verdoppelte Strombedarf von 140 TWh im Jahr 2040 zusammengeführt. Neben den 27 TWh zusätzlicher jährlicher Stromerzeugung mit Hilfe der angeführten erneuerbaren Energieträger bis 2030, gibt es einen weiteren Ausbaubedarf von 43,5 TWh bis 2040. Im Bereich Photovoltaik ergibt das laut dieser Berechnung einen Ausbaubedarf für 28 zusätzliche TWh jährlicher Erzeugung zwischen 2020 und 2040.

Erneuerbare Energieträger	Bruttostrom-erzeugung 2020	Ausbauziel von 2020 bis 2030	Ziel Bruttostrom-erzeugung 2030	Ausbaubedarf von 2030 bis 2040	Erzeugungsbedarf 2040
Windkraft	6,8 TWh	10 TWh	16,5 TWh	20 TWh	36,5 TWh
Photovoltaik	2,1 TWh	11 TWh	13,1 TWh	17 TWh	30,1 TWh
Wasserkraft	42 TWh	5 TWh	47 TWh	2,5 TWh	49,5 TWh
Biomasse	4,6 TWh	1 TWh	5,6 TWh	4 TWh	9,6 TWh
andere (Biogas etc.)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	14,1 TWh
Gesamt	55,5 TWh	27 TWh	82,5 TWh	43,5 TWh	140 TWh
Quelle	BMK	EAG	eigene Berechnung	Österreichs E-Wirtschaft	eigene Berechnung

Tabelle 2: Ausbauziele und Ausbaubedarfe von erneuerbaren Energiequellen (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2022; EAG, 2024 und Österreichs E-Wirtschaft, 2022)

Darüber hinaus hat das Umweltbundesamt gemeinsam mit wissenschaftlichen Partnerinstitutionen auch drei Szenarien zum Energieverbrauch sowie zum Ausstoß von Treibhausgasen für die Jahre 2030, 2040 und 2050 erstellt (UBA, 2023d, S. 26-29). Da jedoch nur eines dieser Szenarien – Transition Szenario genannt – einer Klimaneutralität im Jahr 2040 einigermaßen nahekommt, wird auch nur jenes im Folgenden als Grundlage herangezogen. Darüber hinaus wird dieses Transition Szenario auch im ÖNIP verwendet bzw. baut das eigens erstellte ÖNIP-Szenario – bei welchem die Daten regional aufgelöst wurden – im Wesentlichen auf diesem auf (BMK, 2024b, S. 34). Laut dem Nationalen Energie- und Klimaplan [= NEKP], in welchem Österreich seine Maßnahmen zur Erreichung der EU-Klima- und Energieziele darlegen muss, wird das Transition Szenario trotz großer nötiger Investitionen als zeitlich und technisch möglich beschrieben. Für das Transition Szenario gab es jedoch nie eine politische Beschlusslage und daher auch keine entsprechende Maßnahmensetzung (BMK, 2024e, S. 79). Dem Transition Szenario folgend, wird es auch noch 2040 und danach Treibhausgasemissionen im Ausmaß von 11 Millionen Tonnen geben, im Jahr 2022 waren es 72,8 Millionen (BMK, 2024e, S. 87). In Tabelle

3 werden die wesentlichen Kennwerte des Transition Szenarios sowie des ÖNIP-Szenarios zusammengeführt. In beiden Fällen wird für das Jahr 2040 ein nötiger Ausbau auf 41 TWh jährlicher Stromerzeugung durch Photovoltaik angenommen, um den gesteigerten Strombedarf decken zu können (BMK, 2024b, S. 39-40).

	Energiebilanz 2021 (TWh)	Szenario Transition		Szenario ÖNIP	
		2030 (TWh)	2040 (TWh)	2030 (TWh)	2040 (TWh)
Strombedarf	74	93	125	90	121
Stromerzeugung	67	100	127	105	133
davon Windkraft	7	21	29	21	29
davon Photovoltaik	3	21	41	21	41

Tabelle 3: Kennwerte des Transition- und ÖNIP-Szenarios für 2030 und 2040 (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2024b)

Diese 41 TWh überschreiten den eben dargestellten, von Österreichs E-Wirtschaft prognostizierten PV-Ausbaubedarf um mehr als 10 TWh, da bei diesem anderen Stromquellen mehr Bedeutung beigemessen wird. Auch das Ausbauziel im EAG von 13 TWh bis 2030 wird in diesen beiden Szenarien um 8 TWh übertroffen. Somit ist fraglich, ob das Ziel des EAG ausreicht, um mittelfristig klimaneutral zu werden. Laut EAG musste bis Dezember 2024 der erste Evaluierungsbericht zur Zielerreichung und zum Anpassungsbedarf des Gesetzes vorliegen (EAG, 2024, § 91, Abs. 2). Dieser besagt jedoch nur, „aus heutiger Sicht ist die Erreichung der EAG-Ziele und gegebenenfalls angepasster erhöhter PV-Ziele möglich“ (BMK, 2024f, S. 11). Somit scheint eine baldige Erhöhung des PV-Ausbauziels im EAG nicht absehbar. Darüber hinaus wurde im Interview mit Stöglehner die Kritik deutlich, dass auch die 41 TWh laut ÖNIP ein zu geringes Ziel darstellen (G. Stöglehner, Interview am 16.09.2024).

Analog zu diesen Erzeugungsbedarfsszenarien wurden vom Umweltbundesamt letztes Jahr ebenso drei Szenarien erarbeitet, in welchen die potenzielle Stromerzeugung mittels Windkraft und PV-Anlagen für die Jahre 2030 und 2040 abgeschätzt wird. Sie dienen auch als Grundlage für den integrierten Netzinfrastrukturplan des BMK. Für die Erstellung der Szenarien wurden anhand einer für ganz Österreich einheitlichen Methodik Räume und Flächen ermittelt, welche sich für die genannten Arten der Stromproduktion eignen. Flächen, die sich aufgrund von 1) Natur-, Arten-, und Gewässerschutz, 2) Landschaftsschutzgebieten, 3) anderen Schutzgebieten oder aufgrund ihrer 4) ökologischen Wertigkeit nicht oder nur gering für die Produktion von erneuerbarer Energie eignen, wurden aus der Berechnung ausgeschlossen oder zumindest den Gegebenheiten entsprechend berücksichtigt. Landwirtschaftliche

Produktionsflächen und Vorrangzonen einschließlich ihrer Beschaffenheit, das Landschaftsbild und weitere nicht eindeutig quantifizierbare Schutzgüter waren soweit ersichtlich, aufgrund des zu hohen Aufwandes keine berücksichtigten Kriterien (UBA, 2023b, S. 3-4). Die Annahmen, auf welchen die drei Szenarien beruhen, können wie folgt beschrieben werden:

- **Szenario - Rahmenbedingungen 2021:** Ambitionierter Ausbau von erneuerbaren Energien von mehr als 27 TWh bis 2030. Alle Bundesländer weisen genügend Eignungszonen für PV-FFA aus, wobei fehlende Netzanschlüsse sowie gesellschaftliche und politische Hürden einen wesentlichen Hemmschuh darstellen (BMK, 2024b, S. 51).
- **Szenario - Aktuelle Entwicklungen:** Aufbauend auf den Annahmen des ersten Szenarios werden hier nationale und europäische Entwicklungen miteinbezogen. Dazu gehören Faktoren, welche den Ausbau von erneuerbaren Energien beschleunigen, wie die kürzlich nachgeschärfte ‚Renewable Energy Directive‘ der EU oder die Novellierung des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes [= UVP-G] (BMK, 2024b, S. 51).
- **Szenario - Beschleunigter Ausbau:** Hier werden allgemein sehr gute Bedingungen für den Ausbau bzw. eine ‚best practice-Umsetzung‘ unterstellt (BMK, 2024b, S. 51-52). Für dieses Szenario bräuchte es – soweit ersichtlich – eine deutlich höhere Bereitschaft aller Bundesländer, den PV-Ausbau voranzutreiben.

Im Rahmen der Potenzialermittlung wurde auch nach ‚theoretisch-technischem Potenzial‘ und ‚wirtschaftlich-realisierbarem Potenzial‘ unterschieden. Darüber hinaus wurden sogenannte Realisierungsfaktoren berücksichtigt (UBA, 2023c, S. 7-8):

- **Theoretisch-technisches Potenzial:** Dabei werden technische Faktoren wie Windenergiedichte, Globalstrahlung, Wirkungsgrade und Raumstrukturen berücksichtigt. Flächennutzungskonkurrenzen – wie beispielsweise mit der Landwirtschaft – oder das Landschaftsbild spielen dabei keine Rolle (UBA, 2023c, S. 7-8). Es wird lediglich jene Erzeugungsleistung von Kraftwerken – welche erneuerbare Energie erzeugen – beschrieben, welche beispielsweise ohne politisch-gesellschaftliche Hürden, rein technisch realisierbar wäre.
- **Wirtschaftlich-realisierbares Potenzial:** Ökonomische Rahmenbedingungen wie Wirtschaftlichkeit oder Förderungen werden hierbei genauso berücksichtigt wie die

Netzinfrastruktur, Genehmigungsverfahren, die gesellschaftliche und politische Akzeptanz sowie die Verfügbarkeit von Flächen (UBA, 2023c, S. 8).

- **Realisierungsfaktoren:** Die verwendeten Realisierungsfaktoren – welche das nutzbare Potenzial von erneuerbaren Energien bestimmen – wurden vom UBA aufgrund von Expert:inneneinschätzungen, verfügbarer Literatur und eigener Überlegungen erstellt und gliedern sich in 1) Flächennutzbarkeit, 2) Wirtschaftlichkeit und 3) Umsetzbarkeit (UBA, 2023c, S. 8).

Abseits dieser vom Umweltbundesamt vorgenommenen Einteilung der Potenziale wird in der Literatur dem technischen Potenzial auch noch das physikalische Potenzial vorgelagert, bzw. gibt es differenziertere Einteilungen, an welchen sich das Umweltbundesamt orientieren dürfte (Fechner, 2020, S. 12-13). Im ÖNIP wurde besonders das Szenario ‚Aktuelle Entwicklungen‘ herangezogen, welches von einer Stromerzeugung durch PV-Anlagen für das Jahr 2040 von insgesamt 41,1 TWh ausgeht. Dieser Wert übersteigt deutlich den von Österreichs E-Wirtschaft angenommenen Wert von rund 30 TWh, wird jedoch dem im Transition Szenario angenommenen Ausbaubedarf gerecht.

2.3. Ausbau von PV-Anlagen bis 2030 und 2040

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der drei zuvor erläuterten Szenarien des UBA im Speziellen für den Bereich Photovoltaik gesondert dargestellt. Dabei wird in bauwerksgebundene PV-Anlagen auf Dach- und Fassadenflächen sowie in PV-Anlagen auf Freiflächen unterschieden.

2.3.1. PV-Ausbaupotenzial auf Dach und- Fassadenflächen

In Tabelle 4 sind die Potenziale für PV-Anlagen auf Dach- und Fassadenflächen laut UBA angegeben. Beim theoretisch-technischen Potenzial entfallen rund 46 TWh auf Dach- und 36 TWh auf Fassadenflächen. Nutzungskonkurrenzen wie zum Beispiel Dachterrassen und Begrünungen oder weitere beschränkende Faktoren wie beispielsweise Ortsbildschutz, die Verfügbarkeit von Einspeisepunkten in das Stromnetz und Eigentumsverhältnisse konnten bei der Potenzialermittlung nicht berücksichtigt werden. Besonders das theoretisch-technische Potenzial für Fassaden-PV wurde als überschätzt bezeichnet, wodurch das realisierbare Potenzial hierbei sehr gering ausfällt. Große Hürden sind beispielsweise der Denkmalschutz, technische Normen und vielfältige Eigentümerstrukturen. Der hohe Wert im Szenario ‚Beschleunigter Ausbau‘ kommt daher, dass hier eine weitreichende Beseitigung dieser Hürden angenommen wird (UBA, 2023b, S. 10-11). Um von möglichst realistischen Annahmen ausgehen zu können, scheint – wie auch im ÖNIP herangezogen – das Szenario ‚Aktuelle Entwicklungen‘ am vielversprechendsten. Laut diesem Szenario könnten 60 %

des Ausbaubedarfs bis 2030 und etwa ein Drittel des Ausbaubedarfs bis 2040 im Bereich Photovoltaik auf Dach- und Fassadenflächen erfolgen. Der Bedarfsabschätzung von Österreichs E-Wirtschaft folgend wären es sogar 46 % bis 2040, wobei in beiden Fällen ein großer Teil der PV-Anlagen auf Freiflächen errichtet werden muss.

	Theoretisch-technisches Potenzial (TWh/a)	Realisierbares Potenzial 2030 (TWh/a)	Realisierbares Potenzial 2040 (TWh/a) nach Szenario		
			Rahmenbedingungen 2021	Aktuelle Entwicklungen	Beschleunigter Ausbau
Gesamt Ö.	81,6	7,9	10,6	12,9	16,5

Tabelle 4: Potenzial auf Dach- und Fassadenflächen (eigene Darstellung mit Daten aus UBA, 2023b)

Die Studien von Fechner kennen bzgl. des PV-Potenzials auf Gebäuden folgende fünf Abstraktionsschritte: 1) das Physikalisch/theoretische, 2) das technische, 3) das wirtschaftliche, 4) das grundsätzlich realisierbare Potenzial inkl. sozialer Kriterien und 5) das noch offene Potenzial zum Stand Jänner 2024. Diese Potenziale sind aber nicht als unveränderlich anzusehen, sondern können sich beispielsweise durch technologischen Fortschritt ändern. Laut Fechner betrug Anfang 2024 das theoretische Potenzial im Gebäudebereich 58 TWh/a, das technische 36 TWh/a und das realisierbare Potenzial 14,4 bis 17,8 TWh/a. Das zu diesem Zeitpunkt noch offene bzw. noch nicht genutzte Potenzial betrug 9 bis 12,4 TW/h. Bisher wurden laut Fechner in etwa 87 % der gesamten PV-Leistung in Österreich auf Dächern installiert (Fechner, 2024, S. 30).

Um eine jährliche Stromerzeugung von 21 TWh bis 2030 und 41 TWh bis 2040 – wie sie im ÖNIP veranschlagt ist – durch rein gebäudebezogene Photovoltaikanlagen aufbringen zu können, müssten laut Fechner 50 % des technischen Potenzials auf Gebäuden realisiert werden, was neben den bestehenden Barrieren allein aufgrund des kleinen Zeitfensters unmöglich erscheint (Fechner, 2024, S. 30). Für das Ausbauziel von 41 TWh bis 2040 reichen weder die ermittelten Potenziale des UBA noch von Fechner aus, was den erhöhten Bedarf an PV-FFA bestätigt.

2.3.2. PV-Ausbaupotenzial auf Freiflächen

Im Rahmen der Potenzialabschätzung des Umweltbundesamtes in Form der drei Szenarien wurden für PV-FFA 21 Flächentypen näher untersucht. Dazu gehören zusammenfassend (UBA, 2023c, S. 17-18):

- Betriebsgebiete exklusive den Gebäudeflächen (Flugdächer, Mauern, Parkplätze, Brachen, etc.)
- Agrar-Kulturlächen sowie landwirtschaftlich genutztes Grünland
- Grünflächen ohne landwirtschaftliche Nutzung (Friedhöfe, Sportanlagen, etc.)

- Waldflächen (inklusive Forststraßen und Lagerplätze)
- Ödland
- Siedlungsflächen (Geh- und Radwege, Wartehäuschen, Parkplätze, etc.)
- Abbaugelände (Schottergruben, Tagebau, etc.)
- Deponien
- Lärmschutzwände bei Autobahnen, Schnellstraßen, Bundes- bzw. Landesstraßen und Schienenwegen
- Baulichkeiten bei hoch- mittel- und niederrangigen Straßen sowie bei Schienenwegen (Stützmauern, Brücken, Einhausungen, etc.)
- Bodenflächen bei Hochspannungsleitungen
- Energieinfrastruktur (Umspannwerke, Kraftwerke, etc.)
- Private Nebenflächen (z.B. Abfallsammelplätze, Radabstellplätze, Gartenhütten und Innenhöfe)
- Größere öffentliche Parkplätze
- Floating-PV (Schwimmende Photovoltaikanlagen auf Wasserflächen)

Dabei wurden die bereits im Kapitel 2.2. erwähnten Realisierungsfaktoren angewandt. Auch wenn viele der Flächentypen keine Nutzungskonkurrenz zu landwirtschaftlich genutzten Flächen aufweisen, wird vom Umweltbundesamt festgehalten, dass 114 TWh der rund 197 TWh an theoretisch-technischem Freiflächenpotenzial auf klassischen Freiflächen verortet werden. Diese dürften sich größtenteils aus Grünflächen und Agrar-Kulturflächen zusammensetzen. Die restlichen 83 TWh technisch-theoretisches Potenzial werden auf bereits in Anspruch genommene und versiegelte Flächen, Wasserflächen und Linieninfrastruktur zurückgeführt. Die Potenzialabschätzung wie sie in den Tabellen 4 und 5 ersichtlich ist, wurde für alle Bundesländer in gleicher Weise durchgeführt, wobei bei dem Szenario ‚Aktuelle Entwicklungen‘ auf teilweise vorhandene Zielsetzungen für PV-FFA einzelner Bundesländer Rücksicht genommen wurde. Das mit Abstand größte theoretisch-technische Potenzial auf Freiflächen, wie in Tabelle 5 ersichtlich, hat das Bundesland Niederösterreich (UBA, 2023b, S. 7).

Alle Freiflächen	Theoretisch-technisches Potenzial (TWh/a)	Realisierbares Potenzial 2030 (TWh/a) nach Szenario		
		Rahmenbedingungen 2021	Aktuelle Entwicklungen	Beschleunigter Ausbau
Burgenland	13,5	0,6	2,1	1,2
Kärnten	19,1	0,8	1,1	1,6
Niederösterreich	57,8	2,8	3,7	5,4
Oberösterreich	33,8	1,6	2,1	3,1
Salzburg	12,7	0,5	0,7	1
Steiermark	34,9	1,6	2	3
Tirol	15,8	0,6	0,8	1,1
Vorarlberg	4,7	0,2	0,2	0,4
Wien	5,2	0,4	0,5	0,7
Österreich	197,5	9,1	13,2	17,6

Tabelle 5: Realisierbares PV-Potenzial auf Freiflächen bis 2030 (eigene Darstellung mit Daten aus UBA, 2023b)

Alle Freiflächen	Theoretisch-technisches Potenzial (TWh/a)	Realisierbares Potenzial 2040 (TWh/a) nach Szenario		
		Rahmenbedingungen 2021	Aktuelle Entwicklungen	Beschleunigter Ausbau
Burgenland	13,5	1,3	2,5	2
Kärnten	19,1	1,9	2,6	2,9
Niederösterreich	57,8	5,9	8,3	9,1
Oberösterreich	33,8	3,4	4,8	5,2
Salzburg	12,7	1,1	1,6	1,9
Steiermark	34,9	3,4	4,8	5,3
Tirol	15,8	1,2	1,9	2,2
Vorarlberg	4,7	0,4	0,6	0,7
Wien	5,2	0,8	1,1	1,2
Österreich	197,5	19,7	28,3	30,5

Tabelle 6: Realisierbares PV-Potenzial auf Freiflächen bis 2040 (eigene Darstellung mit Daten aus UBA, 2023b)

Gemeinsam mit den Werten der Potenzialabschätzung zu PV-Anlagen auf Dach- und Fassadenflächen, liegt jedes Szenario des Umweltbundesamtes deutlich über den Zielwerten für den gesamten PV-Ausbau des EAG bis 2030 oder jenen von Österreichs E-Wirtschaft bis 2040. Der Ausbaubedarf laut Umweltbundesamt von 41 TWh bis 2040 könnte jedoch genau gedeckt werden. In Fechners Studie zur Ermittlung des Flächenpotenzials für den Photovoltaik-Ausbau wird nur auf des Freiflächenpotenzial bis 2030 eingegangen. Hier wird nach Gebäudeflächen, Deponien, Verkehrsflächen, militärischen Flächen und Freiflächen unterschieden, wobei sich letztere aus Dauergrünland und Ackerflächen zusammensetzen. Somit unterscheiden sich die untersuchten Flächenkategorien zu der Untersuchung des UBA. Neben einem technischen Gesamtpotenzial von 51,1 TWh für PV wird für die genannten Freiflächen ein technisches Potenzial von 28-32 TWh jährlicher Erzeugung angegeben, welches je nach zusätzlicher Nutzung von Ackerflächen variiert. Diese Angaben unterscheiden sich deutlich von den berechneten 114 TWh theoretisch-technischem Potenzial auf klassischen Freiflächen des

Umweltbundesamtes (Fechner, 2020, S. 40). Dies mag an der engeren Auswahl an Flächenkategorien und einer deutlicheren Konkretisierung zwischen theoretischem und technischem Potenzial bei Fechner liegen. Bezüglich eines wirtschaftlich, sozial und ökologisch realisierbaren Potenzials wird – ohne einer konkreteren Einschätzung – von weiteren Abschlägen ausgegangen. Jedenfalls müssten laut Fechner 5,7 TWh bis 2030 auf Freiflächen und 5,3 TWh auf allen anderen Flächen realisiert werden, um das im EAG festgehaltene Ausbauziel von 11 TWh zu erreichen, wodurch das Freiflächenpotenzial überwiegt (Fechner, 2020, 41). Neben Freiflächen im Grünland gibt es ein Potenzial von 1,4 bis 2 TWh auf Verkehrsflächen, 0,85 TWh auf Deponien und 0,2 TWh auf Wasserflächen. Im Sinne der Klimaneutralität müssen jedoch bis 2040 50 % der PV-Anlagen auf klassischen Freiflächen in Grünland realisiert werden (Fechner, 2024, S. 41 und 44).

2.3.3. Ausbauziele der Bundesländer

Im Rahmen der Erstellung des ‚Integrierten österreichischen Netzinfrastukturplans‘ wurden auch die Ausbauziele der Bundesländer bis 2030 bezüglich Photovoltaik zusammengetragen. Wie in Tabelle 7 zu sehen ist, sind die Ziele der Bundesländer insgesamt leicht höher als das Ziel im EAG (BMK, 2024b, S. 51).

	Erzeugung 2020 (TWh)	Ausbauziel bis 2030 (TWh)	Ziel Erzeugung 2030 (TWh)	Quelle
Burgenland	0,1	2,2	2,3	Klimastrategie Burgenland 2030
Kärnten	0,2	0	0,2	Energiemasterplan Kärnten
Niederösterreich	0,5	2,5	3	NÖ Energie- und Umweltagentur
Oberösterreich	0,5	3	3,5	OÖ Klima- und Energiestrategie
Salzburg	0,1	0,5	0,6	Masterplan Klima+Energie 2030
Steiermark	0,5	0,6	1,1	Sachprogramm Erneuerbare Energie
Tirol	0,1	1,5	1,6	Auskunft Land Tirol
Vorarlberg	0,1	0,2	0,3	Strategie Energieautonomie+ 2030
Wien	0,1	0,7	0,8	Wiener Klimafahrplan
Gesamt	2	11,5	13,5	
EAG Ziel	2	11	13	

Tabelle 7: PV-Ausbauziele der Bundesländer (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2024b)

Laut den jährlich aktualisierten Daten, des von einem ehrenamtlichen Verein betriebenen Klimadashboard.at, sind diese Ziele etwas geringer und decken erst zu 94 % das EAG-Ziel von 13 TWh ab. Der Verein besteht zum Teil aus Wissenschaftler:innen und visualisiert gemeinsam mit Expert:innen relevante Daten zum Klimaschutz in Österreich (Klimadashboard, 2024).

Was den Stand der Umsetzung betrifft, wurden in den letzten Jahren sowohl auf Gebäudeflächen als auch auf Freiflächen große Fortschritte erzielt. Der Ausbau müsste aber in den kommenden Jahren in

einer deutlich höheren Geschwindigkeit weitergeführt werden, um die gegenüber dem EAG vom Umweltbundesamt angepassten Ausbauziele zu erreichen. Ob dieser Ausbau gelingt, wird Seitens einiger relevanter Stakeholder – wie aus den Pressemeldungen des Bundesverbandes Photovoltaic Austria sowie des ORF zu entnehmen ist – aufgrund der strukturellen Voraussetzungen in den Bundesländern bezweifelt (PV Austria, 2024a; Öser, 2024). Zu den genannten Hürden zählt auch die nicht-Nutzung der ausgewiesenen Zonen für PV-FFA, wobei hierbei zu beachten ist, dass die Umsetzungsverfahren in den noch jungen PV-Zonen in Niederösterreich, einfach eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen (D. Dittrich, Interview am 6.12.2024). Darüber hinaus hat der Bundesverband Photovoltaic Austria auf Grundlage von Daten der Statistik Austria, des BMK sowie der PV-Studie von Hubert Fechner eine Übersicht zur Zielerreichung der einzelnen Bundesländer bis 2030 erstellt. Aus dieser Übersicht geht hervor, dass 2022 lediglich 18 % der notwendigen Leistung bis 2030 laut ÖNIP installiert waren, wobei – wie in Diagramm 7 verdeutlicht – Oberösterreich, Niederösterreich und die Steiermark sowohl bei der absoluten installierten Leistung als auch beim Zubau Spitzenreiter waren (PV Austria, 2022c). Die Hälfte des Zubaus müsste wie in Fechners Studie angeführt, auf Freiflächen umgesetzt werden.

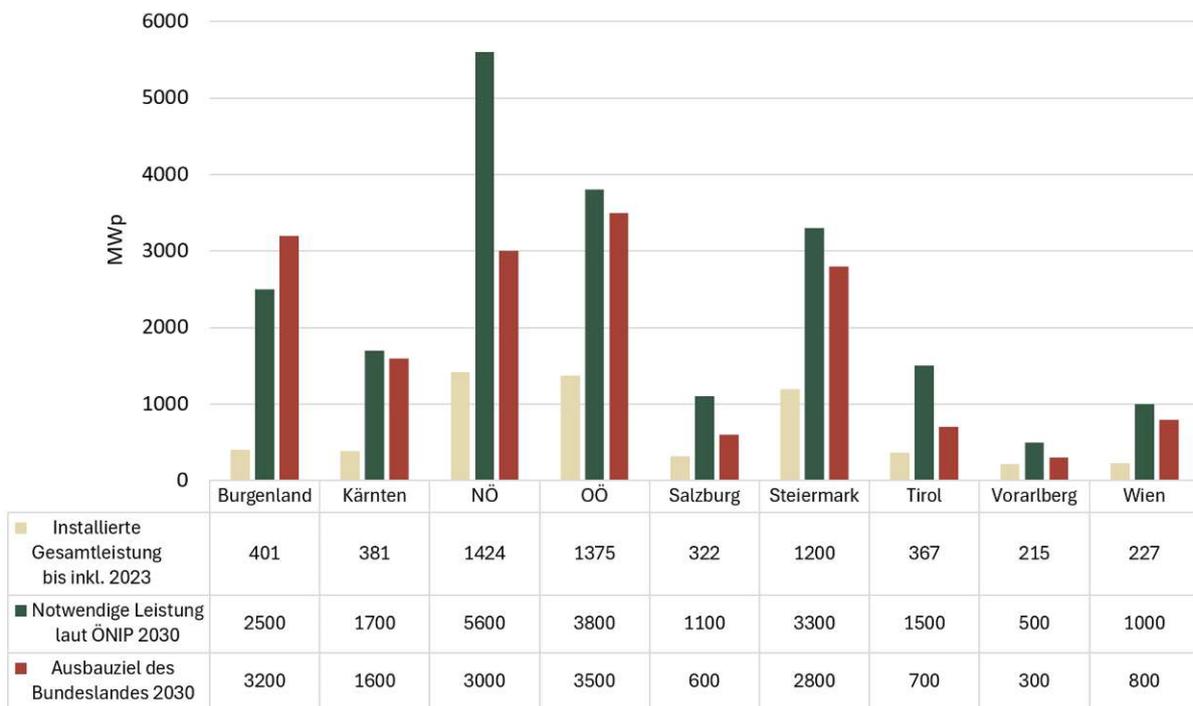


Diagramm 7: Installierte und erforderliche PV-Leistung pro Bundesland im Jahr 2023 (eigene Darstellung mit Daten aus PV Austria, 2023b)

Während die in Rot dargestellten Ausbauziele der Bundesländer in Summe ausreichen, um das 13 TWh Ziel des EAG – zumindest beabsichtigter Weise – zu erfüllen, stellt die in Grün dargestellte notwendige Leistung laut der beiden ÖNIP-Szenarien das eigentlich zu erreichende Ziel dar, um die bis 2040

veranschlagte Klimaneutralität zu erreichen. Somit gibt es nach dieser Betrachtungsweise – bis auf das Burgenland – einen deutlichen Anpassungsbedarf der Bundesländerziele.

2.3.4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In der Literatur sind betreffend des Ausbaubedarfes sowie -potenzials von Photovoltaikanlagen in den letzten 4 Jahren verschiedene Angaben zu finden. Da von den näher beleuchteten Quellen die Berechnungen des BMK und des Umweltbundesamtes im Rahmen der Aktualisierung des ÖNIP, die aktuellsten und umfangreichsten sind, werden die Angaben des Transition Szenarios aus dem ÖNIP für die Jahre 2030 und 2040 für die weiteren Kapitel als angemessene Mindestwerte herangezogen (siehe Tabelle 8). Darüber hinaus werden die ÖNIP-Angaben auch für die Österreichische Photovoltaik Strategie, vom Bundesverband Photovoltaic Austria sowie von Fechner für die Berechnung des weiteren Ausbaubedarfes verwendet (BMK, 2024c, S. 14; PV Austria 2022c und Fechner, 2024, S. 30). Es erscheint bei näherer Betrachtung ohnehin äußerst unrealistisch, dass – egal welcher Schätzung für 2040 folgend – ein derart hoher Ausbau zwischen 2030 und 2040 umsetzbar ist, wenn das Ziel bis 2030 lediglich 13 TWh jährliche Leistung durch PV-Anlagen beträgt. Wobei – nebenbei bemerkt – bereits die 13 TWh als große Herausforderung beschrieben werden. Da die Berechnungen des UBA, welche im ÖNIP verwendet werden, bzgl. Photovoltaik- und Speichertechnologie auf der Situation von vor 2-3 Jahren aufbauen, besteht jedoch auch am Wert von 41 TWh Kritik (H. Fechner, Interview am 11.10.2024).

Quelle	Ausbau 2020 (TWh)	Ausbau 2023 (TWh)	Ausbaubedarf 2020 - 2030 (TWh)	Ausbau 2030 (TWh)	Ausbaubedarf 2030 - 2040 (TWh)	Ausbau 2040 (TWh)
EAG	2	6,3	11	13	k.A.	k.A.
Österreichs E-Wirtschaft	2	6,3	11	13	17	30
BMK & UBA	2	6,3	19	21	20	41
Bundesländerziele gesamt	2	6,3	11,5	13,5	k.A.	k.A.

Tabelle 8: Vergleich der Ausbaubedarfe (eigene Darstellung mit Daten aus APG, 2024c; EAG, 2024; Österreichs E-Wirtschaft, 2022 und BMK, 2024b)

Durch diese im Vergleich zum EAG deutlich erhöhten Zielwerte, wobei im EAG kein Zielwert für das Jahr 2040 genannt wird, muss von einem deutlich höheren nötigen jährlichen Ausbau von PV-Anlagen ausgegangen werden als bisher. Denn nach dieser Zielvorgabe beträgt der Anteil der bis Ende 2024 ausgebauten PV-Leistung am Ausbaubedarf von 21 TWh bis 2030 knapp 40 %. Laut PV Austria muss sich der jährliche Ausbau von 1.000 MWp, wie es ihn 2022 gab, auf 2.100 MWp erhöhen. Auch wenn dies im Jahr 2023 sogar übertroffen wurde, braucht es für den weiteren Ausbau dringend mehr

verfügbare Flächen, einen Ausbau des Stromnetzes sowie eine Flexibilisierung des Stromsystems durch Stromspeicher.

Die 5,7 TWh, die laut Fechner in Bezug auf das EAG-Ziel jedenfalls auf Freiflächen nach seiner Definition errichtet werden müssten, entsprechen circa 50 % des EAG-Ausbaubedarfs von 11 TWh. Der Anteil von PV-FFA von circa 50 % am gesamten PV-Ausbau – wie er sich darüber hinaus in den letzten Jahren der Umsetzung etabliert hat – ist vermutlich auch für die Ausbaubedarfe laut ÖNIP annehmbar. Neben dieser 50 %-Annahme gibt es laut dem UBA ohnehin ein deutlich höheres realisierbares Potenzial auf Freiflächen als auf Gebäuden, wodurch die Realisierbarkeit von 20,5 TWh auf Gebäudeflächen bezweifelt werden muss. Eine genauere Einschätzung des Flächenbedarfs erfolgt in Kapitel 4. Die vom Umweltbundesamt berechneten Ausbaupotenziale für die verschiedenen Arten von PV-Anlagen reichen laut dem Szenario ‚Aktuelle Entwicklungen‘ aus, um den Strombedarf durch PV-Anlagen zu decken. Es erscheint jedoch aufgrund der Methodik bei der Szenarienerstellung sowie durch die derzeit herrschenden Rahmenbedingungen in den Bundesländern unwahrscheinlich, dass diese als realisierbar bezeichneten Potenziale tatsächlich in diesem Umfang realisiert werden können. Des Weiteren konnte bei der Abschätzung des realisierbaren Potenzials die Flächennutzungskonkurrenz gegenüber der Landwirtschaft nicht berücksichtigt werden. Im Diagramm 8 werden die angegebenen PV-Potenziale im Gebäude- und Freiflächenbereich des UBA und von Fechner zusammengeführt und dem Ausbaubedarf von 41 TWh bis 2040 gegenübergestellt (Fechner, 2024, S. 41; UBA, 2023b und BMK, 2024b, S. 157).

Es muss jedoch betont werden, dass diese Werte den absoluten PV-Ausbau von 41 TWh jährlicher Erzeugung betreffen. Beachtet man die PV-Leistung von 8.254 MW, welche laut APG bis Anfang 2025 in Österreich installiert war, gibt es unter Anwendung der 50 % Annahme, ab 2025 einen Ausbaubedarf von PV-FFA im Grünland von rund 16,4 TW/h jährlicher Erzeugung (APG, 2025).

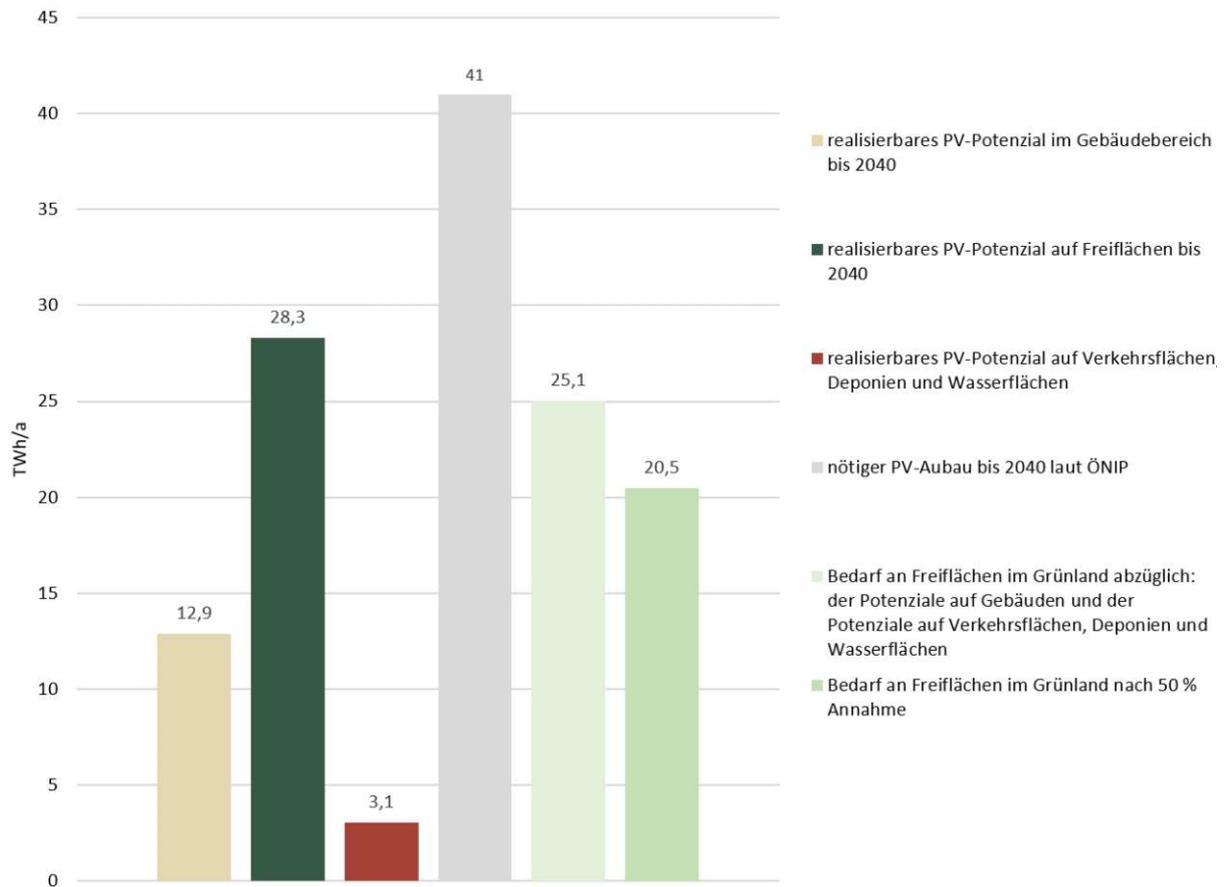


Diagramm 8: PV-Potenziale gegenüber dem PV-Ausbaubedarf bis 2040 (eigene Darstellung mit Daten aus UBA 2023b und Fechner, 2024)

2.4. Zwischenfazit zum PV-Ausbaubedarf

Die Abschätzung, ob bis 2030 und langfristig bis 2040 genügend Ausbaupotenzial realisiert werden kann, um den Ausbaubedarf decken zu können, ist mit Sicherheit keine leichte und von einigen Unsicherheiten geprägt. Auch wenn der PV-Ausbau in den nötigen Dimensionen gelingen sollte, ist nicht sicher, ob beispielsweise der Ausbau bei den anderen Formen der erneuerbaren Energiegewinnung in der Art gelingt, dass in Österreich im Jahr 2040 von annähernder Klimaneutralität gesprochen werden kann. Darüber hinaus sind die Schwellenwerte für die Jahre 2030 und 2040 sowie 2050 im Fall der EU als gesellschaftliche Ziele zu betrachten, welche unter den aktuellen physikalischen bzw. klimatischen Entwicklungen eigentlich auf jeden Fall zu erreichen sind und besser schon jetzt erreicht wären. Im Rahmen dieser Arbeit werden zur Abschätzung des Flächenbedarfs von PV-FFA daher die 21 TWh jährliche Produktion durch PV-Anlagen bis 2030 und 41 TWh bis 2040 als Mindestmaß bei der zu installierenden PV-Leistung gesehen. Unabhängig von der 1) Realisierbarkeit, 2) dem knappen Zeitfenster für den Ausbau, 3) von womöglich veränderten Rahmenbedingungen bei der Erzeugung von Wasser- und Windkraft durch den Klimawandel oder von 4) einem potenziell sogar größer ausfallenden PV-Ausbau als für die Klimaneutralität nötig wäre, 5) einem nicht abschätzbaren

Rebound-Effekt, 6) den ambivalenten Produktionsbedingungen von Wasserstoff 7) und der Kritik am ÖNIP, wird in den folgenden Kapiteln der Flächenbedarf für die Erzeugung von 41 TWh Strom pro Jahr durch PV in den nächsten 16 Jahren, als grundlegender Richtwert behandelt. Zu der notwendigen Korrektur der Zielwerte im EAG haben auch Wien Energie sowie der Bundesverband Photovoltaic Austria eine eindeutige Position bezogen (Wien Energie, 2024b). Das Gelingen der Wärme- und, Mobilitätswende sowie der Elektrifizierung der Industrie, aufgrund derer der Strombedarf steigen wird, wird für die auf diesem Kapitel beruhenden Ausführungen der Einfachheit halber angenommen. Bereits in diesem grundlegenden Kapitel wurde deutlich, dass ein nationaler PV-Ausbauplan, anhand welchem die Bundesländer ihre zu niedrig angesetzten Ziele sowie ihre Rahmenbedingungen für die Errichtung von PV-FFA adaptieren sollten, einen großen Mehrwert bieten würde. Aufgrund der Annahme, dass 50 % der PV- Anlagen auf Freiflächen errichtet werden müssen sowie der berechneten PV-Potenziale von UBA und Fechner, wird wie in Diagramm 8 ersichtlich angenommen, **dass bis 2040 PV-Anlagen mit einer jährlichen Erzeugung von 20,5 bis 25 TWh auf Freiflächen im Grünland errichtet werden müssen.** Eine Abschätzung, welcher Flächenbedarf für PV-FFA aus diesem Ausbaubedarf resultiert, wird in Kapitel 4.2. vorgenommen.

3. Landwirtschaft in Österreich

An die Erläuterung der energiewirtschaftlichen Grundlagen für PV-FFA anschließend, erfolgt in diesem Kapitel zunächst eine produktionsbezogene und flächenmäßige Zusammenschau der Landwirtschaft in Österreich. Diese soll einen Überblick darüber geben, wie viele Flächen in Österreich landwirtschaftlich genutzt werden und wie es um die Ernährungssicherheit sowie die Selbstversorgung mit Lebensmitteln bestellt ist. Da die Nahrungsmittelproduktion nicht die einzige Nutzung auf landwirtschaftlichen Flächen darstellt, bei der es potenziell zu einer Konkurrenzsituation mit PV-FFA kommen kann, werden auch 1) der Energiepflanzenanbau, 2) der Flächenbedarf für die Bioökonomie sowie 3) die Biodiversität thematisiert. Auf dieser Grundlage kann in weiterer Folge die Bedeutung des Flächenbedarfs für PV-FFA im Grünland besser eingeordnet werden. Zuletzt werden jene raumplanerischen Möglichkeiten aufgezeigt, welche hinsichtlich des Schutzes landwirtschaftlicher Flächen in einigen Bundesländern gebräuchlich sind. Eine tiefergehende Erläuterung des Rechtsrahmens im Hinblick auf PV-FFA und Landwirtschaft erfolgt jedoch erst in Kapitel 6.

3.1. Flächennutzung und Produktion

Ende des Jahres 2024 betrug, laut der Regionalinformation des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen [= BEV], der Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen an der Staatsfläche Österreichs – ohne der Almwirtschaft – rund 30 %. In Diagramm 9 ist die Flächennutzung in Österreich nach Kategorien zu sehen (BEV, 2024). Die Nutzungskategorien wurden gemäß § 2 Abs. 1-8 der Benützensarten-Nutzungen-Verordnung [= BANU] als auch durch eigenes Ermessen zusammengefasst. Die bewirtschafteten Alpen befinden sich meist außerhalb des Dauersiedlungsraumes, haben besondere topographische Voraussetzungen und stellen bzgl. PV-FFA einen landschaftlich sensiblen Bereich dar, wodurch auch in diesem Betrachtungsfall, eine von der restlichen Landwirtschaft getrennte Erfassung sinnvoll erscheint.

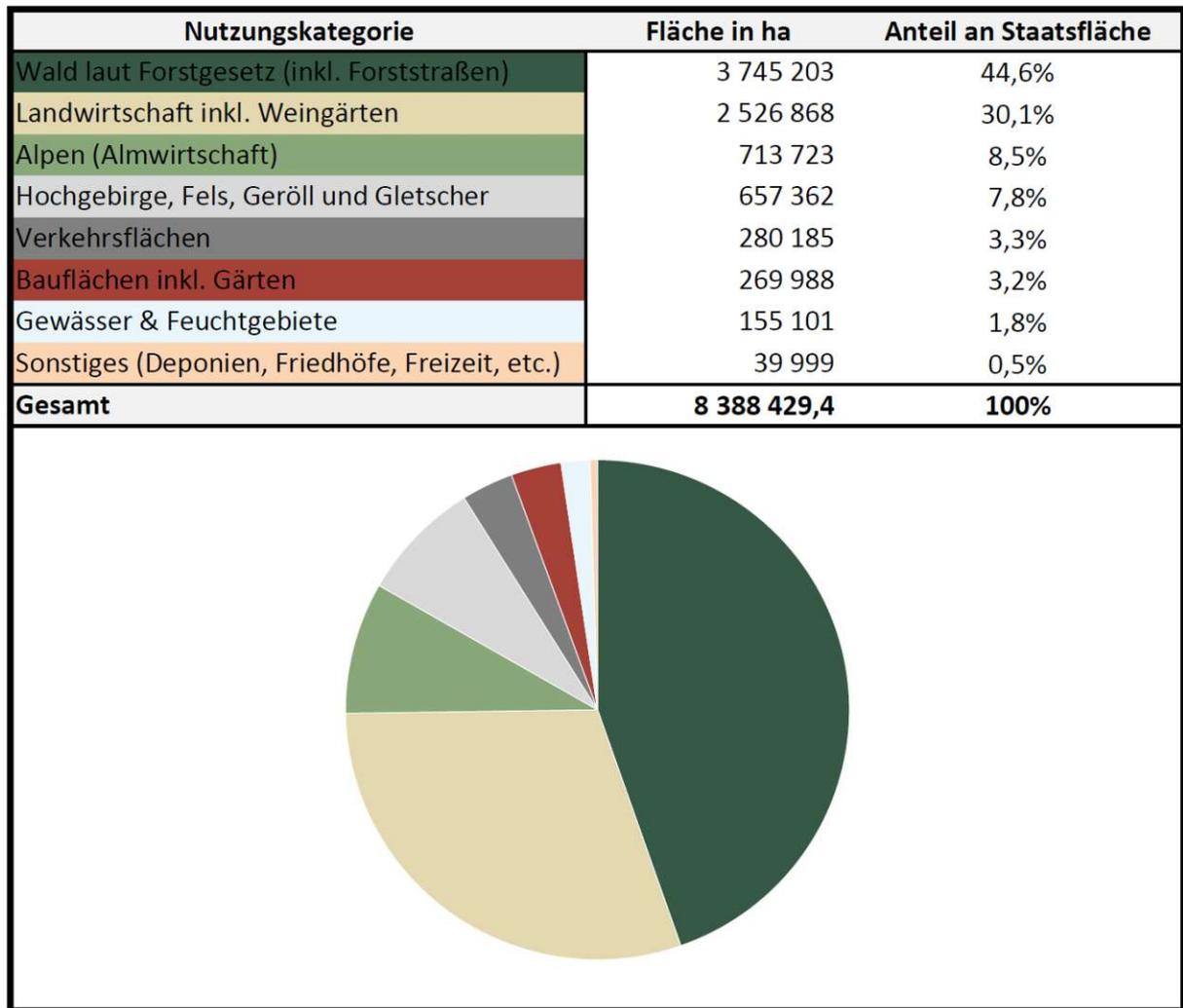


Diagramm 9: Kategorisierte Flächenbenutzungsarten in Österreich (eigene Darstellung mit Daten aus BEV, 2024)

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, zählen 37 % der Fläche Österreichs zum Dauersiedlungsraum, wovon laut Regionalinformation wiederum 81 % landwirtschaftlich genutzt werden. Wie in Tabelle 9 zu sehen ist, machen Äcker, Wiesen und Weiden mit Abstand den größten Teil dieser Flächen aus.

Landwirtschaftliche Fläche	Fläche in ha	Anteil an landw. Fläche
Äcker, Wiesen oder Weiden	2 378 123	94,1%
Verbuschte Flächen	86 445	3,4%
Weingärten	47 287	1,9%
Dauerkulturanlagen oder Erwerbsgärten	15 012	0,6%
Gesamt	2 526 868	100%

Tabelle 9: Zusammensetzung der landwirtschaftlichen Flächen Österreichs (eigene Darstellung mit Daten aus BEV, 2024)

Historisch betrachtet verringerte sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Österreich seit den 1960er Jahren kontinuierlich, wobei hinsichtlich dieser Reduktion mehrere Quellen mit unterschiedlichen Werten zu finden sind. Laut Daten der FAO reduzierten sich die landwirtschaftlich genutzten Flächen von 3.555.400 ha im Jahr 1961, auf 2.597.500 ha im Jahr 2021, was einem Rückgang von 957.900 ha bzw. rund 27 % entspricht (World Bank, 2025). Dieser Wert für 2021 liegt etwas über dem des BEV, rein statistisch bedingte Verschiebungen können in diesem Fall nicht nachvollzogen werden. Allein das österreichische Ackerland ist im Zeitraum 2012 bis 2023 um 33.333 ha zurückgegangen und nimmt nun eine Fläche von 1.321.782 ha ein (Statistik Austria, 2024b).

Laut Nemestothy von der LKÖ waren die landwirtschaftlichen Flächen in den 1960er Jahren mit einer Ausdehnung von ungefähr 4 Mio. ha etwa gleichauf mit den Waldflächen. Daraus resultiert eine Abnahme gegenüber dem Jahr 2024 von circa 1,4 Mio. ha. Es ist anzunehmen, dass 330.000 ha dieser Flächen zu Wald geworden sind, da dieser laut Waldinventur im selben Zeitraum um diese Flächen zugenommen hat (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024). Auch Baumgarten spricht von einer Abnahme von landwirtschaftlichen Flächen seit den 1960ern von über 1 Mio. ha, woran auch die Flächeninanspruchnahme einen großen Anteil hat (A. Baumgarten, Interview am 31.10.2024). Im Jahr 2022 betrug die gesamte Flächeninanspruchnahme in Österreich 564.800 ha, was 17 % des Dauersiedlungsraumes entspricht. Über die Hälfte dieser Flächen waren versiegelt (ÖROK, 2024, S. 42-47). Allein im Zeitraum von 1990 bis 2022 hat die Siedlungsfläche in Österreich laut UBA um 197.219 ha zugenommen, wodurch diese Fläche nicht mehr für die Nahrungsmittelproduktion, sowie für die Erfüllung vieler natürlicher Bodenfunktionen zur Verfügung steht (UBA, 2024c, S. 373-375).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass, trotz statistisch bedingter unterschiedlicher Werte für die gleichen Flächennutzungen, in den letzten Jahrzehnten eine starke Abnahme der landwirtschaftlichen Flächen in Österreich erfolgte. Neben der Verwaldung ist die voranschreitende Flächeninanspruchnahme ein ernst zu nehmender Faktor bei der Reduktion landwirtschaftlich oder ökologisch bedeutsamer Flächen. Trotz dieser Flächenreduktion schwankt die jährlich erfasste Produktion von Feldfrüchten auf dem Ackerland sowie der maschinellen Mahd auf Dauerwiesen – wie in Diagramm 10 ersichtlich – seit 1970 um einen Mittelwert von rund 20 Mio. Tonnen. Auch die Produktionsmengen von Obst und Gemüse unterliegen einem anhaltenden Aufwärtstrend (Statistik Austria, 2024d). Der niedrigste Wert im Jahr 2003 wurde durch eine europaweite Hitzewelle und die damit verbundenen Ernteaufwänden bedingt (Der Spiegel, 2023).

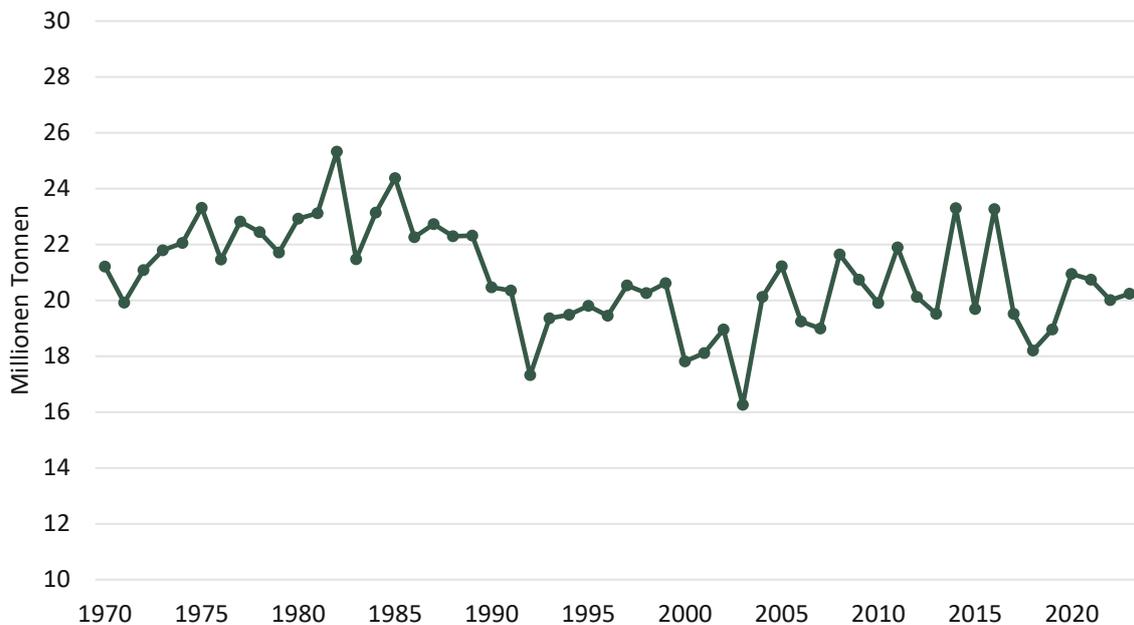


Diagramm 10: Jährliche Feldfruchtproduktion seit 1970 in Tonnen (eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2024d)

3.1.1. Landwirtschaftliche Produktionskategorien

Im Hinblick auf die landwirtschaftliche Produktion und in weiterer Folge auf die Mehrfachnutzung von landwirtschaftlichen Flächen mittels Agri-PV, scheint eine Orientierung an der begrifflichen Unterteilung der Landwirtschaft gemäß EU-Verordnung 1307/2013 sinnvoll. Diese Verordnung beinhaltet „Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik“ (EU-Verordnung Nr. 1307/2013, S. 1). Eine grobe, aber ausreichende Unterteilung kann in 1) Ackerland mit Dauer- und Wechselkulturen, 2) Dauerkulturen im Grünland sowie 3) Dauergrün- und Dauerweideland erfolgen (EU-Verordnung Nr. 1307/2013, Art. 4, Abs. 1, lit. f-k), wobei auch die Betrachtung von Erwerbsgartenbau, Sonderkulturen, Baumschulen, Kurzumtriebsplantagen, der Viehwirtschaft und der Anbau von Energiepflanzen im Rahmen von Agri-PV Erwähnung findet (siehe Kapitel 5).

3.2. Ernährungssicherheit in Österreich

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist der Zustand der Ernährungssicherheit von mehreren Faktoren abhängig. Dazu gehört 1) die Verfügbarkeit von qualitativ und quantitativ ausreichenden Mengen von Nahrungsmitteln, welche durch den Import und die Inlandsproduktion abgedeckt wird, 2) die räumliche und finanzielle Zugänglichkeit für die Konsumenten und Konsumentinnen, 3) die Lebensmittelsicherheit sowie 4) die Stabilität des Zugangs zu ausreichend Nahrungsmitteln über die Zeit. Die Ernährungssicherheit wurde in Österreich bislang als sehr gut bewertet (Rechnungshof Österreich, 2023, S. 19).

Das Vermögen der inländischen landwirtschaftlichen Erzeugung, den Nahrungsmittelbedarf der Bevölkerung abdecken zu können, wird als Selbstversorgungsgrad bezeichnet, welcher im Rahmen der jährlichen Versorgungsbilanzen der Statistik Austria veröffentlicht wird. Wie in Diagramm 11 ersichtlich ist, liegen diese Selbstversorgungsgrade in den meisten Kategorien unter 100 %, wobei die Versorgung mit tierischen Produkten am besten abschneidet. Die einzige nennenswerte Steigerung zwischen 1995 und 2022 ist mit 7 % bei der Fleischversorgung zu finden (Statistik Austria, 2025a). Es ist jedoch zu bedenken, dass trotz eines 100-prozentigen Selbstversorgungsgrades, Importe nötig sein können, da sich für verschiedene Tier- und Pflanzenteile die Nachfrage im In- und Ausland unterscheiden kann (Fachverband der Nahrungs- und Genussmittelindustrie Österreichs, 2023). Mit den derzeitigen Ernährungsgewohnheiten der österreichischen Bevölkerung ist Österreich auf Importe im Agrarbereich angewiesen. Neben der Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Flächen, welche wie bereits dargelegt, in Österreich abnimmt, gibt es zahlreiche weitere Einflussfaktoren auf die Ernährungssicherheit in Österreich. Dazu zählen unter anderem:

- Bevölkerungswachstum
- Verfügbarkeit von Betriebsmitteln wie beispielsweise Dünger und Treibstoff
- Rechtlicher Rahmen
- Verfügbarkeit von Wasser und die Bodenfruchtbarkeit
- Qualitätsansprüche und Ernährungsweise der Bevölkerung
- Internationales Angebot von Agrarstoffen
- Lebensmittelverschwendung
- Industrielle und energetische Verwertung von Nahrungsmitteln in Form von Biomasse
- Extremwetterereignisse

Somit kann die Aufrechterhaltung der Ernährungssicherheit als komplex beschrieben werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird in weiterer Folge nur die Verfügbarkeit von ausreichend landwirtschaftlich nutzbaren Flächen behandelt. Als Hauptrisikofaktoren gelten hierbei die nach wie vor nicht erfolgreich eingedämmte Flächeninanspruchnahme sowie der Verlust ertragfähiger Böden durch den Klimawandel (Rechnungshof Österreich, 2023, S. 34).

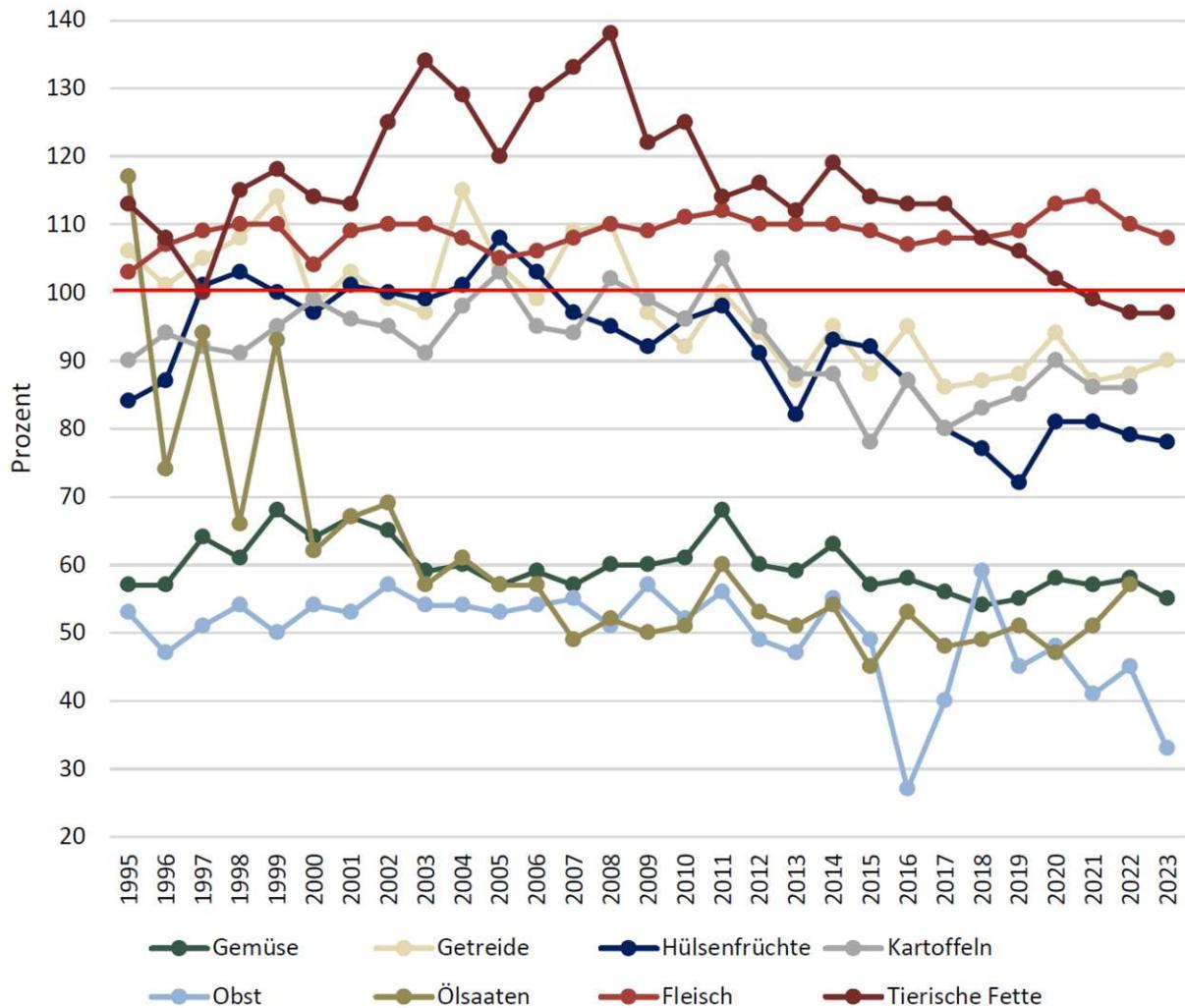


Diagramm 11: Selbstversorgungsgrade für ausgewählte Produktkategorien (eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2025a)

Durch geopolitische Ereignisse wie den Ukrainekrieg wurde zuletzt deutlich, wie schnell sich die internationale Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln ändern kann, bzw. wurde aufgezeigt, wie eng die nationalen Versorgungssituationen international verwoben sind (Rat der europäischen Union, 2025). Auch durch das globale Bevölkerungswachstum und die Gefährdung der Landwirtschaft durch den Klimawandel in großen Teilen der Welt, scheint der nationale Selbstversorgungsgrad an Bedeutung zu gewinnen (Heikonen et al., 2025).

Laut Landwirtschaftskammer Österreich ist im Gegensatz zu Obst und Gemüse die Versorgungssicherheit im Bereich der Hauptnahrungsmittel noch in einem hohen Ausmaß gegeben. Im Falle eines Notfallszenarios sei also die Ernährungssouveränität hinsichtlich des Kaloriengehalts der heimisch produzierten Nahrungsmittel gegeben. Durch die bestehenden Umstände des unnötigen Ernteausschusses, der Lebensmittelverschwendung und der aktuellen Überversorgung, gibt es auch in diesen Bereichen noch einiges an Spielraum. Sorgen für die zukünftige Nahrungsmittelversorgung

bereiten besonders die zunehmenden Extremwetterereignisse (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024).

Auch seitens der ‚Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit‘ heißt es, dass man die Bevölkerung in einem Notfall – abseits der aktuellen Essgewohnheiten – mit genügend Kalorien versorgen könnte, was den Mindestanspruch bzgl. Ernährungssicherheit darstellt. Es ist jedoch wichtig, bald eine jährliche Netto-Null Flächeninanspruchnahme zu erreichen, um Flächen nicht mehr dauerhaft ihre landwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten zu entziehen. Da in den wichtigsten landwirtschaftlichen Regionen Österreichs durch den Klimawandel Ertragseinbußen von 50 % erwartet werden, wird sich der Ackerbau teilweise auf vormaliges Dauergrünland in Richtung Westösterreich verlagern (A. Baumgarten, Interview am 31.10.2024). Wie durch das bereits erwähnte Forschungsprojekt BEAT ersichtlich wurde, wird es im Wald- und Mühlviertel, im südösterreichischen sowie im niederösterreichischen Flach- und Hügelland und im Kärntner Becken in der Periode 2036 bis 2065 zu einer regionalen Ertragsreduktion der landwirtschaftlichen Böden zwischen 28 % und 48 % kommen (Haslmayr et al., 2018, S. 8). Somit sind die sogenannten österreichischen Kornkammern vom Klimawandel deutlich betroffen, wodurch es Lösungen bei der landwirtschaftlichen Klimawandelanpassung und beim Bodenschutz braucht. Neben Anpassungsmaßnahmen bei den Essgewohnheiten, der Fruchtfolge, der Sortenauswahl, etc., wird im Rahmen des BEAT-Projekts betont, dass die Ernährungssicherheit in der Raumplanung noch mehr Gewicht bekommen sollte (Haslmayr et al., 2018, S. 13).

Aufgrund dieser zu erwartenden verminderten Erträge auf den bisherigen landwirtschaftlichen Flächen, sieht Stöglehner die Ernährungssicherheit in Österreich auf der Kippe, wodurch alle momentanen landwirtschaftlichen Flächen in dieser Nutzung verbleiben müssen (G. Stöglehner, Interview am 26.09.2024). Eine Quantifizierung des aktuellen und zukünftigen Flächenbedarfs für die landwirtschaftliche Produktion hängt stark von der vorherrschenden Ernährungsform der Bevölkerung ab und unterscheidet sich dadurch je nach Ernährungsszenario (Stöglehner, 2024, S. 138).

Bundesland	Landwirtschaftlich genutzte Fläche in ha	Ackerland in ha
Niederösterreich	885 795	676 810
Oberösterreich	502 980	287 907
Steiermark	356 086	128 670
Tirol	225 759	7 650
Kärnten	210 987	59 160
Burgenland	176 316	150 172
Salzburg	164 603	5 186
Vorarlberg	73 805	2 588
Wien	6 336	4 769

Tabelle 10: Landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Bundesland (eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2022)

Wie in Tabelle 10 ersichtlich ist, nimmt Niederösterreich hinsichtlich seines Anteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche Österreichs, und noch einmal deutlicher beim Ackerland, unter den Bundesländern die Spitzenposition ein (Statistik Austria, 2022). Laut der digitalen Bodenkarte des Bundesforschungszentrums für Wald [= BFW] liegt neben Oberösterreich und dem Burgenland auch der überwiegende Anteil des als hochwertig klassifizierten Ackerlandes in Niederösterreich (BFW, 2025).

Eine nicht zu vernachlässigende Nutzung von Ackerland in Österreich ist der Feldfutterbau, bei welchem Ackerland hauptsächlich für die Futtermittelversorgung von landwirtschaftlichen Nutztieren genutzt wird. Feldfutterbau wurde 2024 auf knapp 230.000 ha betrieben (Statistik Austria, 2025b). Trotz der Rolle des Feldfutterbaus in der Fruchtfolge kann diese Flächennutzung im Kontext des hohen Pro-Kopf-Konsums tierischer Produkte in Österreich kritisch hinterfragt werden (Statistik Austria, 2024e).

3.3. Landwirtschaftliche Flächennutzungen abseits der Nahrungsmittelproduktion

Neben der Nahrungsmittelproduktion gibt es noch weitere Funktionen und Nutzungen von landwirtschaftlichen Flächen inkl. Rand- und Nebenflächen. Diese können grob in die folgenden drei Bereiche unterteilt werden, innerhalb derer landwirtschaftliche Erzeugnisse in Form von Biomasse verwertet werden oder Ökosystemdienstleistungen eine Rolle spielen. In weiterer Folge können diese Nutzungen auch im Rahmen der Mehrfachnutzung von PV-FFA diskutiert werden.

Energiepflanzenanbau

Auf landwirtschaftlichen Flächen gibt es mehrere Möglichkeiten, einen Beitrag zur Energiewende mittels ökologisch nachhaltiger Energiequellen zu leisten. Neben der temporären oder langfristigen, völligen oder teilweisen Umnutzung von Flächen durch PV-FFA sowie Windkraftanlagen, gibt es noch die Möglichkeit des Energiepflanzenanbaus. Dieser ist grundsätzlich durch die CO₂-Kreislauf- und Lagerfähigkeit der gewonnenen Biomasse als nachhaltige und flexible Form der Substitution fossiler Energieträger anzusehen, wobei es die natürlichen Grenzen zu beachten gilt (Österreichischer Biomasse-Verband, 2023, S. 26).

Beim Anbau von sogenannten Energiepflanzen muss grundsätzlich unterschieden werden, ob 1) der Anbau gezielt im Rahmen der energetischen Verwertung für Biogas, Biosprit, Verstromung und Wärmeerzeugung erfolgt, ob 2) die gesamte angebaute Masse verwendet wird oder lediglich die als Reststoff der Nahrungsmittelproduktion angefallenen Pflanzenteile, oder ob 3) eine Ernte aufgrund qualitativer Einbußen durch Dürre und andere Extremwetterereignisse, entgegen des ursprünglichen Anbauzwecks, einer energetischen Verwertung zugeführt wird. Aufgrund des letzten Aspekts schwankt jährlich nicht nur das Flächenausmaß, auf welchem der (teil-)intendierte oder ungeplante Energiepflanzenanbau erfolgt, es schwankt auch die Menge der anfallenden Biomasse. Darüber hinaus können jene Flächen, auf denen im Rahmen des Anbaus nur nicht-essbare Pflanzenteile für die Energieerzeugung verwendet werden, kaum dem Energiepflanzenanbau zugerechnet werden. Hinzu kommt noch, dass durch die Fruchtfolge nicht jedes Jahr auf derselben Fläche wieder das Gleiche angebaut wird (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024). Somit ist es schwierig, einen einigermaßen genauen Wert zu definieren, wie viel Fläche jedes Jahr in Österreich für den Energiepflanzenanbau Verwendung findet.

In der Debatte um die Flächennutzung durch PV-FFA und die Effizienz von Energiegewinnung wird immer wieder ein Vergleich mit dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerland gezogen, wobei dieser kritisch gesehen wird. Besonders die Flächennutzungskonkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln, die Verwendung von essbaren Feldfrüchten für die Energiegewinnung sowie die geringe Flächeneffizienz bzw. die geringen Wirkungsgrade bei der Verwertung von Energiepflanzen, lassen die Verwendung von Ackerland für den Energiepflanzenanbau fraglich erscheinen (Böhm, 2023, S. 22-23). Laut Berechnungen aus dem Jahr 2023 konnte auf einer Referenzfläche von einem Hektar mit einer PV-FFA 28-mal mehr Strom erzeugt werden als mit aus Biomasse gewonnenem Biogas (Böhm, 2023, S. 16). Im Bereich der Wärmeerträge konnte gezeigt werden, dass mit einer PV-FFA in Kombination mit einer Wärmepumpe pro Hektar 54-mal mehr Wärme erzeugt werden kann als mit Hackschnitzeln aus einer Kurzumtriebsplantage (Böhm, 2023, S. 18). Auf den Mobilitätssektor bezogen kann ein E-Auto mit dem

Strom einer 1 ha großen PV-FFA 67-mal mehr Kilometer fahren als ein Auto mit Verbrennungsmotor mit Biodiesel (Böhm, 2023, S. 21). Diese Berechnungen erfolgten bereits unter Berücksichtigung der flächeneffizientesten Form des Biomasseeinsatzes. Darüber hinaus scheint eine Klimaneutralität des Anbaus von Energiepflanzen mit den aktuell gebräuchlichen Antrieben der Fahrzeuge, welche für die Bewirtschaftung sowie den Transport notwendig sind, nicht erreichbar.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Bioenergie aus ohnehin anfallender Biomasse in vielen Bereichen der Energieversorgung eine wichtige Rolle spielt. Hinsichtlich der Nutzung von Ackerland für den reinen Energiepflanzenanbau mittels Kurzumtriebsplantagen, Energiegräsern, Raps, Mais, etc. ist festzuhalten, dass die Nutzung dieser Flächen durch PV-FFA deutlich effizienter ist, insbesondere was die Erzeugung von Strom durch Biogas und die Erzeugung von Biosprit betrifft (Böhm, 2023, S. 23-24). Dabei sei noch einmal betont, dass Ackerland ein begrenztes Gut ist, dessen Verfügbarkeit durch den Klimawandel weiter an Wichtigkeit gewinnen wird (Haslmayr et al., 2018, S. 8). Dem Umstand, dass der Energiepflanzenanbau flexibel ist, da die betreffende Fläche im Vergleich zu reinen PV-FFA jährlich unterschiedlich genutzt werden kann, sollte mit den Möglichkeiten der Mehrfachnutzung bei Agri-PV begegnet werden, wie sie in Kapitel 5 näher erläutert werden. Auch die saisonübergreifende Speichermöglichkeit von Biomasse, welche einen wichtigen Vorteil darstellt, rechtfertigt beim reinen Energiepflanzenanbau wie er in Abbildung 2 zu sehen ist, angesichts der Wintererträge der Windkraft sowie der weiterentwickelten Speichermöglichkeiten von PV-Strom, kaum eine größer dimensionierte Flächennutzung.



Abbildung 2: Ernte einer Pappel-Kurzumtriebsplantage (FVA, 2014)

Auch wenn genaue Zahlen zur Flächennutzung des reinen Energiepflanzenanbaus in Österreich, wie bereits erwähnt, schwierig zu ermitteln sind, sei erwähnt, dass beispielsweise der Anbau von Energiegräsern im Jahr 2024 mit 940 ha vergleichsweise sehr gering ausgefallen ist (Statistik Austria, 2025). Die Fläche für sogenanntes Energieholz betrug im Jahr 2020 rund 1.334 ha (Statistik Austria, 2022). Ein Vergleich der energetischen Verwertung von Biomasse, welche in der Landwirtschaft als Nebenprodukt anfällt, mit dem Wirkungsgrad von PV-FFA scheint nicht zielführend, da diese Biomasse durch ihre Verflechtung mit der Nahrungsmittelproduktion anders zu rechtfertigen ist (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024).

Bioökonomie

Eine weiterer Flächenbedarf, welche im Rahmen der angestrebten Klimaneutralität von Bedeutung ist, wird durch das Bestreben einer Bioökonomiewende deutlich. In der österreichischen Bioökonomiestrategie wurde diese Art des Wirtschaftens wie folgt beschrieben:

„Bioökonomie steht für ein Wirtschaftskonzept, das fossile Ressourcen (Rohstoffe und Energieträger) durch nachwachsende Rohstoffe in möglichst allen Bereichen und Anwendungen ersetzen soll. Sie umfasst alle industriellen und wirtschaftlichen Sektoren, die biologische Ressourcen produzieren, ver- und bearbeiten oder nutzen“ (BMNT, 2019, S. 13).

Somit sollen beispielsweise auch fossile Rohstoffe, welche für den nicht-energetischen Einsatz in der industriellen Produktion herangezogen werden, durch biogene Rohstoffe substituiert werden (BMNT, 2019, S. 15-17). Eine Berechnung aus dem Jahr 2024, welche die Ressourcenabdeckung durch den Wald sowie Verwerfungen durch den Klimawandel berücksichtigt, geht von einem zusätzlichen bioökonomischen Mindestflächenbedarf von 682.000 ha im Ackerland aus (Stöglehner, 2024, S. 136-137).

Biodiversität und Renaturierung

Neben der Nahrungsmittelproduktion, der Energiegewinnung sowie dem Bedarf an Biomasse als Rohstoff, gibt es auch für Biodiversität und die Renaturierung von Flächen legitime Flächenansprüche. Es handelt sich im Rahmen der Aufrechterhaltung diverser Ökosystemdienstleistungen, von denen auch die Landwirtschaft maßgeblich abhängig ist, um eine langfristig notwendige Art der Flächengestaltung (UBA, 2011, S. 5 und 11). Zuletzt wurde diesem Thema durch die Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Wiederherstellung der Natur mediale Beachtung zuteil (Kapeller & Pallinger, 2024). Der flächenbezogene Erhalt der Biodiversität kennt in Österreich mehrere Kategorien, wobei es beispielsweise in der Bio-Landwirtschaft oder bei diversen Arten von

Naturschutzgebieten bereits große Fortschritte gibt. Im Rahmen der Klimawandelanpassung in der Landwirtschaft gibt es hinsichtlich des Erosionsschutzes, des Mikroklimas und der Vernetzung von Lebensräumen, Anpassungsbedarf bei kleinräumigen Strukturen, an welchen es in ausgeräumten Agrarlandschaften mangelt. Für diese Kleinstrukturen gibt es neben den bereits ausreichend geschützten Bereichen einen Anpassungsbedarf, welcher auf einer Fläche von 130.000 ha nötig scheint (Stöglehner, 2024, S. 132-133).

3.4. Raumplanerischer Schutz landwirtschaftlicher Produktionsflächen

Die Raumordnung kennt in Österreich unterschiedliche formelle und informelle Instrumente, um landwirtschaftliche Flächen vor baulichen Nutzungen zu schützen. Diese sind je nach Bundesland unterschiedlich gestaltet, wobei der hierarchische Aufbau der Raumplanung – von örtlich über regional bis landesweit – auch hier gilt. Auch die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen durch PV-FFA kann auf diese Weise reguliert werden. Da sich die Planungsinstrumente und regulatorischen Möglichkeiten zwischen den Bundesländern begrifflich und inhaltlich unterscheiden, wird im Folgenden nur die grundsätzliche Systematik mit einigen wenigen Beispielen beschrieben. Allgemein müssen die örtlichen Raumordnungsprogramme, welche im Wirkungsbereich der Gemeinden liegen und auch den Flächenwidmungsplan einschließen, Festlegungen hinsichtlich landwirtschaftlicher Flächen enthalten, wie beispielsweise deren Schutz (NÖ Raumordnungsgesetz, 2024, § 13). Der grundlegendste Schutz landwirtschaftlicher Flächen erfolgt durch die Flächenwidmung (NÖ ROG, 2024, § 20).

In der überörtlichen Raumordnung können landwirtschaftliche Flächen durch regionale und sektorale Raumordnungsprogramme geschützt werden, welche wie die örtlichen Raumordnungsprogramme als Verordnung Rechtsgültigkeit haben. Dabei werden durch zonenhafte räumliche Festlegungen bestimmte Flächen ausgewiesen, welche aufgrund ihrer Beschaffenheit einen besonderen landschaftlichen, ökologischen oder eben landwirtschaftlichen Wert haben und dadurch schützenswert sind. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, können auch Siedlungsgrenzen zum Schutz dieser Flächen verordnet werden. In Ergänzung zu dieser überblicksmäßigen Darstellung erfolgt eine nähere Betrachtung von Zonen mit Schutzwirkung für die Landwirtschaft in den Kapiteln 6.2. und 6.3.

In Niederösterreich wurden Anfang 2025 flächendeckend regionale Raumordnungsprogramme verordnet. Jedes dieser Programme weist innerhalb der jeweiligen Region Flächen aus, welche aufgrund ihrer landwirtschaftlichen Bedeutung und ihrer Bodengüte besonders schützenswert sind. Bei Baulandwidmungen innerhalb dieser in Niederösterreich ‚agrarischer Schwerpunkträume‘ genannten Zonen, muss ein gut dokumentierter Nachweis erbracht werden, dass das jeweilige Projekt an keinem anderen Ort im Gemeindegebiet realisiert werden kann. Dies gilt auch für die Widmung

Grünland-Photovoltaikanlagen, wodurch PV-FFA grundsätzlich nicht ausgeschlossen sind (Land Niederösterreich [= Land NÖ], 2025, S. 12).

Auch im Burgenland wurden flächendeckend regionale Raumordnungsprogramme erlassen. Als Teil dieser Raumordnungsprogramme wurden landwirtschaftliche Vorrangzonen verordnet. In diesen sind beispielsweise Neuwidmungen von Bauland weitgehend untersagt. Für Widmungen zur Realisierung von Projekten zur erneuerbaren Energiegewinnung muss ein öffentliches Interesse begründet werden, welches dem der landwirtschaftlichen Nutzung überwiegt. Im Fall von PV-FFA ist eine Kombination mit der Landwirtschaft anzustreben, wodurch Agri-PV priorisiert wird (Verordnung der Burgenländischen Landesregierung, mit der ein Entwicklungsprogramm für die Region „Neusiedler See - Parndorfer Platte“ erlassen wird, 2023, § 10).

Als weiteres Beispiel können in Tirol – gemäß § 7 des Tiroler Raumordnungsgesetzes [= TROG] – Raumordnungsprogramme erlassen werden, die der Freihaltung von landwirtschaftlichen Flächen vor Bebauung dienen. Die auf Ebene der in Tirol bestehenden regionalen Planungsverbände verordneten ‚Regionalprogramme betreffend landwirtschaftliche Vorsorgeflächen‘ enthalten ebenfalls Zonen, die der landwirtschaftlichen Nutzung vorbehalten sind (Verordnung der Landesregierung, mit der ein Regionalprogramm betreffend landwirtschaftliche Vorsorgeflächen für den Planungsverband Zillertal erlassen wird [= Regionalprogramm Zillertal], 2024, §§ 1-4). Da laut Tiroler Elektrizitätsgesetz [= TEG] nur eine Genehmigung für Stromerzeugungsanlagen erteilt werden kann, sofern diese keinen Raumordnungsprogrammen bzw. der überörtlichen Raumordnung widersprechen, haben diese Regionalprogramme auch Auswirkungen auf die Realisierung von PV-FFA (TEG, 2024, § 5). Laut einem Verfahrenshinweis des Landes Tirol können PV-FFA jedoch auch auf landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen realisiert werden, wenn diese die landwirtschaftliche Produktion nicht wesentlich einschränken (Land Tirol, 2022a, S. 3). Somit kann auch in diesem Fall von einer Besserstellung von Agri-PV gesprochen werden.

3.5. Zwischenfazit zur Landwirtschaft in Österreich

Unabhängig davon, welche statistische Betrachtungsweise herangezogen wird, hat die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Österreich in den letzten 65 Jahren deutlich abgenommen, wobei die zunehmenden Waldflächen sowie die Flächeninanspruchnahme als Hauptursachen zu nennen sind. Die trotz dieses Umstandes stabile jährliche Feldfruchtproduktion kann, soweit ersichtlich, nur auf eine intensive Nutzung der bestehenden landwirtschaftlichen Flächen zurückgeführt werden, was potenziell negative Folgen für Böden und Biodiversität mit sich zieht (AGES, 2025). Die Ernährungssicherheit und auch die Selbstversorgung ist in Österreich, mit allen Über- und Unterdeckungen in den verschiedenen

Bereichen, noch gegeben, steht jedoch aufgrund der langfristigen klimatischen Entwicklungen unter Druck. Das Bundesland Niederösterreich nimmt aufgrund seines natürlichen Potenzials für den Ackerbau einerseits, und für PV-FFA andererseits, eine wichtige Doppelrolle ein. Den verschiedenen Flächenansprüchen folgend werden landwirtschaftliche Flächen zukünftig eine zunehmend knappe Ressource darstellen. Diese Ansprüche können wie folgt zusammengefasst werden:

- Steigender Bedarf an mehr landwirtschaftlichen Flächen für die Nahrungsmittelproduktion durch den Klimawandel, inklusive Lebensmittelverschwendung und unter Berücksichtigung der aktuell vorherrschenden Ernährungsform. Hierbei muss betont werden, dass Lebensmittelverschwendung bedeutet, dass landwirtschaftliche Flächen nur für diesen Überfluss bewirtschaftet werden. Der Konsum von Fleisch bedingt gegenüber einer vegetarischen oder veganen Ernährung einen erhöhten landwirtschaftlichen Flächenbedarf. Somit muss davon ausgegangen werden, dass ein moderater Fleischkonsum zukünftig nur möglich wird, sofern die Lebensmittelverschwendung eingedämmt wird (Stöglehner, 2024, S. 137-139).
- Die Energiewende wird auch landwirtschaftlich genutzte bzw. landwirtschaftlich nutzbare Flächen beanspruchen. In diesem Kontext kann die energetische Verwertung von Biomasse, welche als landwirtschaftliches Nebenprodukt anfällt, einen wertvollen Beitrag leisten. Im Fall von reinem Energiepflanzenanbau sollte – angesichts der absehbaren Flächennutzungskonkurrenzen und der Flächenwirkungsgrade – dem Ausbau von PV-FFA mit Mehrfachnutzung sowie der Windkraft der Vorzug gegeben werden.
- Die Rohstoffbereitstellung im Rahmen der Bioökonomie sowie Biodiversität und Renaturierung stellen weitere Flächenansprüche an landwirtschaftlich nutzbare Flächen dar. Auch für Waldflächen gilt aus diesem Grund, dass es aufgrund ihrer CO₂-Senkenwirkung, ihrer Bedeutung als Habitat sowie aufgrund der biogenen Rohstoffgewinnung nicht zielführend ist, Wald für landwirtschaftliche Zwecke umzunutzen. Die voranschreitende Verwaldung ist jedoch im Sinne der Nahrungsmittelproduktion kritisch zu sehen.

Hinsichtlich dieser vielfältigen Ansprüche an landwirtschaftlich nutzbare Flächen scheint eine echte Mehrfachnutzung von Flächen nicht nur sinnvoll, sondern notwendig. Ob und wie PV-FFA mit einer oder mehrerer dieser Flächennutzungen kombiniert werden können, wird in Kapitel 5 näher beleuchtet. Hinsichtlich des raumrelevanten Rechts in den Bundesländern werden PV-FFA nicht nur allgemein in Gesetzen und in entsprechenden PV-Zonen definiert, sie werden auch in Zonen, welche der Landwirtschaft Priorität einräumen, behandelt.

4. Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Nach der Darstellung und Begründung des PV-Ausbaubedarfs im Grünland sowie der Beschreibung, vor welchen An- und Herausforderungen die Landwirtschaft steht, folgt in diesem Kapitel eine Abschätzung und Differenzierung jener Flächenbedarfe von verschiedenen gearteten PV-Freiflächenanlagen, welche es im Rahmen der Energiewende zu berücksichtigen gilt. Bei der Frage, welche Anlagentypen die Anforderungen von Energiewende, Landwirtschaft und weiterer räumlicher Gegebenheiten am besten vereinbaren können, spielt besonders die Natur- und Raumverträglichkeit eine zentrale Rolle. Dazu gehört auch eine Einschätzung, ab wann PV-FFA als Flächeninanspruchnahme zu betrachten sind. Da das Gelingen der Energiewende nicht nur von hinreichenden Planungen und Planungsgrundlagen abhängig ist, sondern maßgeblich von der gesellschaftlichen Akzeptanz für neue Stromerzeugungsanlagen beeinflusst wird, wird im Rahmen dieses Kapitels auch hierzu ein kurzer Überblick gegeben.

4.1. Arten von PV-Freiflächenanlagen und Abgrenzung

An die Definition von Photovoltaikanlagen in der Einleitung anknüpfend, werden diese zunächst anhand der für sie genutzten Fläche kategorisiert. Als Abgrenzung zu bauwerksgebundenen PV-Anlagen, wie sie auf Dächern, Fassaden, Lärmschutzwänden und anderen Bauwerken installiert werden können, geht es im Folgenden lediglich um PV-Freiflächenanlagen.

„Als PV-Freiflächenanlagen werden alle PV-Anlagen bezeichnet, die nicht auf Gebäuden oder anderen Bauwerken (wie z.B. Lärmschutzanlagen, Carports) errichtet werden, sondern selbst die Hauptfunktion des Bauwerks darstellen“ (PV Austria, 2022a, S. 4).

Als Freiflächen sind zunächst alle Flächen adressiert, welche nicht überbaut sind. Daher sind im Rahmen von PV-FFA auch Floating-PV-Anlagen auf Wasserflächen sowie PV-FFA auf technogen vorbelasteten Freiflächen zu nennen. Weitere sind beispielsweise auf Deponien, Altlasten und Verkehrsflächen – insbesondere auf Parkplätzen – zu finden. Da die genannten Flächenkategorien bereits eine primäre Nutzung aufweisen, sind PV-FFA in deren Kontext weniger als Flächenkonkurrenz, sondern als ergänzende Nutzung zu betrachten. Wie in Abbildung 3 ersichtlich, sind beispielsweise in Deutschland PV-FFA im Nahbereich von Autobahnen gängige Praxis.



Abbildung 3: PV-Freiflächenanlage im Nahbereich einer Autobahn in Deutschland (eigene Aufnahme)

Bei PV-FFA im Grünland gibt es hinsichtlich der Flächennutzung weitere Kombinationsmöglichkeiten. Neben der Biodiversität, welche bei solchen Anlagen immer eine Rolle spielen sollte, ist eine wichtige Unterkategorie von PV-FFA die in Kapitel 5 näher definierte Agri-Photovoltaik. In Tabelle 11 wird anhand der Widmungskategorien in Niederösterreich dargestellt, auf welchen Flächenwidmungen und -nutzungen, welche Art von PV-Anlage grundsätzlich realisierbar ist (NÖ Energie- und Umweltagentur [= ENU], 2024). Auch wenn die Tabelle keinen Anspruch auf Vollständigkeit stellt und die Vereinbarkeit zum Teil eine Definitionsfrage ist, bietet sie eine mögliche Übersicht zur Abgrenzung verschiedener PV-Anlantypen. Während die bauwerksgebundenen PV-Anlagen im Rot gefärbten Bereich zu finden sind und PV-Anlagen auf Freiflächen in Beige gehalten sind, markieren die X jenen Anwendungsfall, bei dem einer der spaltenweise angegebenen PV-Anlantypen auf einer der zeilenweise angeführten Flächen realisierbar ist.

Hinsichtlich des Landschaftsbildes, der Ökologie und der Landwirtschaft ist es im Allgemeinen das Ziel, technogen vorbelastete Flächen bei der Realisierung von PV-FFA zu priorisieren. Es gibt jedoch auch hier Aspekte des Umwelt- und Klimaschutzes zu beachten. Beispielsweise ist das Thema Artenschutz auch bei Deponien, Altlasten und Schottergruben nicht irrelevant (D. Dittrich, Interview am 6.12.2024). Bei Parkplatzüberdachungen durch PV-FFA ist die Amortisationszeit der Anlage hinsichtlich der CO₂-Bilanz des eingesetzten Materials nicht unwesentlich (G. Stöglehner, Interview am 26.09.2024), wobei der Einsatz von Holz in Form von Leimbindern eine ökologische Alternative zu Stahl darstellen kann. Eine Kooperation der relevanten Stakeholder, um die Nahbereiche von hochrangigen

Straßenverbindungen für PV-FFA zu nutzen, gestaltet sich – soweit ersichtlich – schwierig (H. Fechner, Interview am 11.10.2024). PV-FFA, welche auf landwirtschaftlich nicht nutzbaren Flächen errichtet werden, sind kein wesentlicher Bestandteil der folgenden Betrachtung. Inwiefern Flächen für Freizeit- und Erholungszwecke sowie Friedhöfe mit PV-FFA vereinbar sind, wird im Rahmen dieses Kapitels ebenfalls nicht näher beleuchtet.

Flächenkategorie		Art der Photovoltaik-Anlage									
		Freiflächen						Bauwerke			
		klassisch bodennah	hochgeständert	Agri-PV bodennah	Agri-PV hochgeständert	PV Zaun	Floating	Dach	Fassade	Bauwerk	Agri-PV Gebäude
Freiflächen	Freifläche - Grünlandwidmung Versiegelt	X	X			X					
	Freifläche - Grünlandwidmung in Anspruch genommen		X			X					
	Freifläche - Grünlandwidmung Wasserfläche						X				
	Freifläche - Grünlandwidmung Nutzung Brache, Ökofläche...	X	X			X					
	Freifläche - Grünlandwidmung Nutzung Landwirtschaft			X	X	X					
	Freifläche - Grünlandwidmung Deponien, Bergbau, Altlasten	X	X			X					
	Freifläche - Baulandwidmung Nutzung Brache	X	X			X					
	Freifläche - Baulandwidmung Nutzung Garten	X	X			X					
	Freifläche - Baulandwidmung Nutzung Landwirtschaft			X	X	X					
	Freifläche - Verkehrswidmung Nutzung Randfläche	X	X			X					
Freifläche - Verkehrswidmung Nutzung Parkplatz		X			X						
Bauwerke	Gebäude - Baulandwidmung EFH, Halle, Wohnbau...							X	X	X	
	Gebäude - Grünlandwidmung Stall, Schuppen...							X	X	X	
	Gebäude - Grünlandwidmung Glashaus							X	X	X	X
	Bauwerk - Alle Widmungen Kleinbauten, Lärmschutzwände							X	X	X	

Tabelle 11: Ausschlusskriterien zwischen ausgewählten Widmungen inklusive Nutzung und PV-Anlagentypen (adaptiert aus ENU, 2024).

4.2. Flächenbedarf

Während PV-Module in den letzten Jahren – finanziell betrachtet – deutlich günstiger geworden sind, gibt es auch bei deren Wirkungsgraden jedes Jahr neue Rekordwerte (Biermayr et al., 2023, S. 161). Aufgrund dieser anhaltenden Entwicklung ist auch der Flächenbedarf pro installierter Leistungseinheit bei PV-Anlagen kontinuierlich gesunken (Fechner, 2024, S. 3 und 20). Wie in Diagramm 12 ersichtlich ist, hat sich der Flächenbedarf an Hektar je installiertem MWp an Leistung bereits im Jahr 2018 zwischen 1,35 und 2,2 Hektar befunden. Dabei ist zu beachten, dass größere PV-FFA aufgrund von Skalierungseffekten deutlich weniger Fläche pro MWp-Leistung benötigen als kleine Anlagen (Böhm & Tietz, 2022, S. 3).

Um den Flächenbedarf für die bis 2040 nötigen PV-FFA auf Grünland abschätzen zu können, sind über die gestiegenen Wirkungsgrade sowie die unterschiedlichen natürlichen Bedingungen vor Ort hinaus, die verschiedenen Anlagenausgestaltungen zu berücksichtigen. Neben den bekanntesten, hier als klassisch bezeichneten PV-FFA, mit nach Süden, Süd-Osten oder Süd-Westen ausgerichteten Modultischen, gibt es auch Anlagen, welche sich nach Ost-West orientieren. Hierfür werden Module dachartig beiden Himmelsrichtungen zugewandt verbaut, oder es werden senkrecht-bifaziale Module in Form eines hohen PV-Zaunes installiert (PV Austria, 2022a, S. 5). Eine sehr hohe Flächeneffizienz besitzen Tracker-Systeme, bei welchen sich die PV-Module dem Sonnenstand entsprechend mitdrehen können und dadurch auf weniger Fläche mehr Strom produzieren können (Skudelny, 2024). Hoch aufgeständerte Systeme finden besonders auf Parkplätzen oder im Rahmen von Agri-PV Anwendung. Zwei weitere wichtige Faktoren beim Flächenbedarf pro Leistungseinheit ist die zum Einsatz kommende PV-Zellentechnologie (Fechner, 2024, S. 11), sowie die Dichte, in welcher die Modulreihen aufgestellt werden. Durch die Modulalterung muss auch innerhalb der 20 bis 30 Jahre – welche die momentane Zeitspanne beschreiben, bis Module ausgetauscht werden – auch ein stetig rückläufiger Flächenertrag berücksichtigt werden (Böhm, 2023, S. 6). Darüber hinaus ist zu beachten, dass die installierte Leistung nicht der netzwirksamen Leistung entspricht, welche jene Leistung definiert, die in das Netz abgegeben werden kann bzw. darf (Energienetze Steiermark, 2025).

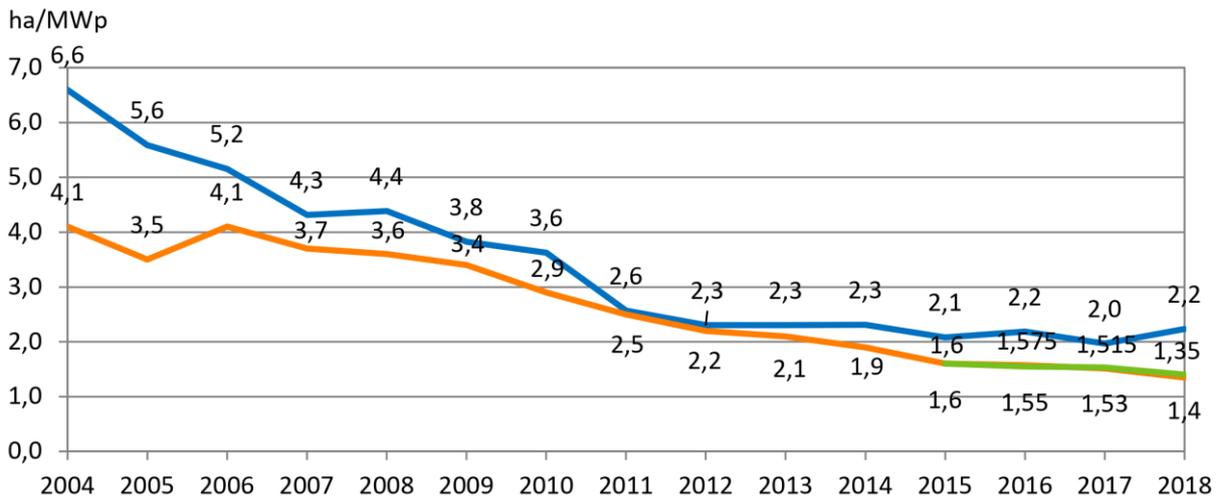


Diagramm 12: Entwicklung des Flächenbedarfs von PV-FFA je MWp installierter Leistung (Böhm & Tietz, 2022, S. 3)

Wie viel Flächen für den PV-Ausbau auf Freiflächen bis zur Klimaneutralität gebraucht werden, hängt also stark von der Art der Ausgestaltung der Anlagen und den verwendeten Zellentechnologien ab. Während im ÖNIP keine Angaben zur potenziell benötigten Fläche zu finden sind, haben das ‚Österreichische Institut für Raumplanung‘ und PV Austria im Jahr 2022 den nötigen PV-Ausbau, um die Ziele des EAG bis 2030 zu erreichen, abgeschätzt. Für eine jährliche Erzeugung von 5,7 TWh durch PV-FFA wurde eine benötigte Fläche von 70 bis 80 km² angegeben (PV Austria, 2022a, S. 2). Angenommen 70 km² reichen durch besser werdende Wirkungsgrade aus, um 5,7 TWh Strom pro Jahr mittels klassischen PV-Freiflächenanlagen zu erzeugen, dann läge der Flächenbedarf für die in Kapitel 2 beschriebenen 20,5 TWh bis 2040, bei 252 km². Stöglehner geht im Rahmen seiner Berechnungen davon aus, dass unter Berücksichtigung der Energieziele inkl. E-Mobilität und Wasserstoffproduktion, 1.750 bis 2.000 Windräder sowie 130 bis 150 km² PV-Modulflächen notwendig sind. Die rein für die Module angegebene Fläche ist hinsichtlich PV-FFA mit einem Faktor von 2 bis 4 zu multiplizieren, um je nach Anlagenausgestaltung den tatsächlichen Flächenbedarf zu erhalten (G. Stöglehner, Interview am 26.09.2024). Im Fall von klassischen PV-FFA – wie sie in Abbildung 4 zu sehen sind – mit einer hohen Dichte der Modulreihen, ist somit ein Flächenbedarf von 260 bis 300 km² anzunehmen. Fechner geht von 200 km² für PV-FFA aus, um die 41 TWh bis 2040 zu erreichen (H. Fechner, Interview am 11.10.2024). Somit liegt die Vermutung nahe, dass sich der Ausbau von PV-FFA in einer Bandbreite von 200 bis 300 km² bzw. 20.000 bis 30.000 ha befinden wird.



Abbildung 4: Klassische Photovoltaik-Freiflächenanlage im Grünland (Wien Energie, 2024c)

Eine eigene, rudimentäre Berechnung der Flächenbedarfe der verschiedenen Anlagentypen kann nur aufgrund einer Leistung-pro-Hektar Angabe erfolgen. In einer Studie des Fraunhofer ISE zu Agri-PV aus dem Jahr 2024 sind hinsichtlich der möglichen PV-Leistung pro Hektar für verschiedene Typen von PV-FFA Bandbreiten zu finden (Trommsdorff et al., 2024, S. 50). Diese lauten:

- Agri-PV – hoch aufgeständert: 500 bis 800 kWp pro Hektar
- Agri-PV – bodennah: 250 bis 430 kWp pro Hektar
- PV-FFA – klassisch: 700 bis 1.100 kWp pro Hektar

Im Fall von Tracker-Systemen, wie sie sowohl bei herkömmlichen PV-FFA als auch Agri-PV eingesetzt werden können, kann ein Jahresertrag von 1.300 kWh pro kWp angenommen werden, wodurch solche Systeme die Flächennutzungseffizienz im Allgemeinen erhöhen (H. Fechner, Interview am 11.10. 2024). Die in Diagramm 13 ersichtliche Flächenabschätzung erfolgte unter der Annahme, dass ab dem Jahr 2040 insgesamt 20,5 TWh pro Jahr durch PV-FFA im Grünland erzeugt werden müssen, wobei die jährliche Stromerzeugung pro MWp installierter Leistung mit 1.000 MWh angenommen wurde. Auch wenn diese Art der Berechnung simpel ist, liegen die Bandbreiten in etwa im Rahmen der vorhin angeführten Flächenabschätzungen von PV Austria, Stöglehner und Fechner. Da in Diagramm 13 drei Szenarien abgebildet sind, innerhalb welcher der gesamte nötige Ausbau von PV-FFA mittels eines

Anlagentyps erfolgt, ist jedoch zu beachten, dass keines dieser Szenarien der Realität entsprechen wird. Der tatsächliche Flächenbedarf wird sich durch einen Mix dieser Anlagentypen und viele weitere – teils bereits angeführte – Faktoren ergeben. Trotz dessen, können diese Werte ein Gefühl dafür vermitteln, in welchen Bandbreiten sich der Ausbau von PV-FFA im Grünland befinden wird bzw. im Sinne einer möglichst baldigen Energiewende befinden sollte. Die Einfärbung der Anlagenspezifischen Szenarien dient lediglich der Unterscheidung zwischen den Szenarien und den einzelnen Werten.

Die rechts von den anlagenspezifischen Szenarien befindlichen Vergleichswerte stellen Flächennutzungen dar, welche in ihrer Quantität im Sinne einer nachhaltigen Landnutzung kritisch oder zumindest diskussionswürdig anzusehen sind. Dabei lautet der Grundgedanke hinter diesen Vergleichen, wenn für diese Flächennutzungen ausreichend Flächen nutzbar gemacht werden und ausreichend Akzeptanz gegeben ist, dann sollte es gesellschaftlich im Rahmen der Energiewende erst recht möglich sein, ausreichend Flächen für Agri-PV und Biodiversitäts-PV zu finden. Allein die in den Jahren 2010 bis 2020 in Anspruch genommenen Flächen in Österreich oder beispielsweise die Flächen der Autobahnen, Schnell- und Landesstraßen im Jahr 2022 zusammengenommen, würden dieser Berechnung folgend ausreichen, um den Ausbau entsprechender PV-FFA sogar in einer sehr flächeneffizienten und realistischen Form umzusetzen (UBA, 2021b und ÖROK, 2023a). Der Flächenbedarf der PV-FFA darf dabei jedoch auch nicht unterschätzt werden. Wie im Folgenden beschrieben, spielt die Art der Ausgestaltung der PV-FFA eine entscheidende Rolle.

Der letzte Vergleichswert, welcher die Anbauflächen für Grün- und Silomais im Jahr 2024 in Österreich darstellt, wurde aus dem Grund herangezogen, da dieser Mais in erster Linie als Futtermittel Verwendung findet oder einer energetischen Verwertung zugeführt wird (siehe Kapitel 3.5.). In einem Szenario, in welchem alle nötigen PV-FFA im Grünland in Form von bodennahen Agri-PV-Anlagen und mit vergleichsweise breiten Reihenabständen errichtet würden, wobei auf dem Großteil der Fläche nach wie vor Landwirtschaft betrieben werden könnte, wäre eine Fläche, welche der des Anbaus von Grün- und Silomais im Jahr 2024 entspricht, ausreichend (Statistik Austria, 2025b). Es ist an dieser Stelle jedoch erneut zu betonen, dass es sich hierbei um ein Szenario mit einem nicht realistischen Maximalwert handelt. Der tatsächliche Flächenbedarf für den Ausbau von PV-FFA im Grünland wird geringer ausfallen.

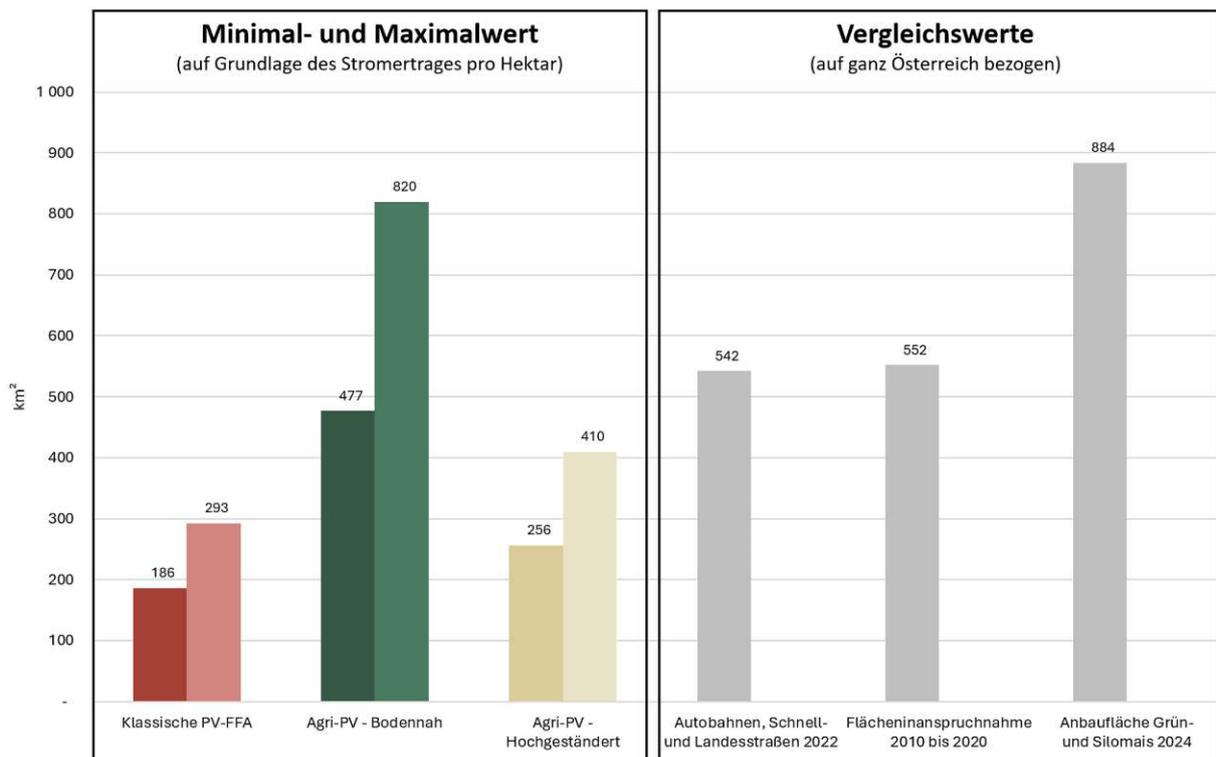


Diagramm 13: Flächenbedarf für PV-FFA bis 2040 in km² (eigene Darstellung mit Daten aus Trommsdorff et al., 2024, S. 50; UBA, 2021b; ÖROK, 2023a, S. 27-28 und Statistik Austria, 2025b)

Im Fall von Agri-PV muss daher beachtet werden, dass hierbei die Flächennutzungskonkurrenz gegenüber der Landwirtschaft und Biodiversität im Regelfall ganz anders zu bewerten ist als bei klassischen PV-FFA. Bei Agri-PV – um diesem gesondert behandelten Thema etwas vorzugreifen – kann davon ausgegangen werden, dass mindestens 90 % der genutzten Fläche weiterhin landwirtschaftlich bewirtschaftet werden kann (Trommsdorff et al., 2024, S. 36). Diesen Aspekt von Agri-PV-Anlagen berücksichtigend, müssen in Anbetracht der Flächennutzungskonkurrenz, welche von PV-FFA ausgeht, die Werte in Diagramm 13 für Agri-PV nach unten korrigiert werden. Denn abgesehen von dem Raum, welchen Agri-PV-Anlagen auf der Fläche ihrer Errichtung einnehmen, und wie sie auf angrenzende Landschaftsräume wirken, hält sich die tatsächlich in Anspruch genommene Fläche – wie in Kapitel 5 ausgeführt – stark in Grenzen (von Seht, 2022, S. 196). Daher ist die tatsächliche Flächeninanspruchnahme durch Agri-PV hinsichtlich der weiterhin gegebenen landwirtschaftlichen Nutzbarkeit, wie in Diagramm 14 ersichtlich, zu beurteilen. Hierbei wurden jene 90 % der Agri-PV-Anlagenfläche, die im Gegensatz zu herkömmlichen PV-FFA weiterhin landwirtschaftlich nutzbar sind, nicht zum Flächenbedarf gerechnet. Die weiterhin bestehende Frage nach dem Landschaftsbild wird unter anderem im folgenden Unterkapitel oberflächlich behandelt. Denn während Agri-PV-Anlagen durch Mehrfachnutzung zwar weniger Flächennutzungskonkurrenz bedingen, benötigen sie optisch mehr Flächen als klassische PV-FFA. Ob der Flächenbedarfswert von klassischen PV-FFA hinsichtlich ihres Potenzials zur Förderung der Biodiversität oder als Futtermittelquelle, ebenfalls geringer

einzuschätzen ist, ist aufgrund des landwirtschaftlichen Fokus nicht Teil der gegenwärtigen Betrachtung.

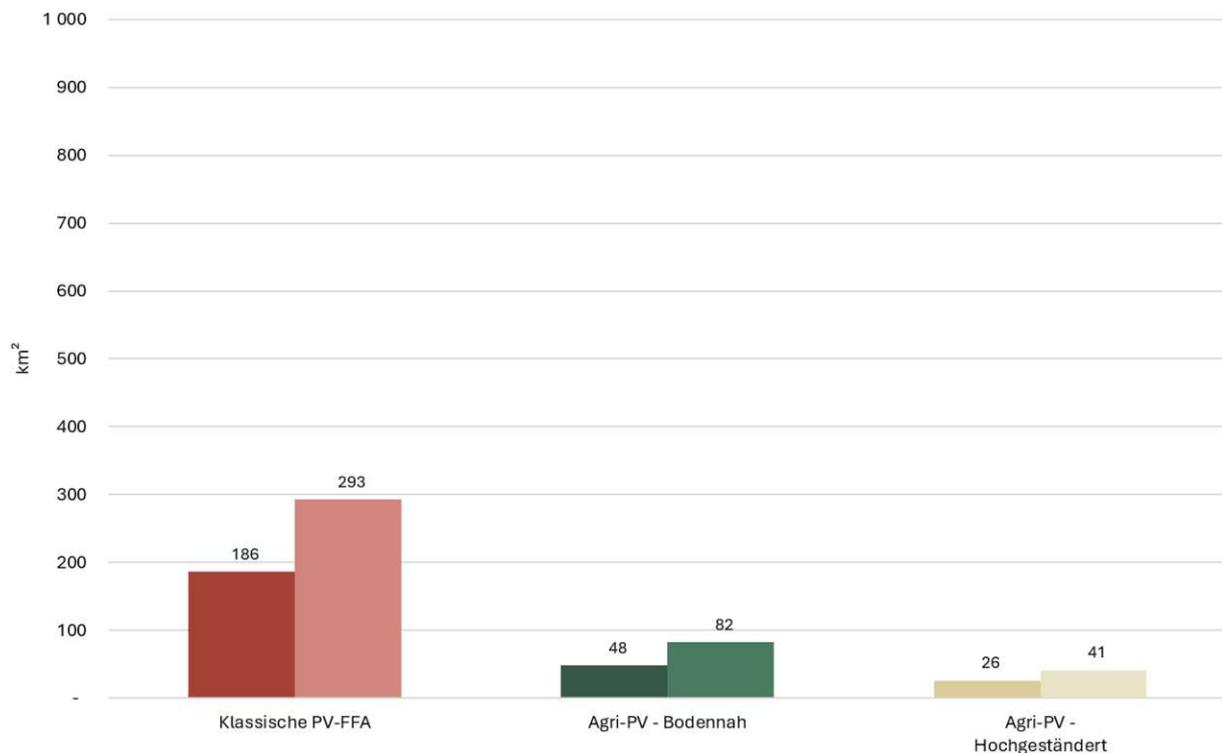


Diagramm 14: Flächennutzungskonkurrenz von PV-FFA gegenüber der Landwirtschaft (eigene Darstellung mit Daten aus Trommsdorff et al., 2024, S. 50; UBA, 2021b; ÖROK, 2023a, S. 27-28 und Statistik Austria, 2025b)

Unter Berücksichtigung des PV-Ausbaus bis Anfang 2025, wie er bereits in Kapitel 2.3.4. angeführt wurde, kann ebenfalls eine Abschätzung mittels der 50 % Annahme getroffen werden. Demnach würden sich die Bandbreiten des tatsächlichen Flächenbedarfs aus Diagramm 14 wie folgt ändern:

- Agri-PV – hoch aufgeständert: 20 bis 33 km²
- Agri-PV – bodennah: 38 bis 65 km²
- PV-FFA – klassisch: 149 bis 234 km²

Dass klassische PV-FFA zwar insgesamt weniger Raum einnehmen als Agri-PV, dafür jedoch eine landwirtschaftliche Mehrfachnutzung ausschließen, ist besonders in Anbetracht des stetigen Rückgangs landwirtschaftlicher Flächen zu berücksichtigen. Die jährliche Flächeninanspruchnahme in Österreich betrug im Zeitraum 2001 bis 2020 jährlich zwischen 34 und 104 km² (UBA, 2021b). Würde der PV-Ausbau auf Freiflächen im Grünland ausschließlich mit klassischen PV-FFA erfolgen, welche vielleicht eine biodiversitätsfördernde Wirkung haben, wäre dies ein zusätzlicher Ausfall von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen, welcher bis zum Jahr 2040 9,9 bis 15,6 km² pro Jahr betragen

würde. Dabei muss jedoch – im Gegensatz zur Bodenversiegelung – auch die Rückbaubarkeit zur Wiederherstellung der ursprünglichen Flächennutzung betont werden.

4.3. Natur- und Raumverträglichkeit

Ob PV-Freiflächenanlagen einen negativen Einfluss auf Schutzgüter wie 1) Wasser, 2) Boden und Fläche, 3) Landschaft, 4) Tiere und Pflanzen sowie deren Vielfalt, 5) Kulturgüter, 6) Luft oder 7) Menschen haben können (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz [= UVP-G], 2023, § 1), kann anhand verschiedener Wirkfaktoren von PV-FFA abgehandelt werden. Auch wenn Photovoltaikanlagen für sich genommen keine UVP-pflichtigen Vorhaben sein können, gibt es verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten bei PV-FFA, welche potenziell so stark zu anderen Flächennutzungen und -eigenschaften in Konflikt treten können, dass aus der Sicht des betroffenen Schutzgutes nicht von Raumverträglichkeit gesprochen werden kann.

4.3.1. Flächeninanspruchnahme durch PV-Freiflächenanlagen

Wie aus dem Interview mit Dittrich sowie aus dem Austausch mit der Abteilung ‚Koordination Regionalpolitik und Raumordnung‘ des BML hervorgegangen ist, ist die Frage, ob Photovoltaik-Freiflächenanlagen als Flächeninanspruchnahme zu sehen sind oder nicht, ein zurzeit vieldiskutiertes Thema (D. Dittrich, Interview am 06.12.2025; BML, persönliche Kommunikation, 30.10.2024). Im Tätigkeitsbericht zum Monitoring der Flächeninanspruchnahme des UBA wird die überarbeitete Methodik beschrieben, wie die Flächeninanspruchnahme in Österreich ab 2022 ermittelt wird. Flächen für die Energieproduktion, darunter Photovoltaikanlagen, werden dabei noch als gesonderte Kategorie betrachtet (UBA, 2024d, S. 7). Im Rahmen der Bodenstrategie wurden als in Anspruch genommene Flächen jene definiert,

„die durch menschliche Eingriffe für Siedlungs-, Verkehrs- Freizeit-/Erholungs- und Ver-/Entsorgungszwecke verändert und/oder bebaut sind und damit nicht mehr für die land- und forstwirtschaftliche Produktion und als natürlicher Lebensraum zur Verfügung stehen“ (UBA, 2024d, S. 7).

Anhand dieser Kriterien, also wie sehr die verschiedenen Typen von PV-FFA, die land- und forstwirtschaftliche Produktion sowie die ökologischen Bedingungen vor Ort beeinträchtigen, wird auch im Rahmen dieser Arbeit eine Einschätzung zur Flächeninanspruchnahme abgegeben.

Forstwirtschaft

Die Rodung von Wäldern für PV-FFA scheint neben erholungslandschaftlichen Faktoren, allein aufgrund der Rolle des Waldes als CO₂-Senke bzw. für den CO₂-Kreislauf, nicht nachhaltig (UBA, 2024b, S. 219-

221). Auch als Lebensraum und Stütze der heimischen Artenvielfalt stellt der Wald ein wichtiges Gut dar (BML, 2023, S. 26). Somit ist eine Rodung zugunsten von PV-FFA, wie sie in Deutschland – soweit ersichtlich – schon des Öfteren vorgesehen war, allein aufgrund dieser beiden Tatsachen nicht im Sinne der Klimaneutralität und des Schutzes der Biodiversität (Naturschutzbund Deutschland [= NABU], 2023). Ohne einer vorangegangenen Rodung als temporäre Nutzung im Bereich des Jungwaldes und auf Käferflächen, scheinen insbesondere großdimensionierte Forst-PV-Anlagen ebenfalls weder technisch noch ökologisch sinnvoll (naturstrom AG, 2023). Im Rahmen der Jungwaldpflege gibt es jedoch möglicherweise positive Auswirkungen von temporären, hoch aufgeständerten PV-FFA durch deren Beschattung (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg [= FVA], 2023). Im Fall von Kurzumtriebsplantagen, welche rechtlich nicht unter das Forstgesetz fallen und auf Ackerland betrieben werden (A. Baumgarten, Interview am 31.10.2024), scheint eine Kombination mit Agri-PV insofern nicht sinnvoll, da PV-FFA wie bereits in Kapitel 3.2.1. ausgeführt, die effizientere Form der Energiegewinnung darstellen und Ackerflächen vorwiegend der Nahrungsmittelproduktion dienen sollten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die Frage nach der Flächeninanspruchnahme durch PV-FFA im Kontext des Waldes kaum stellen sollte, da es sich hierbei meist um keine nachhaltige oder technisch sinnvolle Nutzungskombination handeln dürfte. Die voranschreitende Verwaldung auf vormals landwirtschaftlich genutzten Flächen ist hingegen kritisch zu betrachten.

Landwirtschaft und Biodiversität

Ob PV-FFA einen Eingriff darstellen, durch welchen die genutzten Flächen der landwirtschaftlichen Produktion nicht mehr zur Verfügung stehen, hängt von der Ausgestaltung der Anlage ab. Wie in Kapitel 5 näher ausgeführt, sind die Kombinationsmöglichkeiten von PV-Anlagen und landwirtschaftlichen Produktionsformen „so vielfältig wie die Landwirtschaft selbst“ (Trommsdorff et al., 2024, S. 10). Um Agri-PV-Anlagen von klassischen PV-FFA klar abgrenzen zu können, sollten bzw. müssen diese Anlagen hinsichtlich 1) des landwirtschaftlichen Ertrags, 2) der Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit, 3) der Flächennutzung durch die technischen Anlagen und 4) der Lichtverfügbarkeit durch einen Mindestabstand der Module zum Boden, bestimmte Kriterien erfüllen (Trommsdorff et al., 2024, S. 11). Bei einer diesen Kriterien entsprechenden Agri-PV-Anlage, in welcher beispielsweise lediglich 5 bis 10 % der Anlagenfläche durch die Aufständigung sowie durch technische Anlagen für die Landwirtschaft nicht mehr nutzbar sind, ist von keiner beträchtlichen Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten zu sprechen. Darüber hinaus sind neben den zu beachtenden Herausforderungen durch Agri-PV-Anlagen landwirtschaftliche Verbesserungen hinsichtlich Klimawandelanpassung, Witterungsschutz sowie Mikroklima möglich (Trommsdorff et al.,

2024, S. 30). Besonders auf vormalig intensiv bewirtschafteten landwirtschaftlichen Flächen sind durch Agri-PV-Anlagen auch Verbesserungen bzgl. Biodiversität zu erreichen. Auch klassische PV-FFA können bei entsprechenden Abständen zwischen den Modulreihen sowie zwischen den Modulunterkanten und dem Boden, die Biodiversität fördern (Wirth, 2024, S. 35). Überdies sind bei PV-FFA Ramm- und Schraubfundamente, die eine vollständige Rückbaubarkeit der Anlage ermöglichen (Trommsdorff et al., 2024, S. 48), in Österreich bereits Standard (H. Fechner, Interview am 11.10.2024).

Laut Stöglehner sind PV-FFA, wenn diese lediglich der Stromproduktion dienen, also so dicht und niedrig aufgestellt sind, dass der Boden sowie die Biodiversität unter den Modulen, hinsichtlich des Wasserhaushaltes, des Erosionsgeschehens und des Einfalls von Sonnenlicht Schaden nehmen, der klassischen Flächeninanspruchnahme zuzurechnen (G. Stöglehner, Interview am 26.09.2024). Dies entspricht auch der bereits angeführten Definition von Flächeninanspruchnahme des Umweltbundesamtes. Bereits im Jahr 2011 wurde im Auftrag der oberösterreichischen Umweltschutzbehörde eine Studie durchgeführt, in deren Rahmen die Auswirkungen von PV-FFA während der Bau- und Betriebsphase dargestellt wurden. Einer der untersuchten Wirkfaktoren von PV-FFA war die Flächeninanspruchnahme, wobei die Einschätzung für alle Schutzgüter wie beispielsweise Lebensräume, Boden, Wasser, etc., mit „üblicherweise geringe Eingriffserheblichkeiten“ lautete (Knoll & Groiss, 2011, S. 26). Darüber hinaus liegt der Versiegelungsgrad der genutzten Flächen durch Ramm- und Schraubfundamente bei deutlich unter 5 % (Knoll & Groiss, 2011, S. 27).

Neben den erwähnten Kriterien, anhand deren Beachtung ausgeschlossen werden kann, dass Agri-PV-Anlagen tatsächlich zur klassischen Flächeninanspruchnahme zu zählen sind, bieten PV-FFA im Allgemeinen die vielversprechende Möglichkeit, an die lokalen Anforderungen hinsichtlich Landwirtschaft und Biodiversität flexibel angepasst zu werden.

4.3.2. Naturschutz und Landschaftsbild

Im Hinblick auf den Natur- und Landschaftsschutz gibt es neben den allgemeinen naturschutzfachlichen Regelungen in den Bundesländern einige Schutzgebiete, welche eine Flächennutzung durch PV-FFA weitgehend ausschließen oder stark einschränken. In diesen, in Abbildung 5 ersichtlichen geschützten Gebieten, welche aus Nationalparks, Wildnisgebieten, Europaschutzgebieten und anderen Naturschutzgebieten bestehen, hat das Umweltbundesamt bei seiner Potenzialabschätzung für PV-Freiflächenanlagen keine oder nur beschränkte Potenziale erhoben (UBA, 2023b, S. 3-4).

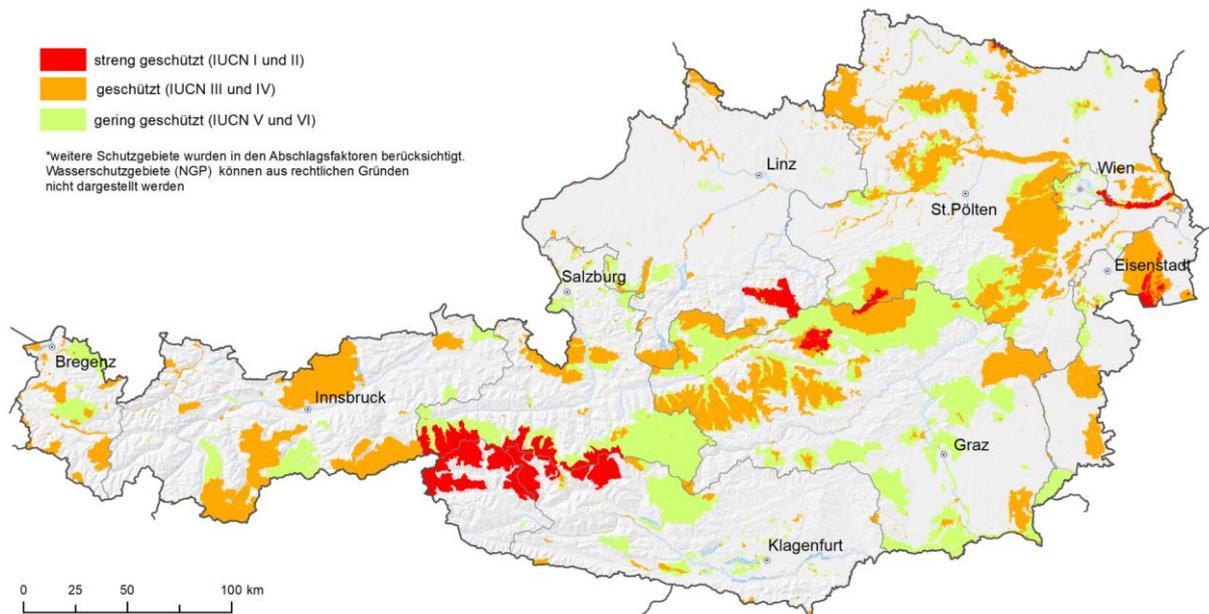


Abbildung 5: Naturschutzfachliche Vorbehaltsflächen (UBA, 2023b, S. 4)

Die Bundesländer können durch ihre Zuständigkeit für den Naturschutz neben Naturschutzgebieten auch Landschaftsschutzgebiete gemäß deren Naturschutzgesetzen festlegen, welche soweit ersichtlich die Umsetzung von PV-FFA erheblich erschweren bzw. verunmöglichen. Somit erfahren besonders erhaltens- bzw. schützenswerte Landschaftsteile einen zusätzlichen Schutz zu den womöglich bereits bestehenden Hürden für PV-FFA. Auf die Veränderung der österreichischen Kulturlandschaft hat auch der Klimawandel offensichtliche Auswirkungen. Das Erscheinungsbild dieser Kulturlandschaft betreffende Folgen des Klimawandels sind beispielsweise (UBA, 2024b, S. 34-35):

- Rückgang von typischen Baumarten aufgrund höherer Temperaturen und Borkenkäferbefall
- Rückgang der Schneedecke in niederen und mittleren Lagen
- Verkleinerung und Verlust von Gletschern
- Austrocknung der Böden im Sommer inkl. der optisch wahrnehmbaren Dürreerscheinungen
- Vermehrtes Auftreten von Waldbränden
- Wasserführung von Flüssen
- Verwaldung in bislang baumfreien Gebirgsregionen
- Verstärktes Erosionsgeschehen

Die Vorteile von Agri-PV betrachtend, kann von einer engen Verkettung von Klimaschutz und Klimawandelanpassung in den Bereichen Naturschutz, Energiewirtschaft und Landwirtschaft gesprochen werden (Wirth, 2024, 32-33). Auch wenn Klimaschutz eine globale Herausforderung darstellt, bedeutet Klimaschutz auf nationaler Ebene – unter Einbeziehung von PV-FFA – auch den

Schutz vieler bedeutender Komponenten des aktuellen Landschaftsbildes durch eine Abschwächung der oben genannten Folgen des Klimawandels. Wie PV-FFA als technogenes Landschaftselement hinsichtlich des Landschaftsbildes in unterschiedlich sensiblen Landschafts- und Naturräumen zu bewerten und zu gestalten sind, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher behandelt. Möglichkeiten, die optische Wahrnehmbarkeit von PV-FFA zu reduzieren, bestehen vor allem darin, die Standortwahl auf uneinsehbare Tal- und Kuppenlagen zu fokussieren und die Anlagen mit Gehölzen einzufrieden (Knoll & Groiss, 2011, S. 30). Artenschutzfachliche Relevanz besitzt überdies die Art der Einzäunung von Anlagen, welche aus Versicherungsgründen nicht einfach begehbar sein dürfen. Um die lebensraumzerschneidende Wirkung von Zäunen zu minimieren, können die Zäune beispielsweise im Bodenbereich für Mittelsäuger durchlässig gehalten werden (Knoll & Groiss, 2011, S. 29). Auch Wildtierkorridore sind ab einer bestimmten Größe der Anlage eine wichtige Maßnahme im Sinne des Artenschutzes.

Ein Kriterienkatalog, welcher Räume definiert, in welchen PV-FFA nicht zulässig sind, ist beispielsweise im Anhang B der Oberösterreichischen Photovoltaikstrategie zu finden. Dort sind Waldflächen, Naturschutzgebiete und geschützte Landschaftsteile großteils als Ausschlusskriterien für PV-FFA angeführt (Land Oberösterreich [= Land OÖ], 2022, S. 37-47).

4.3.3. Naturgefahren

Der Umgang mit den Sicherheits- und Schadensrisiken durch Naturgefahren hat in Österreich seit Langem einen besonderen Stellenwert. Durch die Ausdehnung des Siedlungsraumes in gefährdete Bereiche sowie durch häufigere und intensivere Wetterextreme, nimmt die Bedeutung von Naturgefahren auch für die Raumplanung zu (ÖROK, 2016, S. 5). Da PV-FFA wie viele weitere Flächennutzungen im Kontext von Hochwasser und gravitativen Naturgefahren wie Steinschlägen, Felsstürzen und Rutschungen das Schadenspotenzial im Ereignisfall erhöhen (Seher & Löschner, 2018, S. 26-27), stellt sich die Frage nach deren Vereinbarkeit mit Gefahrenzonen. Ob die Errichtung von PV-FFA in den verschiedenen Zonen der Gefahrenzonenplanung sinnvoll ist, ist vermutlich je nach Ausgestaltung der Anlage und den potenziellen Naturgefahren unterschiedlich einzuschätzen. In Niederösterreich sind PV-FFA beispielsweise in Gefahrenzonen grundsätzlich nicht ausgeschlossen (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Zuletzt wurde durch das Hochwasser im September 2024 in Niederösterreich deutlich, welchen Schaden Hochwasser an PV-FFA anrichten kann. Damals stand durch einen Dammbbruch eine 23 ha große PV-FFA unter Wasser (Kleine Zeitung, 2024).

Während in der oberösterreichischen Photovoltaikstrategie hinsichtlich gravitativer Naturgefahren wenig Aussagen getroffen werden, gibt es bei hochwasserbezogenen Gefahrenzonen für PV-FFA

jedenfalls folgende Ausschlusskriterien: 1) 30-jährlicher Hochwasserabflussbereich (HQ30), 2) rote Gefahrenzonen gemäß den Gefahrenzonenplänen laut Forst- und Wasserrechtsgesetz sowie 3) Hochwasserrückhalte- und Retentionsbecken (Land OÖ, 2022, S. 39).

4.3.4. Netzzugang und Wirtschaftlichkeit

PV-Freiflächenanlagen brauchen je nach Leistung einen entsprechenden Netzzugang, um den vor Ort nicht verbrauchten und nicht speicherbaren Strom an das Stromnetz abgeben zu können (Wirth, 2024, S. 77). Da die Nähe und Art des nächstgelegenen Anschlusspunktes für die Wirtschaftlichkeit sowie die technische Ermöglichung des Netzanschlusses entscheidend sind, stellt der Netzzugang aus energiewirtschaftlicher Sicht, hinsichtlich der Realisierung von PV-FFA, eine räumliche Einschränkung dar (Land NÖ, 2023, S. 20-22). Grundsätzlich gilt die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen auf Freiflächen betreffend, je länger die Distanz zum nächsten Trafo oder Umspannwerk ist, desto mehr Leistung muss eine PV-Anlage haben. Im Leitfaden des Landes Niederösterreich für die Widmung Grünland-Photovoltaikanlagen sind folgende Richtwerte zu finden (Land NÖ, 2023, S. 21):

- PV-Anlagen mit einer Leistung bis zu 250 kWp benötigen eine Trafostation innerhalb von 300 Metern, um inklusive der Herstellung des Netzanschlusses wirtschaftlich zu sein.
- PV-Anlagen mit einer Leistung bis zu 1 MWp können in den meisten Fällen im Mittelspannungsnetz bzw. in der Netzebene 5 angeschlossen werden, wobei auch die Errichtung einer neuen Trafostation wirtschaftlich sein kann. Dafür muss sich eine 20 kV-Leitung im Umkreis von 300 Metern befinden.
- PV-Anlagen ab einer Leistung von 1 MWp müssen meist an das nächste Umspannwerk der Netzebene 4 angeschlossen werden, wodurch neben der Entfernung zum Umspannwerk auch dessen freie Kapazitäten geprüft werden müssen.

Neben einer Optimierung der Nutzung von PV-Strom, beispielsweise durch Speicherung, wird auch die Stromnetzverfügbarkeit in den nächsten Jahren eine wichtige Rolle für den PV-Ausbau auf Freiflächen spielen (Fechner, 2024, S. 25 & 43). Somit kann es zu Nutzungskonflikten kommen, wenn energiewirtschaftlich prädestinierte Flächen weitere Eigenschaften besitzen, welche der Raumverträglichkeit von PV-FFA entgegenstehen. Während mancherorts Projekte aufgrund mangelnder Netzkapazitäten nicht realisiert werden können, ist die Verfügbarkeit von entsprechenden Netzanschlusspunkten insbesondere in Tallagen gegeben, wo sich auch viele landwirtschaftliche Flächen mit hoher Bodengüte befinden (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024). Hier gilt es die begründeten Interessen der Energiewirtschaft, die Flächen in der Nähe von Anschlusspunkten effizient auszunutzen, mit den ebenfalls begründeten Interessen von Landwirtschaft und Naturschutz zu

vereinbaren. In der Oberösterreichischen Photovoltaikstrategie wird den Standorten rund um Umspannwerke, eine mit zunehmender Entfernung abnehmende volkswirtschaftliche Priorität hinsichtlich der Realisierung von PV-FFA zugesprochen (Land OÖ, 2022, S. 44).

4.4. Material- und Energieeinsatz

Neben der Frage nach der Natur- und Raumverträglichkeit von PV-FFA gibt es hinsichtlich des Material- und Energieeinsatzes sowie des CO₂-Abdrucks von PV-Anlagen weitere zu beachtende Umweltaspekte. Bei der Ökobilanzierung von PV-FFA werden von der Herstellung über den Transport und die Wartung bis hin zum Recycling alle Lebensphasen der PV-Anlage berücksichtigt. Bei der Energiebilanz von PV-Anlagen spielen zwei Kenngrößen eine wichtige Rolle: erstens die energetische Amortisationszeit, welche den Zeitraum beschreibt, den ein Kraftwerk Energie erzeugen muss, um die für die Realisierung des Kraftwerks eingesetzte Energie zu ersetzen und zweitens der Erntefaktor, welcher die durch das Kraftwerk erzeugte Energie in Verhältnis zu jener Energie setzt, welche für das Kraftwerk innerhalb seines Lebenszyklus eingesetzt wird. Für marktübliche monokristalline Module hat das Fraunhofer ISE eine energetische Amortisationszeit von 1,3 Jahren berechnet (Wirth, 2024, S. 50). Das deutsche Umweltbundesamt kam 2021 zu dem Ergebnis, dass eine PV-Anlage in Deutschland je nach Anlagentyp zwischen 0,9 und 2 Jahre braucht, um sich energetisch zu amortisieren. Diese Zeit wurde als sehr kurz bewertet, wodurch PV-Anlagen in ihrer Betriebsphase die für sie eingesetzte Primärenergie sehr schnell ersetzen können (Hengstler et al., 2021, S. 33).

Die CO₂-Bilanz hinsichtlich des Primärenergieeinsatzes für PV-Anlagen fällt bei der Vermeidung von Treibhausgasen in Form von CO₂-Äquivalenten sowie von versauernd wirkenden Luftschadstoffen deutlich positiv aus. Lediglich bei Ozonvorläufersubstanzen und Staub wurde durch die Produktion und den Materialeinsatz im Jahr 2022 in Deutschland mehr emittiert als eingespart wurde (Lauf et al., 2023, S. 56). Das Herkunftsland der PV-Module spielt bei der Ökobilanz von PV-Anlagen eine zentrale Rolle. Beispielsweise ergibt eine Verlagerung der Produktion von China nach Europa eine 10 % kürzere energetische Amortisationszeit (Quaschnig, 2020). Wie bereits erwähnt, ist auch die Unterkonstruktion der PV-Module aus Stahl, Beton oder Aluminium ein Grund, durch welchen sich insbesondere bei massiven Aufständern die CO₂-Bilanz deutlich verschlechtern kann. Wie in Abbildung 6 ersichtlich, kann der Einsatz von Leimbindern im Sinne des Klimaschutzes und des biogenen Ressourceneinsatzes Abhilfe leisten.



Abbildung 6: Holzunterkonstruktion bei einer Parkplatz-PV-Anlage in Waidhofen an der Ybbs (NÖ) (eigene Aufnahme, 2025)

Ein weiterer Aspekt der ökologischen Bilanz von PV-Anlagen, welcher am Ort der Installation unmittelbar von Bedeutung sein kann, ist das Risiko eines Schadstoffeintrags in die Umwelt. Laut dem deutschen Umweltbundesamt und einer Studie der Universität Stuttgart reduziert die Tatsache, dass mittlerweile fast nur mehr kristalline Module eingesetzt werden, das Schadstoffpotenzial erheblich. Diese enthalten geringe Mengen an Blei in Lötverbindungen und fallweise Cadmium-Tellurid. Bei unbeschädigten Modulen besteht jedoch keine Gefahr für einen Austritt dieser Stoffe. Im Falle eines sehr unprofessionellen Umgangs mit den Modulen hinsichtlich des Abbaus und der Entsorgung, können über eine seitliche Bruchkante Stoffe in die Umwelt gelangen, jedoch nicht durch gesplittertes Frontglas. Somit kann ein Austritt durch Hagelschäden ausgeschlossen oder vernachlässigt werden (UBA DE, 2024).

Je nach Materialeinsatz enthalten bestimmte Teile von PV-Modulen mehr oder weniger per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen [= PFAS] (TPPV & PV Austria, 2024a). Diese Chemikalien sind nicht abbaubar und für Menschen und Ökosysteme toxisch, wobei bereits fast bei allen Menschen PFAS im Blut nachweisbar sind (Kaiser, 2022, S. 3). Es gibt jedoch keine Belege dafür, dass PFAS während der

Nutzungsdauer von PV-Modulen ausgewaschen werden und dadurch in den Wasserkreislauf gelangen (TPPV & PV Austria, 2024a & Anctil, 2020). Diesen Angaben folgend besteht bei einem fachgerechten Umgang mit PV-Modulen kein Widerspruch zu einer Nutzung auf landwirtschaftlichen Flächen.

4.5. Akzeptanz und gesellschaftliche Hürden

Wie bereits ausgeführt, sind die gesamtgesellschaftlichen Vorteile der Energiewende aus energiewirtschaftlicher und klimapolitischer Sicht fachlich sehr gut darstell- und argumentierbar. Auch aus volkswirtschaftlicher Sicht bringt die Energiewende hinsichtlich Konjunktur, Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung viele Vorteile mit sich, die ein öffentliches Interesse an der Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen zusätzlich rechtfertigen können (Goers et al., 2020, S. 2). Als weiteres Argument kommen jene Milliarden Euro an Kapitalabfluss in nicht-demokratische Länder hinzu, welche Österreich jährlich durch seine fossilen Energieimporte aus dem Ausland verliert (Österreichische Energieagentur, 2022). Die Auslandsabhängigkeit bei der Energieversorgung in Österreich lag 2023 bei 61 % (Statistik Austria, 2024a). Global betrachtet zeichnet sich ab, dass es immer mehr Regionen der Erde gelingt, ihr Wirtschaftswachstum von ihren CO₂-Emissionen zu entkoppeln, wodurch gezeigt wird, dass das sogenannte ‚grüne Wachstum‘ möglich ist (Zioga et al., 2024). Somit können Befürchtungen, die Energiewende brächte einen Wohlstandsverlust, nicht nur ausgeräumt werden, sondern die Energiewende bringt neben ihrer klimapolitischen Notwendigkeit auch zahlreiche wirtschaftliche Vorteile mit sich.

Trotz dieser Argumente braucht es Strategien, wie die Energiewende durch Akzeptanz und Zustimmung in der Bevölkerung, bezüglich der politischen Ziele und insbesondere der konkreten Maßnahmen vor Ort gelingen kann (Trommsdorff et al., 2024, S. 54). Die jährlichen repräsentativen Befragungen der Wirtschaftsuniversität Wien, von Wien Energie und Deloitte Österreich dienen als Stimmungsbarometer, wie sehr die österreichische Bevölkerung dem Ausbau von Projekten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen zustimmt. In der Stichprobe wurden im Jahr 2024 1.157 Personen aus allen Bundesländern zwischen 18 und 70 Jahren mit unterschiedlichem Ausbildungsgrad befragt (Hampl et al., 2025, S. 1-3). Wie in Diagramm 15 ersichtlich, haben die Studienteilnehmer:innen auf die Frage, welches der angeführten Kraftwerke im Sinne der zukünftigen Stromversorgung wie stark ausgebaut werden soll, der Photovoltaik auf Dachflächen oder Fassaden mit 69 % die meiste Zustimmung erteilt. Im Jahr 2023 lag diese noch bei 72 %. Die Zustimmung für PV-FFA hält sich dem gegenüber in Grenzen und befand sich mit 42 % im Vergleich zu den restlichen Kraftwerkstypen im unteren Bereich (Hampl et al., 2025, S. 8).

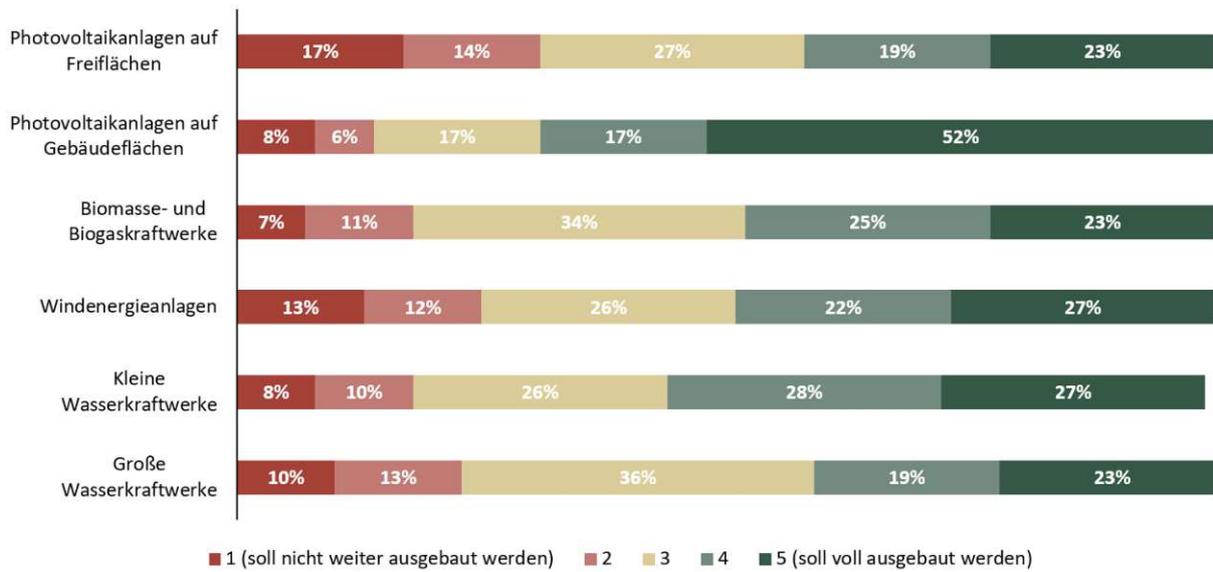


Diagramm 15: Zustimmung für den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung im Jahr 2024 (eigene Darstellung mit Daten aus Hampl et al., 2025, S. 8)

Auf die Frage nach der Zustimmung, ob in Österreich mehr PV-Freiflächenanlagen gebaut werden sollen, haben 2024 – wie in Diagramm 16 zu sehen ist – 63 % zustimmend geantwortet. Die Akzeptanz von ökologisch nachhaltigen Energieprojekten ist insgesamt gesunken, wobei Photovoltaik auf Dach- und Fassadenflächen die höchste Zustimmung erfuhr. Für PV-FFA lag die Zustimmung zumindest über 50 % (Hampl et al., 2025, S. 7).

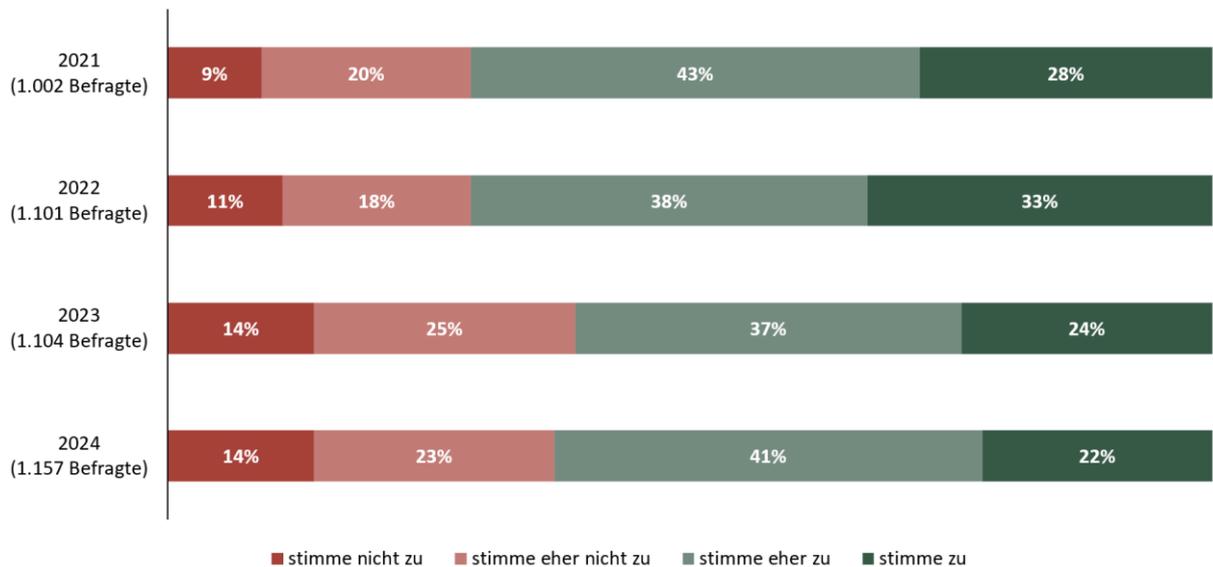


Diagramm 16: Zustimmung für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen im Jahr 2024 (eigene Darstellung mit Daten aus Hampl et al., 2025, S. 7)

Angesichts der Dringlichkeit der Klimaneutralität wird augenscheinlich, wie wichtig die Akzeptanz der lokalen Bevölkerung ist, wenn es trotz planungsrechtlich konformer PV-FFA schwierig wird, durch den

Widerstand der Bevölkerung vor Ort geeignete Projektstandorte zu finden. Um die subjektive Nutzenabwägung zu begleiten, ob die Vorteile einer PV-FFA hinsichtlich des Landschaftsbildes die Nachteile überwiegen, spielen Mitsprache- und Beteiligungsmöglichkeiten eine zentrale Rolle (Trommsdorff et al., 2024, S. 54). Während Kommunikation und Mitsprache bei der Projektentwicklung bereits früh Missverständnisse klären und Bedenken durch Konsensfindung auflösen können, stellt besonders die finanzielle und energetische Beteiligungsmöglichkeit der Bevölkerung an den Kraftwerken vor Ort eine wichtige Möglichkeit dar, die Akzeptanz zu erhöhen. Im Hinblick auf PV-FFA ist insbesondere die Partizipation an lokalen oder regionalen ‚Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften‘ zu nennen (BMK, 2024c, S. 12). Die Agri-Photovoltaik, welche durch die Mehrfachnutzung der Standortfläche und die damit verbundenen Vorteile deutlich besser argumentierbar ist als eine reine PV-FFA, erfährt tendenziell in Sonderkulturen mehr Akzeptanz, da es sich hierbei im Regelfall um kleinere Anlagen handelt (Trommsdorff et al., 2024, S. 55).

4.6. Zwischenfazit zum Ausbau von PV-Freiflächenanlagen

Bestand zu Beginn des Erkenntnisprozesses noch Unklarheit über das tatsächliche Konkurrenzpotenzial von PV-FFA gegenüber Landwirtschaft und Biodiversität, hat sich durch verschiedene Faktoren deutlich gezeigt, dass die Vereinbarkeit dieser Flächennutzungen und -funktionen nicht nur hinsichtlich des quantitativen Flächenbedarfs, sondern auch im Hinblick auf die Vorteile der Mehrfachnutzung möglich ist. Somit scheint es sinnvoll, dass Agri-PV beim Ausbau von PV-FFA im Grünland eine zentrale Rolle einnimmt (Fechner, 2024, S. 44). Während aus energiewirtschaftlicher Sicht besonders die Frage des Netzanschlusses räumliche Einschränkungen birgt, ergeben sich aus der landwirtschaftlichen Perspektive deutlich mehr zu beachtende Aspekte bzgl. der Raumverträglichkeit von PV-FFA. Im Hinblick auf die vielfältig geführte Debatte, in welchem Ausmaß PV-FFA für die Energiewende notwendig sind, lassen sich folgende Punkte festhalten:

- Der Flächenbedarf für jene PV-FFA im Grünland, die laut ÖNIP bis 2040 notwendig sind um die Energiewende zu ermöglichen, befindet sich in einer Bandbreite, welche angesichts der bisherigen und aktuellen Flächeninanspruchnahme in Österreich eine untergeordnete Flächendimension darstellt (H. Fechner, Interview am 11.10.2024). Dabei ist zu betonen, dass der gesamtgesellschaftliche Nutzen bei einer PV-FFA durch das Vorantreiben der Energiewende grundsätzlich gesichert ist, während viele andere Arten der Flächennutzung oder -inanspruchnahme diesen Umstand bei Weitem nicht in diesem Umfang erfüllen.
- Zudem wurde ersichtlich, dass bei einer entsprechend sichergestellten Ausgestaltung der PV-FFA diese Landnutzung nicht als Flächeninanspruchnahme zu werten ist.

- Im Kontext der Flächendiskussion muss zudem beachtet werden, dass im Falle einer sinnvollen Mehrfachnutzung, also bei der Kombination aus PV-FFA und Landwirtschaft sowie Biodiversität, in der Regel 90 % der Anlagenfläche weiterhin für die bisherige Nutzung zur Verfügung stehen. Somit erscheint aus Sicht der Ernährungssicherheit, der Biodiversität und der Bioökonomie, aufgrund derer landwirtschaftliche Flächen besonders gefragt sind, keine Flächennutzungskonkurrenz gegeben, solange die PV-FFA bestimmte Kriterien erfüllen.
- Durch eine bodenschonende Fundamentierung sind PV-FFA und ihre Auswirkungen auf die Standortfläche rückbaubar bzw. reversibel. Dadurch ist im Unterschied zu anderen Flächennutzungen, welche eine vollständige oder teilweise Versiegelung mit sich bringen, die ursprüngliche Nutzbarkeit der Fläche durch Agri- oder Biodiversitäts-PV nicht beeinträchtigt. Zusätzlich können entsprechende PV-FFA den ökologischen Zustand der Fläche bzw. des Bodens verbessern.
- Durch besser werdende Wirkungsgrade von PV-Modulen und eine wachsende Vielfalt an bauwerksbezogenen Anwendungsmöglichkeiten (H. Fechner, Interview am 11.10.2024), kann nicht ausgeschlossen werden, dass über 2040 hinaus, irgendwann keine weiteren PV-FFA in größerem Ausmaß mehr notwendig sind.
- Das geringe bzw. vernachlässigbare Risiko eines Schadstoffeintrags in die Umwelt durch PV-Anlagen unterstreicht ihre Eignung für den Einsatz auf natürlichen oder landwirtschaftlichen Freiflächen.

Vor diesem Hintergrund ist weniger der Flächenbedarf der PV-FFA die zu behandelnde Frage, sondern die Sicherstellung einer raumverträglichen Ausgestaltung und Mehrfachnutzung der PV-FFA, welche je nach Art der Fläche und Flächennutzung variiert und eine Flächennutzungskonkurrenz verhindern soll. Hinsichtlich der gesellschaftlichen Hürden scheinen Maßnahmen zur landschaftlichen Integration von PV-FFA sowie Kommunikations-, Mitsprache- und Partizipationsformate bei der Widmung und Projektentwicklung von zentraler Wichtigkeit. Da die qualitative Ausgestaltung von Anlagen und die Anpassung an die lokalen Bedingungen, bzgl. der Raumverträglichkeit die entscheidenden Faktoren sind, scheinen einfache oder beschleunigte Genehmigungsverfahren zwar im Sinne der Energiewende logisch, bergen aber auch die Gefahr von Qualitätsverlust bei der Anlagenplanung. **Somit stellt sich die Frage, wie viele Regulatorien, egal ob raumplanungsrechtlich oder in anderen Rechtsmaterien, zur Sicherstellung der Raumverträglichkeit im Hinblick auf PV-FFA sinnvoll sind, sofern sie die Umsetzung von Projekten zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen beeinträchtigen könnten.**

5. Agri-Photovoltaik

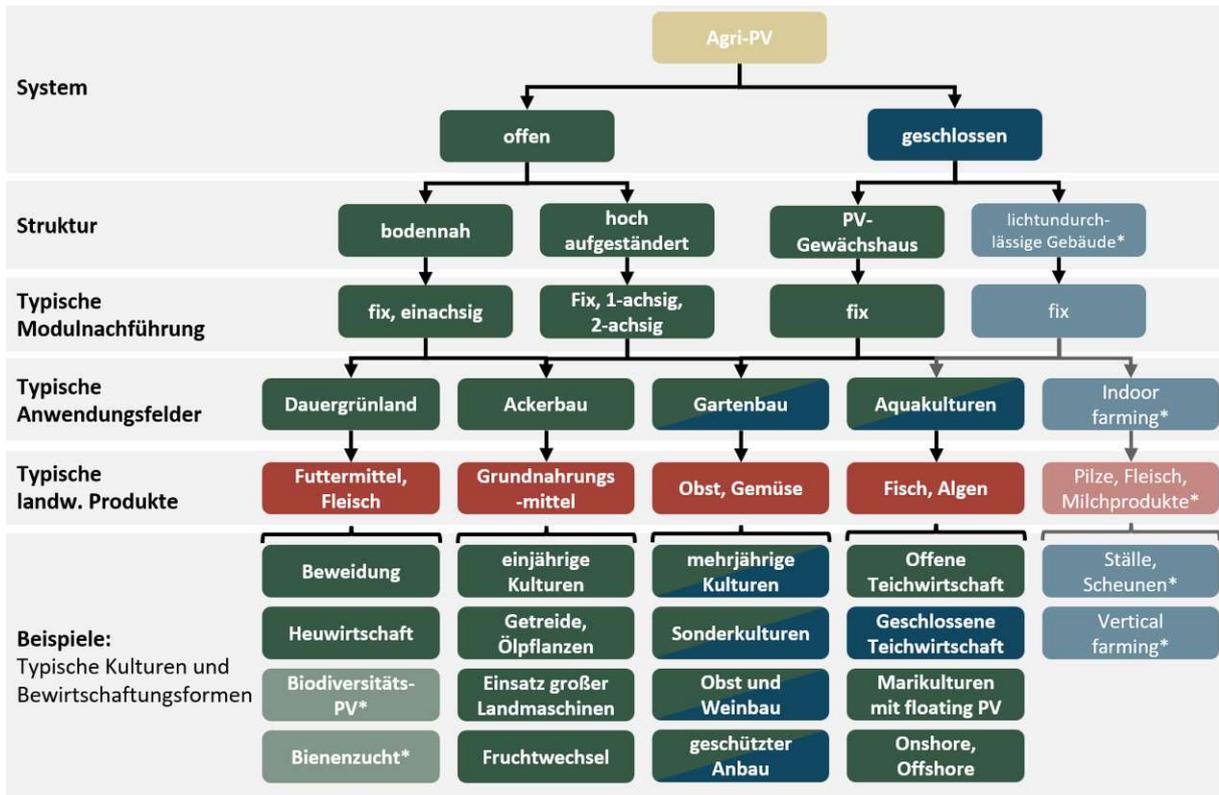
Nachdem das Herstellen einer echten Mehrfachnutzung sowie die Sicherstellung eines raumverträglichen Anlagendesigns als zwei zentrale Gütekriterien bei PV-FFA im Grünland zu sehen sind, folgt in diesem Kapitel eine nähere Auseinandersetzung mit Agri-PV-Anlagen auf Freiflächen, welche im Kontext der Landwirtschaft die zentrale Möglichkeit darstellen, diese beiden Kriterien zu erfüllen. Neben der Differenzierung und Definition verschiedener Agri-PV-Anlagentypen, scheint eine nähere Betrachtung der bisher dokumentierten Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen der Landwirtschaft von besonderer Bedeutung, um die bestehenden Regularien weiterentwickeln zu können. Eine der zentralen Quellen in diesem Kapitel ist der Leitfaden für Agri-PV des ‚Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme‘ aus dem Jahr 2024.

5.1. Definition und Abgrenzung von Agri-PV

Wie bereits dargestellt, wird Agri-PV inkl. Biodiversitätsmaßnahmen als jene Art von PV-FFA angesehen, bei welcher hinsichtlich ihrer Ausgestaltungsmöglichkeiten potenzielle Flächennutzungskonkurrenzen gegenüber der Landwirtschaft als auch der Biodiversität weitestgehend ausgeschlossen werden können. Eine grundlegende und allgemein gefasste Definition von Agri-PV lautet wie folgt:

„Agri-PV bezeichnet eine Technologie zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die Landwirtschaft und die Stromerzeugung mit PV. So kann eine Fläche gleichzeitig sowohl für die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion (Photosynthese) als auch für die Solarstromerzeugung (PV) genutzt werden“ (Trommsdorff et al., 2024, S. 10).

Des Weiteren wurde – wie in Diagramm 17 ersichtlich – durch das Fraunhofer ISE folgende Klassifizierung von Agri-PV-Systemen vorgenommen (Trommsdorff et al., 2024, S. 10).



*Keine Agri-PV-Anwendung im engeren Sinne

Diagramm 17: Klassifizierung von Agri-PV-Systemen (adaptiert aus Trommsdorff et al., 2024, S. 10)

In den folgenden Unterkapiteln werden lediglich offene Agri-PV-Systeme näher behandelt, welche als Sekundärnutzung in Kombination mit einer landwirtschaftlichen Hauptnutzung zu sehen sind. Eine konkrete Definition dieser Systeme inklusive einzuhaltender Kriterien wurde 2021 vom Deutschen Institut für Normung e.V. [= DIN] in Form der DIN Specification [= DIN SPEC] 91434 erarbeitet, welche Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung zum Inhalt hat (DIN, 2021, S. 6). Im Jahr 2024 folgte die DIN SPEC 91492 mit Anforderungen an die Nutztierhaltung. Neben vielen weiteren Mitwirkenden war auch das Fraunhofer ISE an der Erarbeitung dieser beiden DIN SPEC beteiligt. Dokumentiert wurde Agri-PV als Idee bereits im Jahr 1981 (DIN, 2024, S. 6-16). Eine Übersicht der Inhalte der DIN SPEC 91434 ist in Tabelle 12 zu sehen.

Agri-PV-Systeme		Nutzung	Beispiele
Kategorie I	Aufständering mit lichter Höhe Bewirtschaftung unter der Agri-PV-Anlage	1A: Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen	Obstbau, Beerenobstbau, Weinbau, Hopfen
		1B: Einjährige und überjährige Kulturen	Ackerkulturen, Gemüsekulturen, Wechselgrünland, Ackerfutter
		1C: Dauergrünland mit Schnittnutzung	Intensives Wirtschaftsgrünland, extensiv genutztes Grünland
		1D: Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (z. B. Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)
Kategorie II	Bodennahe Aufständering Bewirtschaftung zwischen den Agri-PV-Anlagenreihen	2A: Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen	Obstbau, Beerenobstbau, Weinbau, Hopfen
		2B: Einjährige und überjährige Kulturen	Ackerkulturen, Gemüsekulturen, Wechselgrünland, Ackerfutter
		2C: Dauergrünland mit Schnittnutzung	Intensives Wirtschaftsgrünland, extensiv genutztes Grünland
		2D: Dauergrünland mit Weidenutzung	Dauerweide, Portionsweide (z. B. Rinder, Geflügel, Schafe, Schweine und Ziegen)

Tabelle 12: Landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeiten in Agri-PV-Anlagen nach Nutzungsmöglichkeiten (eigene Darstellung mit Daten aus DIN, 2021, S. 10)

Neben dieser Kategorisierung wurde ein Kriterienkatalog erstellt, durch dessen Erfüllung die landwirtschaftliche Hauptnutzung sichergestellt werden soll. Somit handelt es sich gemäß DIN nur um eine echte Agri-PV-Anlage, wenn sie dieser Definition entspricht. Die vom DIN angeführten Kriterien können wie folgt grob zusammengefasst werden (DIN, 2021, S. 14-19):

- Die landwirtschaftliche Nutzbarkeit der Fläche muss erhalten bleiben, wobei im Hinblick auf die geplante Landnutzungsform und Pflanzenproduktion ein Nutzungskonzept vorzulegen ist. Darin ist ebenfalls darzulegen, wie diese Landnutzung an die jeweilige landwirtschaftliche Kultur angepasst ist. Ein Wechsel zwischen den Nutzungsformen gemäß Tabelle 12 ist nur möglich, wenn dies zu einer Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzung führt (DIN, 2021, S. 14).
- Im zu erstellenden Nutzungskonzept muss diesen Punkten besondere Beachtung zuteil werden: 1) Aufständering, 2) Flächenverlust, 3) Bearbeitbarkeit, 4) Lichtverfügbarkeit, 5) Wasserverfügbarkeit, 6) Bodenerosion, 7) Rückstandslose Auf- und Rückbaubarkeit, 8) Kalkulation der Wirtschaftlichkeit sowie 9) Landnutzungseffizienz (DIN, 2021, S. 14).
- Hinsichtlich der Aufständering muss die bisherige Nutzung und Bearbeitbarkeit der Fläche gewährleistet werden, wodurch ein Mindestabstand zwischen den Pfosten der Aufständering erforderlich ist (DIN, 2021, S. 15).
- Der Flächenverlust darf bei Agri-PV-Systemen der Kategorie I maximal 10 % der Gesamtprojekfläche betragen. Bei Systemen der Kategorie II sind es 15 % (DIN, 2021, S. 15).

- Schäden durch Bodenerosion und Verschlammung durch den konzentrierten Wassereintrag an der Abtropfkante der Module müssen minimiert werden (DIN, 2021, S. 15).
- Im Falle einer Ertragsreduktion auf der landwirtschaftlichen Fläche durch eine Agri-PV-Anlage muss sichergestellt sein, dass der zukünftige Ertrag mindestens 66 % eines zuvor ermittelten Referenzertrages beträgt (DIN, 2021, S. 16).

Eine Visualisierung gängiger Anlagenausgestaltungen bzw. der Kategorien aus Tabelle 12 sind in der nachstehenden Abbildung 7 zu sehen (Trommsdorff et al., 2024, S. 12).

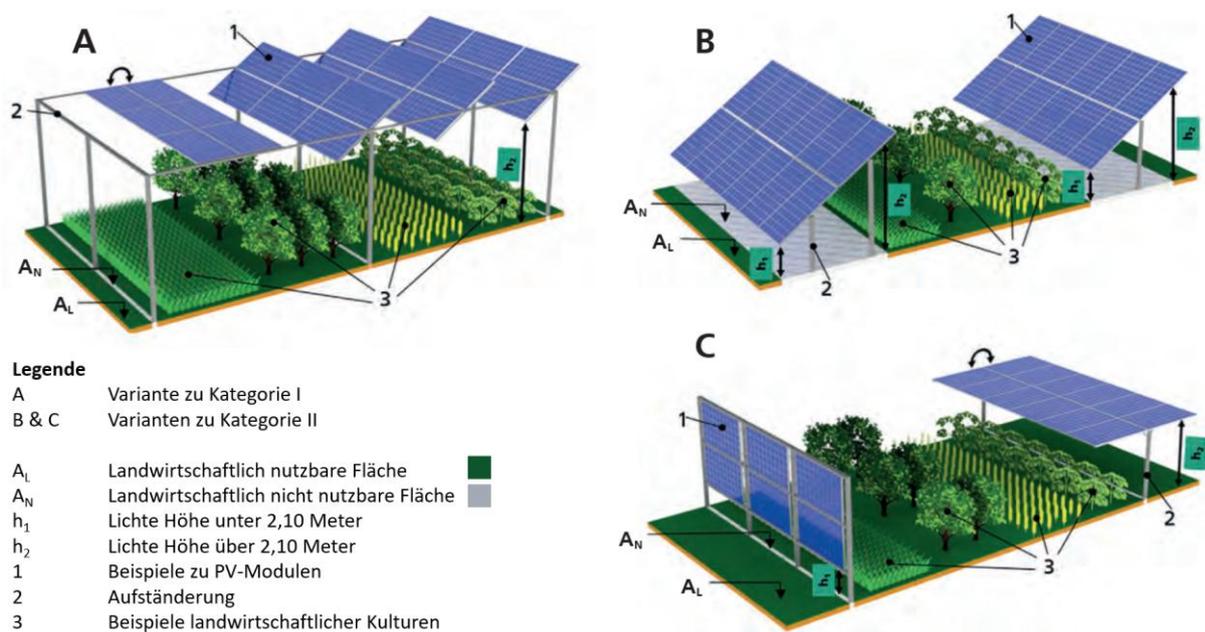


Abbildung 7: Kategorien und landwirtschaftliche Nutzungen gemäß der DIN SPEC 91434 (Trommsdorff et al., 2024, S. 12)

Je nach Anlagentyp sind zudem unterschiedliche Errichtungs- und Betriebskosten zu berücksichtigen, welche bei Agri-PV höher ausfallen als bei klassischen PV-FFA (Trommsdorff et al., 2025, S. 40). Im Rahmen der DIN SPEC 91492 werden hinsichtlich der Nutztierhaltung ebenfalls Kategorie I und II herangezogen, wobei besonders die Nutzungen 1D und 2D relevant sind (DIN, 2024, S. 10). Auch die allgemeinen Anforderungen an eine Agri-PV-Anlage sind in weiten Teilen mit denen aus der DIN SPEC 91434 ident (DIN, 2024, S. 11-15). Im Falle einer Nutztierhaltung ist jedoch darauf Bedacht zu nehmen, dass die Verletzungsgefahr durch Bauteile der Agri-PV-Anlage minimiert werden muss. Auch die potenzielle Beschädigung von Bauteilen durch die Nutztiere muss berücksichtigt werden (DIN, 2024, S. 14). Neben den genannten Herausforderungen, um eine Agri-PV-Anlage mit diversen räumlichen Gegebenheiten und Anforderungen in Einklang zu bringen, lassen sich die vielfältigen potenziellen

Vorteile von verschiedenen Agri-PV-Systemen wie folgt zusammenfassen (BMK, 2023b, S. 6-7 und Trommsdorff et al., 2024, S. 7):

- Mehrfachnutzung der Flächen und Vereinbarung von Energiewende und Landwirtschaft
- Diversifizierung des landwirtschaftlichen Einkommens
- Schutz vor Hagel-, Sturm-, Frost- und Dürreschäden
- Schutz vor verstärkter Sonneneinstrahlung bei hitzesensiblen Pflanzen und Nutztieren
- Geringerer Einsatz von Pflanzenschutzmitteln
- Förderung der Biodiversität auf der Anlagenfläche
- Positive Beeinflussung des Mikroklimas

Auf die anlagen- und kulturspezifischen Vor- und Nachteile wird in den folgenden Unterkapiteln genauer eingegangen. Wie bereits in Kapitel 3.1.1. erwähnt, erfolgt nun die nähere Betrachtung von Agri-PV und seiner Kombinationsmöglichkeiten mit der Landwirtschaft anhand der Begriffsbestimmungen der EU-Verordnung 1307/2013 (EU-Verordnung Nr. 1307/2013, Art. 4, Abs. 1, lit. f-k). Auch wenn bestimmte Dauerkulturen sowohl im Dauergrün- als auch auf Ackerland angebaut werden, erfolgt eine Differenzierung anhand der in diesem Fall zentralen Art der Bewirtschaftung und der damit einhergehenden Anlagenausgestaltung. Da die landwirtschaftliche Nutzung sowie die Möglichkeiten für die Biodiversität im Kontext von Agri-PV sehr komplexe und dynamische Themenfelder darstellen, ist die folgende Betrachtung nur als grobe Übersicht zu verstehen, welche jedoch im Rahmen einer regulatorischen Entscheidungsfindung von hoher Relevanz ist.

5.2. Kombinationsmöglichkeiten in der Landwirtschaft

5.2.1. Agri-PV und Ackerland

Ackerland kann als „für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen genutzte Flächen oder für den Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen verfügbare, aber brachliegende Flächen, einschließlich stillgelegter Flächen“ (EU-Verordnung Nr. 1307/2013, Art. 4, Abs. 1, lit. f) definiert werden. Neben den der Fruchtfolge unterliegenden Kulturen gibt es auf dem Ackerland auch Dauerkulturen. Dauerkulturen verbleiben mindestens 5 Jahre auf der betreffenden Fläche und liefern wiederkehrende Erträge (EU-Verordnung Nr. 1307/2013, Art. 4, Abs. 1, lit. g). Die Vereinbarkeit der angebauten Pflanzen mit einer Agri-PV-Anlage hängt je nach Kulturpflanze von bestimmten Bedingungen ab. Beispielsweise weist der Anbau von Hopfen als Dauerkultur auf dem Ackerland – allein aufgrund seiner Höhe von bis zu 7 Metern – ganz andere Bedingungen auf als der Getreideanbau (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung [= BLE], 2024). Im Jahr 2022 betrug die Fläche des Ackerlandes in Österreich rund 1.320.000 ha bzw. 13.200 km². Wie in Kapitel 4 dargestellt, beträgt der Flächenbedarf für PV-FFA bis 2040, wenn

diese ausschließlich als Agri-PV-Anlagen realisiert werden, rein auf die nicht mehr landwirtschaftlich nutzbare Fläche bezogen, 26 bis 82 km². Dieser Flächenbedarf beträgt zwischen 0,2 bis 0,6 % der Ackerflächen in Österreich. Der Anbau auf dem Ackerland bestand 2022 überwiegend aus Getreide (56,1 %), Feldfutterbau (17,2 %), Ölfrüchten (13,1 %), sonstigem Ackerland inkl. Brachflächen (7,8 %), Hackfrüchten (4,3 %) und Körnerleguminosen (1,6 %) (Statistik Austria, 2023, S. 5). Hinsichtlich des Erwerbsgartenbaus im Freiland ergeben sich auch beim Gemüseanbau Kombinationsmöglichkeiten mit offenen Agri-PV-Systemen. Inwieweit Sonderkulturen wie Heil-, Duft-, und Gewürzpflanzen sowie Zierpflanzen und Christbaumkulturen mit Agri-PV-Systemen vereinbar sind, wird an dieser Stelle nicht näher behandelt (Statistik Austria, 2023, S. 13).

Beispiele für Feldfrüchte aus mehrjährigen Kulturen und Dauerkulturen: Rhabarber, Hopfen, Spargel, Artischocken, Erdbeeren, etc. (Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg [= MLR], 2023).

Beispiele für Feldfrüchte aus ein- bis überjährigen Wechselkulturen: Weizen, Mais, Kartoffeln, Sonnenblumen, Ackerbohnen, etc. (Statistik Austria, 2023, S. 7-12).

Ob eine Agri-PV-Anlage in ihrer Ausgestaltung konkret mit der landwirtschaftlichen Nutzung vereinbar ist, hängt maßgeblich davon ab, ob die im Laufe des Fruchtwechsels geplanten Pflanzenarten oder die Dauerkulturen mit der PV-Anlage verträglich sind. Wegen der Verschattung durch die PV-Module ist dabei beispielsweise die Schattentoleranz der Pflanze von zentraler Bedeutung. Es muss betont werden, dass sich die Erkenntnisse über die Kombinationsmöglichkeiten von Ackerbau und PV-Anlagen in einem vergleichsweise frühen Stadium befinden und stetig weiterentwickelt werden. In einer Studie der Fachhochschule Erfurt werden Empfehlungen für die Pflanzenauswahl gegeben, wobei sogenannte C4-Pflanzen wie Mais oder Hirse durch ihren hohen Licht- und Wärmebedarf weniger für Agri-PV geeignet sind. Dem gegenüber werden C3-Pflanzen wie Gerste, Kartoffeln und Salat als geeignete Pflanzenarten beschrieben (BMK, 2023b, S. 12). Dabei sind je nach Pflanzenart und PV-Anlagendesign unterschiedlich verminderte Erträge durch die PV-Module zu erwarten. Während verschiedene Agri-PV-Anlagen für Forschungszwecke in Deutschland beispielsweise Ernteeinbußen bei Salat zeigten, konnte bei Kartoffeln in bestimmten Fällen sogar eine Ertragssteigerung durch Agri-PV dokumentiert werden. Besonders bei heißen Temperaturen wurden hier die Vorteile von Agri-PV deutlich. Die Landnutzungseffizienz einer hochaufgeständerten Anlage in Kombination mit Kartoffeln zeigte gegenüber einer flächenmäßigen Trennung von Kartoffelanbau und Photovoltaik eine Landnutzungseffizienz von 186 %. Diese setzt sich aus einem erhöhten Ernteertrag von 103 % und einer Stromproduktion von 83 % gegenüber des Referenzertrags bei jeweils eigenständigen Flächennutzungen zusammen (Trommsdorff et al. 2024, S. 16). In niederschlagsreichen Jahren musste

neben Agri-PV mit Weizen, Roggen und Gerste jedoch auch bei Kartoffeln ein Ertragsrückgang verzeichnet werden. Hinsichtlich der Akzeptanz von Agri-PV in der Bevölkerung wird vermerkt, dass die Ertragseinbußen nicht mehr als 20 % betragen sollten (Trommsdorff et al., 2024, S. 35). Wie sehr jedoch die Anlagenausgestaltung die Vereinbarkeit mit verschiedenen Pflanzenarten beeinflusst, zeigt, dass durch eine breite Aufstellung der Modulreihen sogar ein Anbau mit Mais praxistauglich ist (A. Baumgarten, Interview am 31.10.2024). Somit gilt es für jeden Standort ein Optimum der Flächenausnutzung zu finden, bei welchem die landwirtschaftliche Produktion neben einer entsprechenden Stromerzeugung pro Hektar nicht signifikant beeinträchtigt wird. Auch durch die Wahl der Modultechnologie – wie beispielsweise Dünnschichtmodule, organische oder konzentrierende Module – kann eine bestimmte Lichtdurchlässigkeit erreicht werden (BMK, 2023b, S. 19).

Wie in Abbildung 8 zu sehen ist, können beispielsweise neben nachgeführten PV-Modulen, welche den Lichteinfall für Pflanzen steuerbar machen, im Ackerbau auch senkrecht-bifaziale PV-Module aufgestellt werden (BMK, 2023b, S. 19). Diese Art von Modulen, bei welchen beidseitig Strom erzeugt wird, bieten bei Ost-West-Ausrichtung den Vorteil, dass zu einer anderen Tageszeit als bei klassischen PV-FFA der meiste Strom produziert wird, wodurch Stromüberschüsse vermieden und der Strom besser genutzt werden kann. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass neben allgemeingültigen Erkenntnissen die Einzelfallbetrachtung für praxistaugliche Lösungen im Ackerbau eine wichtige Rolle spielt.



Abbildung 8: Senkrecht-bifaziale Agri-PV-Anlage im Ackerbau in Dallein (NÖ) (eigene Aufnahme, 2024)

Darüber hinaus war im Zuge der Interviews die Uneinigkeit darüber zu erkennen, ob Agri-PV im Ackerbau überhaupt eine bedeutende Rolle beim PV-Ausbau in Österreich spielen wird bzw. spielen sollte. Ungeachtet der Kombinationsmöglichkeiten in der Viehwirtschaft und bei Sonderkulturen wurden in erster Linie Bedenken hinsichtlich einer erschwerten maschinellen Bewirtschaftung und eines unverhältnismäßigen Mehraufwandes auf Flächen mit schlechter Bonität genannt (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024). Darüber hinaus kann auch nicht gesagt werden, ob PV-FFA durch die Gemeinden und Unternehmen mehr als PV-FFA mit Biodiversitätsmaßnahmen oder als Agri-PV umgesetzt werden (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Für die Umsetzung von Agri-PV – insbesondere im Ackerbau – sind jedenfalls Beispielbetriebe, welche die aus den Forschungsanlagen gewonnenen Erkenntnisse lokal anwenden und durch entsprechende Kommunikationskanäle als Multiplikatoren wirken, von besonderer Bedeutung (A. Baumgarten, Interview am 31.10.2024). Die Alternative zu Agri-PV auf Ackerland wäre vermutlich jene landwirtschaftlichen Flächen, welche aufgrund von Bodengüte und Topografie vergleichsweise schwieriger zu bewirtschaften sind, rein für klassische PV-FFA zu verwenden, und Agri-PV mehr in Dauer- und Sonderkulturen im Obstbau und in der Viehwirtschaft zu forcieren. Angesichts der Folgen des Klimawandels für landwirtschaftliche Flächen – insbesondere im Osten Österreichs – ist dieser Verzicht der Mehrfachnutzung jedoch zu diskutieren.

Eine 5 ha große Agri-PV-Anlage für Forschungszwecke befindet sich seit 2022 im niederösterreichischen Bruck an der Leitha in Betrieb, wobei 80 % der Flächen für die Lebensmittelproduktion, 18 % als Blühstreifen und 2 % für die PV-Anlagen verwendet werden (siehe Abbildung 9). In 8 verschiedenen von der BOKU begleiteten Forschungszonen wurden im Hinblick auf unterschiedliche Reihenabstände sowie verschiedene Modulausrichtungen und -arten die landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen untersucht (Energiepark Bruck/Leitha, 2024a). Das Anlagendesign fand unter Einbeziehung des Praxiswissens vieler Landwirt:innen aus verschiedenen Regionen statt, welche sich in Bezug auf die regional vorherrschenden Bodentypen, die topographischen Bedingungen und die zum Einsatz kommenden landwirtschaftlichen Geräte unterscheiden. Im Zuge des Endberichts und der Evaluierung des Projekts liegen erste Schlussfolgerungen und Empfehlungen vor. Bezüglich des Anbaus und der Ernte wurde festgehalten, dass die maschinelle Bewirtschaftung zur vollsten Zufriedenheit der Landwirt:innen ablief (Energiepark Bruck/Leitha, 2024b, S. 10). Unter Berücksichtigung der Reihenabstände und der Sortenwahl können bestimmte Sorten wie Hirse gute bis sehr gute Erträge liefern, wobei diese im Vergleich zur Referenzfläche unterhalb des Maximalertrags liegen. Neben Herausforderungen und weiterem Forschungsbedarf bei der Lichtverfügbarkeit und dem Regenwassermanagement ist besonders hervorzuheben, dass der Reihenabstand unbedingt mit der

Arbeitsbreite der landwirtschaftlichen Geräte ausreichend abzustimmen ist. Bei der Bewirtschaftung des Sonnenfeldes in Bruck kamen GPS-gesteuerte Traktoren zum Einsatz (König et al., 2024, S. 43 & 51-52).



Abbildung 9: Maschinelle Bewirtschaftung in einer Agri-PV-Anlage im Ackerbau (EWS Consulting GmbH, 2024)

Insgesamt scheint Agri-PV besonders im Ackerbau von einigen teilweise komplexen Faktoren abhängig, wobei der Erkenntnisprozess und dessen Kommunikation zum Teil noch am Anfang stehen. Auch hinsichtlich der Klimawandelanpassung scheint noch Forschungsbedarf gegeben, wobei diese in Zukunft für die den Ackerbau sehr wichtig werden wird (BMK, 2023d, S. 13). Jede Verzögerung von diesbezüglichen Maßnahmen verschärft die Anfälligkeit der Anbausysteme gegenüber den Folgen des Klimawandels (Erb et. al., 2024, S. 488). Dass Agri-PV auf Ackerland samt dessen Bewirtschaftung unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten sowie der Anlagenausgestaltung und der Pflanzenwahl funktioniert, konnte bereits gezeigt werden. Selbst unter der Annahme, dass Agri-PV im Ackerbau nur für wenige Kulturpflanzen Anwendung finden kann, oder dass die Stromerträge pro Hektar aufgrund eines breiteren, aber nötigen Abstandes zwischen den Modulreihen sinken, ist festzuhalten, dass das Flächenpotenzial für Agri-PV im Ackerland vermutlich groß genug ist, um diese Einschränkung ausgleichen zu können. Die Zahl der bisher umgesetzten Agri-PV-Projekte im Ackerland in Österreich wird an dieser Stelle nicht abgeschätzt. Ein besonders großdimensioniertes Projekt stellt jedenfalls der 180 ha große Agri-PV-Park im Bezirk Neusiedl dar, in welchem unter und zwischen nachgeführten Modulen Bio-Landwirtschaft betrieben wird. Neben der Biodiversität als weitere Flächennutzung wird diese Anlage auch mit Windkraft- und Speicheranlagen kombiniert, wodurch im Sinne der Mehrfachnutzung von Flächen von einem Projekt mit Vorbildfunktion gesprochen werden kann (Burgenland Energie, 2024).

5.2.2. Agri-PV und Dauerkulturen im Grünland

Als Dauer- und Sonderkulturen im Grünland, welche im Rahmen von Agri-PV eine Rolle spielen und ein ähnliches Anlagendesign verlangen, sind insbesondere der Wein- und Obstbau sowie Beerenkulturen zu nennen. Zu den herausragendsten Vorteilen von Agri-PV-Anlagen zählen in diesem Bereich der Landwirtschaft auf jeden Fall der Schutz vor Hagel, Regen, Sonne und Wind. Dadurch können ohnehin notwendige Schutzvorkehrungen durch die Agri-PV-Anlage ersetzt oder in sie integriert werden. Als Beispiele können Hagelschutznetze oder Folientunnel genannt werden (Trommsdorff et al., 2024, S. 34). In Deutschland plant ein Landwirt nach dem erfolgreichen Betrieb einer Agri-PV-Anlage mit Hopfen, auch seine Haselnussanbauflächen mit PV-Modulen zu kombinieren (Rosshirt, 2024). Bei der in Abbildung 10 ersichtlichen Agri-PV-Anlage mit lichtdurchlässigen Modulen in Haidegg wurde bei verschiedenen Apfelsorten ein positiver Effekt von Agri-PV auf das Auftreten von Pilzkrankheiten festgestellt. Bestimmte Apfelsorten hatten bis zu 79 % weniger Pilzbefall als die beiden Vergleichsgruppen ohne Agri-PV (Rühmer und Steinbauer, 2023, S. 6-8).



Abbildung 10: Agri-PV im Obstbau im steirischen Haidegg (ECOWIND Handels- & Wartungs-GmbH, 2022)

Bei zwei schweren Hagelereignissen in den Jahren 2023 und 2024 konnte die Agri-PV-Anlage neben all ihren Vorteilen die Obstbäume jedoch nicht bzw. nicht ausreichend schützen, wodurch die Installation eines zusätzlichen Hagelschutzes nötig wurde (Rühmer und Steinbauer, 2024, S. 8-9). Neben allen Herausforderungen sind in Haidegg besonders die Vorteile hinsichtlich des Regenschutzes und der pflanzenbedingten Kühlwirkung auf die PV-Module zu nennen. Wie auch im Ackerbau ist die Bodenverdichtung während der Bauphase ein nicht zu vernachlässigender Aspekt, welcher Gegenmaßnahmen erfordert (Land Steiermark, 2025, S. 5-6). Im Jahr 2023 nahmen Obstanlagen im österreichischen Erwerbsobstbau eine Fläche von 13.484 ha und Weingärten im Jahr 2020 eine Fläche

von 46.165 ha ein, was einer Gesamtfläche von 59.649 ha bzw. rund 597 km² entspricht (Statistik Austria, 2020 und Statistik Austria 2025c). Somit bietet auch dieser, im Vergleich zum Ackerland sowie Dauergrün- und Dauerweideland flächenmäßig kleine Bereich, neben anderen Realisierungsfaktoren ein beträchtliches Flächenpotenzial für Agri-PV.

5.2.3. Agri-PV und Dauergrün- und Dauerweideland

Im Folgenden werden landwirtschaftliche Flächen adressiert, welche

„zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden und seit mindestens fünf Jahren nicht Bestandteil der Fruchtfolge des landwirtschaftlichen Betriebs sind; es können dort auch andere Pflanzenarten wachsen wie Sträucher und/oder Bäume, die abgeweidet werden können, sofern Gras und andere Grünfütterpflanzen weiterhin vorherrschen“ (EU Verordnung Nr. 1307/2013, Art. 4, Abs. 1, lit.).

In der Tierhaltung ist je nach Ausgestaltung eine Kombination mit verschiedenen Arten von Nutz- und Weidetieren wie Rindern, Schweinen, Hühnern, Schafen und Pferden aber auch Wildtieren wie Rotwild möglich. Die Synergieeffekte bestehen in diesem Fall im Schutz der Tiere bei Schlechtwetter und Hitze, sowie durch das Ersetzen der maschinellen Mahd, was die Herausforderungen des Geräteeinsatzes zwischen den Modulen und eine zusätzliche Verdichtung des Bodens verhindert. Zudem wird durch die natürliche Düngung die Artenvielfalt gefördert (BMK, 2023b, S. 15-16). Wie eingangs erwähnt, muss die Verletzungsgefahr und die potenzielle Bauteilschädigung durch die Tiere berücksichtigt werden. Soweit ersichtlich, ist die Verträglichkeit von schräg als auch senkrecht aufgeständerten bodennahen sowie hochaufgeständerte Modulen für alle Weidetierarten gegeben.

Im Jahr 2023 gab es in Österreich gemäß Agrarumweltprogramm 3.400 ha Hühnerweiden. In der Hühnerhaltung können PV-Module senkrecht als Einzäunung und zum Schutz der Weide aufgestellt werden oder in konventioneller bzw. schräger bodennaher Aufständigung. Zweitere Option bietet den Vorteil, dass Hühner nicht nur mehr Schutz vor Raubvögeln erhalten, sondern auch durch ihren natürlichen Instinkt Schutz zu suchen, können PV-Module im Auslaufbereich zu einem erweiterten Bewegungsradius der Tiere und somit zur Schonung einzelner Weidebereiche führen. Zudem dienen die Module als Schattenspende und dem Tierwohl (PV-Austria, 2023a, S. 23 und Landwirtschaftskammer Steiermark, 2020). Wie in Abbildung 11 ersichtlich, sind auch in der Rinderhaltung verschiedene Arten der Aufständigung möglich (BMK, 2023b, S. 15).



Abbildung 11: Agri-PV auf Weideland (outarky GmbH, 2025).

Eine besonders gängige Form der Mehrfachnutzung bei Agri-PV und Viehwirtschaft ist die Haltung von Schafen, wobei die landwirtschaftlichen Synergieeffekte meist gering sind, und die Anlage in diesem Fall in erster Linie auf die Stromproduktion ausgelegt ist (Trommsdorff et al., 2024, S. 36). Da auch bei einer klassischen, im Freiland oder innerörtlich gelegenen PV-Freiflächenanlage – wie sie beispielsweise in Abbildung 12 zu sehen ist – die Mahd oft mittels Schafen und nicht maschinell erfolgt, stellt sich hierbei die Frage nach der Abgrenzung zwischen Agri-PV inkl. einer ausreichenden landwirtschaftlichen Nutzung und einer reinen Pflegemaßnahme bei klassischen PV-FFA. Die Frage nach der Sicherstellung einer landwirtschaftlichen Nutzung bei Agri-PV-Anlagen wird in Kapitel 6 näher behandelt.



Abbildung 12: Klassische PV-Freiflächenanlage mit tierischer Mahd in Ybbsitz (NÖ) (eigene Aufnahme, 2025)

Neben der Weidetierhaltung wird Agri-PV auch im Zuge der Futtermittelproduktion im Dauergrünland genannt. In diesem Fall bietet sich die maschinelle Mahd zwischen senkrechten Modulen – wie bereits in Abbildung 8 gezeigt – an (Trommsdorff et al., 2024, S. 36). Auch der Schutz vor Winderosion wird als Vorteil dieser – oft innovativ genannten – Art der vertikalen Anbringung genannt (PV Austria, 2023a, S. 20). Die Fläche des Dauergrünlandes in Österreich betrug im Jahr 2020 inkl. Brachen und ohne den Almfutterflächen rund 1.678.980 ha oder 16.790 km² (Statistik Austria, 2022). In diesem Fall beträgt der Anteil der Flächennutzung von PF-FFA im Grünland mittels Agri-PV, an dieser Flächenauswahl zwischen rund 0,15 und 0,5 %.

5.3. Zwischenfazit zu Agri-Photovoltaik

Aus fachlicher Sicht gibt es bereits gut beschriebene Klassifikationen von offenen Agri-PV-Systemen, welche auch für Gesetzestexte herangezogen und konkretisiert werden können. Da je nach Art der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung verschiedene Vorteile aber auch Herausforderungen im Kontext von Agri-PV zu erwarten sind, eröffnet sich die Frage, ob für jede Bewirtschaftungsform eigene Kriterien hinsichtlich der Anlagenausgestaltung gerechtfertigt wären. Andererseits liegt die Befürchtung nahe, dass vor dem Hintergrund des sehr dynamischen Erkenntnisgewinnes im Rahmen der landwirtschaftlichen Nutzung zwischen und unter PV-Modulen, jede Überregulierung nicht nur die Weiterentwicklung von Agri-PV- hemmen kann, sondern auch dessen quantitativen Ausbau. Um für Agri-PV fixe Schwellenwerte festlegen zu können, gibt es laut Baumgarten noch zu wenig Erkenntnisse (A. Baumgarten, Interview am 31.10.2024). Die Zusammenschau der Praxistauglichkeit von Agri-PV hat jedenfalls gezeigt, dass dieses komplexe Themenfeld im Detail noch vor einigen Unsicherheiten steht. **Grundkenntnisse über die Vielfalt bei Agri-PV scheinen bei tiefergehenden legislatischen Entscheidungen jedenfalls von großer Bedeutung.**

6. Rechtliche Rahmenbedingungen für Agri-PV

Auf der eben dargestellten Zusammenschau der möglichen Mehrfachnutzungen bei Agri-PV aufbauend, werden in diesem Kapitel die rechtlichen Festlegungen zu Agri-PV auf Bundes- und Länderebene zusammengefasst. Da die rechtlichen Regulierungen der Bundesländer in ihrer Gesamtheit sehr umfangreich sind und in der Anwendung komplex sein können, wird nur das Bundesland Niederösterreich aufgrund des dortigen Rechtsbestandes und seiner besonderen Doppelrolle ausführlicher als die übrigen Bundesländer behandelt. Die Doppelrolle besteht hinsichtlich des großen PV-Potenzials auf Freiflächen einerseits und der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen andererseits. Zudem muss erwähnt werden, dass im Folgenden in erster Linie raumrelevantes Recht hinsichtlich der quantitativen und qualitativen Gestaltungsmöglichkeiten von PV-FFA von Interesse ist. Rechtsmaterien wie beispielsweise Steuerrecht, Forstrecht, Grundverkehrsrecht, Naturschutzrecht oder das Wasserrecht liegen nicht im besonderen Fokus der folgenden Betrachtung. Es sei an dieser Stelle jedoch erwähnt, dass neben dem Naturschutzrecht beispielsweise das Forstrecht und das Wasserrecht, auf bestimmten Flächen durchaus eine hohe Genehmigungsrelevanz für PV-FFA besitzen können. Eine einigermaßen aktuelle Schnellübersicht zu Genehmigungsschwellenwerten bei PV-FFA in den Bundesländern kann einem Leitfaden von PV Austria entnommen werden (PV Austria, 2024b). Die Errichtung einer Agri-PV-Anlage kennt in Österreich vier Phasen, welche sich aus 1) Projektentwicklung und Netzanschluss, 2) Planung und Errichtung, 3) Inbetriebsetzung und 4) Betrieb inkl. Konformitätsüberwachung zusammensetzt (BMK, 2023b, S. 32). Im Zuge der Raumplanung sind besonders die nötigen Genehmigungen in Phase 2 relevant, wobei auch die Sicherstellung einer konformen Nutzung in Phase 4 von Interesse ist. Zudem soll die Ausführung der rechtlichen Situation in Frankreich einen Vergleich bieten, wo die Regulierung von Agri-PV in Österreich hinsichtlich ihres Umfangs und ihrer Detailtiefe momentan steht.

6.1. Rechtliche Bestimmungen auf Bundesebene

Als Gesetz mit Bezug zu Agri-PV auf Bundesebene ist in erster Linie das ‚Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz‘ zu nennen. Das Ziel dieses Gesetzes, mit dem auch verschiedene EU-Richtlinien und EU-Verordnungen umgesetzt werden, ist die Klimaneutralität Österreichs bis 2040. Hinsichtlich PV-FFA und Agri-PV wird im EAG insbesondere deren finanzielle Förderung geregelt (EAG, 2024, §§ 2-4). Eine einfache gesetzliche Definition von Agri-PV lautet im Falle des EAG: *„Grundflächen, die gleichzeitig zur Stromproduktion mittels Photovoltaik und zur landwirtschaftlichen Produktion genutzt werden;“* (EAG, 2024, § 5). Bezüglich der Marktprämie für den durch PV-Anlagen eingespeisten Strom fallen laut EAG Abschläge für PV-Anlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und PV-Anlagen im Grünland in der Höhe von 25 % an. Diese Abschläge entfallen gemäß § 33 des EAG vollständig falls die PV-FFA als Agri-PV-Anlage errichtet wird, welche die landwirtschaftliche Hauptnutzung nicht oder nur geringfügig

beeinträchtigt. Ob die betreffende Agri-PV-Anlage diese Kriterien erfüllt wird in der EAG-Marktprämienverordnung [= EAG-MPV] konkretisiert (EAG-MPV, 2024, § 6):

- Zwingende landwirtschaftliche Hauptnutzung (Stromproduktion ist Sekundärnutzung)
- *„Gleichmäßige Verteilung der PV-Module auf der Gesamtfläche“* (falls der Erhalt der bestehenden Biotopstrukturen dies ermöglicht)
- *„Landwirtschaftliche Nutzung von mindestens 75 % der Gesamtfläche“* (tierische oder pflanzliche Erzeugung)
- *„Die Art der Aufständigung muss die Bearbeitbarkeit der Fläche sicherstellen“*
- *„Flächenverlust an der Gesamtfläche durch Aufbauten, Unterkonstruktionen sowie Anlageninfrastruktur von höchstens 7 % der Gesamtfläche“*
- *„möglichst homogene Verteilung des Niederschlagswassers auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche“*
- *„Minimierung des Auftretens von Erosion und Verschlammung auf Grund von Wasserabtropfkanten durch die Konstruktion der Anlage.“*

Somit enthält die EAG-MPV bereits eine detaillierte Vorstellung davon, was unter einer förderwürdigen Agri-PV-Anlage zu verstehen ist. Diese Kriterien decken sich großteils auch mit jenen der DIN SPEC 91434. In Ergänzung dazu enthält die EAG-Investitionszuschüsseverordnung-Strom [= EAG-IZV] eine Definition weiterer wesentlicher Aspekte von Agri-PV (EAG-IZV, 2024, § 2, Abs. 1):

- Landwirtschaftliche Fläche: *„eine Fläche zur Gewinnung jeglicher Art von pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen, eine gemähte, beweidete Fläche und eine ungenutzte Fläche im Bereich der Landwirtschaft;“*
- Landwirtschaftliche Hauptnutzung – pflanzlich: *„die Gewinnung jeglicher Art von pflanzlichen Erzeugnissen, sofern diese von der Fläche abtransportiert und einem wirtschaftlichen Nutzen zugeführt werden;“*
- Landwirtschaftliche Hauptnutzung – tierisch: *„eine Beweidung der Fläche mit einem Viehbesatz von mindestens 1 Großvieheinheit je Hektar Gesamtfläche (GVE/ha), sodass der Aufwuchs vollflächig genutzt wird; gegebenenfalls hat eine zusätzliche Weidepflege zu erfolgen“*

Hierbei sind besonders die Anforderungen an eine tatsächliche landwirtschaftliche Hauptnutzung sowie die Sicherstellung einer landwirtschaftlichen Nutzung im Allgemeinen zentrale Kriterien, welche auch für das Raumordnungsrecht relevant erscheinen. Für PV-FFA im Grünland sind zudem weitere

Fördervoraussetzungen enthalten, welche auch stichprobenartig von der Förderabwicklungsstelle überprüft werden sollen (EAG-IZV, 2024, § 4, Abs. 2):

- *„Sicherstellung der rückstandslosen Rückbaubarkeit der Anlage samt Anlageninfrastruktur,“*
Sollte nach der PV-Nutzung dennoch eine Verschlechterung der Bodenstruktur vorliegen, sind Maßnahmen zu treffen, um die ursprüngliche Bodenqualität möglichst wiederherzustellen.
- *„Abstand der Modultischunterkante zum Boden von mindestens 80 cm und Reihenabstände, gemessen zwischen den gegenüberliegenden Modulflächen von mindestens zwei Metern.“*
Wobei Tracker-Systeme und vertikale PV-Anlagen ausgenommen sind.
- Zudem müssen zumindest 5 Maßnahmen aus folgender Liste umgesetzt werden (EAG-IZV, 2024, § 4, Abs. 2, Z 3, lit. a-j):
 - *„im Falle einer Umzäunung, Begrünung des Zaunes mit standortangepassten Pflanzen gebietseigener Herkunft;*
 - *Anlegen von standortangepassten Hecken oder Büschen gebietseigener Herkunft;*
 - *Errichtung von Ansitzstangen sowie Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse und Insekten;*
 - *Schaffung von Blühstreifen unter Verwendung gebietseigener Saatmischungen;*
 - *Bewirtschaftung der Fläche durch alternierende Mahd unter Einhaltung einer Mahdhöhe von mindestens zehn Zentimetern;*
 - *Bewirtschaftung der Fläche unter Einhaltung einer Mahdfrequenz von höchstens zweimal pro Jahr und einer Mahdhöhe von mindestens zehn Zentimetern;*
 - *Beweidung der Fläche ohne maschinelles Mähen;*
 - *Begrünung der Fläche mit regionalen Saatgutmischungen mit mindestens 15 Pflanzenarten und Wildkräutern, Erhöhung der Strukturvielfalt durch Anlegen von Totholz- und/oder Steinhaufen.*
 - *Erhöhung der Strukturvielfalt durch Anlegen von Totholz- und/oder Steinhaufen.“*

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 4 beleuchteten Raumverträglichkeit von PV-FFA, definiert das EAG samt seinen konkretisierenden Verordnungen im Rahmen der Förderwürdigkeit von PV-FFA bereits sehr detaillierte Anforderungen. Eine Erhöhung der Investitionszuschüsse um 30 % ist zudem für sogenannte ‚innovative Anlagen‘ vorgesehen, welche beispielsweise Parkplatz-PV und PV-Anlagen auf Lärmschutzwänden und Staumauern umfassen. Auch Agri-PV gilt als innovative PV-Anlage, sofern die Module vertikal oder hochaufgeständert montiert werden (EAG-IZV, 2024, § 6, Abs. 4-5). Zudem muss ein Nutzungskonzept vorgelegt werden, in dem die geplante landwirtschaftliche Hauptnutzung der nächsten 10 Jahre detailliert beschrieben werden muss (EAG-IZV, 2024, § 9, Abs. 2, Z 4). Auch Änderungen der landwirtschaftlichen Nutzung in der geförderten Agri-PV-Anlage sind zu melden (EAG-

IZV, 2024, § 14, Abs. 3, Z 4). Werden bei einer Agri-PV-Anlage mit Nutzungskonzept die festgelegten Kriterien nicht eingehalten, muss die Fördersumme zurückgezahlt werden (EAG-IZV, 2024, Abs. 1, Z 12). Somit scheint zumindest in Bezug auf staatlich geförderte Agri-PV-Anlagen eine Kontrolle gegeben, ob die landwirtschaftliche Nutzung bzw. Hauptnutzung sowie eine raumverträgliche Ausgestaltung auch tatsächlich gegeben ist.

6.2. Regulierung in Niederösterreich

Formelle Regelungen zu PV-FFA finden sich neben der Relevanz des NÖ Naturschutzgesetzes [= NÖ NSchG] im 1) NÖ Elektrizitätswesengesetz [= NÖ ElWG], im 2) NÖ Raumordnungsgesetz [= NÖ ROG], in der 3) NÖ Bauordnung [= NÖ BO], im 4) ‚Sektoralen Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich‘ [= NÖ SekRop PV] sowie in den 20 4) Regionalen Raumordnungsprogrammen. Im Rahmen der Leitziele des NÖ ROG sollen raumordnerische Maßnahmen unter anderem auf den *„Ausbau der Gewinnung von erneuerbarer Energie“*, auf die *„Reduktion von Treibhausgasemissionen“* sowie auf die *„sparsame Verwendung von Grund und Boden“* ausgerichtet werden (NÖ ROG, 2024, § 1, Abs. 2, Z 1, lit. b). PV-FFA werden in Niederösterreich grundsätzlich je nach Leistung, Flächenausmaß und Widmung gesondert behandelt.

PV-FFA mit einer Engpassleistung von bis zu 50 kW sind in den Widmungsarten des Grün- und Baulandes, sofern keine anderen Bestimmungen betroffen sind, anzeige- und bewilligungsfrei. PV-FFA mit einer Engpassleistung von mehr als 50 kW und unter einer Flächennutzung von 2 ha im Grünland bedürfen der Widmung ‚Grünland-Photovoltaikanlagen‘ im Flächenwidmungsplan [= Gpv] (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 2, Z 21). Um dies im Falle einer Projektentwicklung zu prüfen, sind PV-FFA mit über 50 kW Leistung als geringfügige bauliche Maßnahme, hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit dem Flächenwidmungsplan gemäß § 15 Abs. 1 Z 2 lit. e der NÖ Bauordnung anzeigepflichtig. Zudem brauchen PV-Anlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 1 MWp eine Genehmigung gemäß § 5 Abs. 2 Z 3 des NÖ Elektrizitätswesengesetz. Ob einzelne oder mehrere PV-FFA insgesamt über 50 kW Engpassleistung verfügen, hängt davon ab, ob sie in einem räumlichen Zusammenhang stehen. Dieser ist jedenfalls gegeben, wenn die Anlagen auf demselben Grundstück oder auf angrenzenden Grundstücken stehen (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 2, Z 21). Darüber hinaus ist bei der Gpv-Widmung einer Fläche

„insbesondere auf die Erhaltung der Nutzbarkeit hochwertiger landwirtschaftlicher Böden, die Geologie, die Interessen des Naturschutzes bzw. übergeordnete Schutzgebietsfestlegungen, den Schutz des Orts- und Landschaftsbildes, die vorhandene und geplante Netzinfrastruktur

sowie die Vermeidung einer Beeinträchtigung des Verkehrs Bedacht zu nehmen.“ (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 3d).

Analog zum räumlichen Zusammenhang kann auch ein funktioneller Zusammenhang zwischen mehreren PV-FFA vorliegen, wodurch deren Leistung und Fläche ebenfalls zu addieren ist. Ein funktioneller Zusammenhang zwischen mehreren PV-FFA liegt jedenfalls vor, wenn der Abstand zwischen ihnen weniger als 200 Meter beträgt (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 3d). In der Praxis hat sich in den Gemeinden dadurch oftmals eine 2+2+2 ha Realisierung mit jeweils 200 Metern Abstand durchgesetzt, um mehr PV-Leistung in einem räumlichen Nahbereich installieren zu können (D. Dittrich, Interview am 06.12.2025). PV-FFA mit einer flächigen Ausdehnung von mehr als 2 ha sind nämlich nur in den festgelegten Zonen des NÖ SekRop PV möglich (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 3c). Als Ausnahmen zu dieser zonenhaften Regelung können jedoch folgende Flächen ebenfalls als Grünland-Photovoltaikanlagen mit über 2 ha gewidmet werden:

- Bis zu 10 ha können im Zusammenhang mit Betrieben als Gpv gewidmet werden, wenn zwischen dem betreffenden Betriebsstandort und dem nächstgelegenen Punkt der Gpv-Widmung der Anlage nicht mehr als 500 Meter Abstand besteht. Der Betrieb muss sich zudem auf einer entsprechenden Baulandwidmung befinden (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 3e, Z 1). Darüber hinaus ist dies nur möglich, wenn folgende Kriterien erfüllt sind (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 3e, Z 1, lit. a bis c):
 - Alle geeigneten Dach- und Stellplatzflächen müssen für PV-Anlagen genutzt werden.
 - Die Widmungsfläche bzw. die PV-FFA wird für die betriebliche Eigenversorgung verwendet.
 - Die direkte Einspeisung des PV-Stroms in die Verbrauchsanlagen des Betriebs muss sichergestellt sein.

Sofern Punkt 1 erfüllt ist, dürfen für Betriebe mit einem Jahresstromverbrauch von über 20 GWh höchstens 10 zusätzliche ha gewidmet werden, wodurch insgesamt maximal 20 ha im Rahmen der betrieblichen Eigenversorgung möglich sind.

- Auf künstlich geschaffenen, stehenden Gewässern dürfen ebenfalls PV-FFA von über 2 ha realisiert werden (NÖ ROG, 2024, § 20, Abs. 3e, Z 2).

Sollen PV-FFA im Grünland ohne einem betrieblichen Kontext mit einem räumlichen oder funktionellen Zusammenhang auf über 2 ha errichtet werden, muss die betreffende Anlage samt Widmung in einer Zone gemäß NÖ SekRop PV realisiert werden. In diesem überregionalen Raumordnungsprogramm aus dem Jahr 2022 wurden 116 Zonen mit einem Gesamtflächenausmaß von circa 1.660 ha festgelegt.

Diese Zonen, welche der Realisierung großflächiger PV-FFA dienen sollen, wurden bereits hinsichtlich ihrer Raumverträglichkeit durch das Land NÖ ausgewählt (Land NÖ, 2022a, S. 2-3). Die Zonen sind wie in Abbildung 13 zu sehen, im Anhang der Verordnung mittels Orthofotos, Grundstücksgrenzen (gelb) und Grundstücksnummern (schwarz) verortet (NÖ SekRop PV, 2022, Anlage 85). Die Benennung der rot hervorgehobenen Zonen nimmt zudem Bezug auf den jeweiligen Bezirk, in welchem sich die Zone befindet. In diesem Fall handelt es sich um die 18. Zone im Bezirk Mistelbach. Wie deutlich zu erkennen ist, befindet sich im unmittelbaren Nahbereich der PV-Zone technische Infrastruktur, wodurch das Landschaftsbild bereits vor der Realisierung einer PV-FFA eine technogene Prägung aufweist. Auch die freien Kapazitäten der Trafostation in der sichtbar nahegelegenen Kläranlage – welche bereits über eine kleine PV-FFA verfügt – sprechen für eine Nutzung der zonierten Flächen durch eine PV-FFA (Netz Niederösterreich GmbH, 2025). Die Bewertung als mittel- bis hochwertiges Ackerland laut landwirtschaftlicher Bodenkarte spricht zumindest für eine teilweise Nutzung durch Agri-PV inklusive Biodiversitätsmaßnahmen (BFW, 2025).



Abbildung 13: PV-Zonierung in Niederösterreich (NÖ SekRop PV, 2022, Anlage 85)

Neben diesen Zonen gibt es laut § 2 Abs. 2 Z 1-3 NÖ SekRop PV noch drei weitere Flächenkategorien, welche dieselbe Rechtswirkung hinsichtlich der Gpv-Widmung von Flächen über 2 ha entfalten und somit ebenfalls als Zone gelten. Dazu gehören folgende Flächen:

- Altlasten gemäß Altlastensanierungsgesetz im Zusammenhang mit einer Sicherung oder Sanierung der Altlast.

- Bestehende Deponien gemäß Abfallwirtschaftsgesetz (ausgenommen landwirtschaftlich genutzte Bodenaushubdeponien)
- Bergbauggebiete gemäß Mineralrohstoffgesetz, sofern die Abbausohle bereits erreicht wurde.

Somit scheinen hinsichtlich Agri-PV in erster Linie ein Gutteil der verordneten 116 Zonen sowie die im Wirkungsbereich der Gemeinden liegenden 2 ha großen PV-FFA relevant zu sein. Während neben anderen Standortfaktoren bestehende Flächen zur Schottergewinnung bereits in manche Zonen inkludiert sind, wird – soweit ersichtlich – der überwiegende Anteil der Zonen aktuell landwirtschaftlich genutzt. Aufgrund der Methodik bei der Zonenfindung ist davon auszugehen, dass es sich hierbei jedoch oft um Böden mit geringer Bodengüte handelt, oder, dass andere Faktoren im Nahbereich der Flächen das überwiegende Interesse an einer PV-Nutzung rechtfertigen (Land NÖ, 2022b, S. 5-15). In jenen Fällen, wo Böden mit besserer Bonität in die Zonierung miteinbezogen wurden, war beispielsweise die Nähe zu Autobahnen oder Umspannwerken ausschlaggebend (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Die PV-FFA in den Zonen dürfen maximal auf einer Gesamtfläche von 5 ha realisiert werden, es sei denn, es wird ein Ökologiekonzept für mindestens 5 ha erarbeitet, wodurch die PV-FFA höchstens 10 ha einnehmen darf (NÖ SekRop PV, 2022, § 3). Im Rahmen des Ökologiekonzeptes müssen folgende Kriterien während der Nutzungsdauer der Anlage erfüllt sein (NÖ SekRop PV, 2022, § 4):

- Rückbaubarkeit zur Wiederherstellung der ursprünglichen Nutzbarkeit
- Maximal die Hälfte der Widmungsfläche darf durch PV-Module überschirmt werden
- Zwischen Modulunterkante und Boden müssen 80 cm liegen; zwischen den Modulreihen 3 m
- Standortgerechte und entsprechend ökologische Begrünung
- Die Fläche muss im Sinne der Biodiversität oder der Ernährung genutzt werden

Auf den letzten Punkt beziehend sind zwei Arten von Ökologiekonzept möglich, wobei im Falle einer die Biodiversität adressierenden Nutzung ein Pflegekonzept zu erstellen ist. Eine Nutzung zum Zwecke der Ernährung erfordert ein Nutzungskonzept und einen Nutzungsplan, in welchen die Art der landwirtschaftlichen Nutzung festgelegt wird. Diese Festlegungen können beispielsweise die Art und Anzahl der Nutztiere im Falle einer Beweidung, Art und Ausmaß der Nutzung im Fall von Acker- oder Obstbau sowie Großvieheinheit oder Produktion pro Hektar enthalten (NÖ SekRop PV, 2022, § 4, Abs. 3).

Im Hinblick auf die Frage, wie die landwirtschaftliche Nutzung bzw. die Einhaltung des Nutzungskonzeptes bei Agri-PV sichergestellt werden kann, hat das Land NÖ einen Leitfaden zum

Ökologiekonzept erstellt, in welchem verschiedene Herangehensweisen beschrieben werden (Land NÖ, 2024, S. 6-15). Eine Möglichkeit besteht darin, das im NÖ SekRop PV definierte Ökologiekonzept mittels Widmungszusatz, wie er gemäß § 20, Abs. 2 Z 21 des NÖ ROG möglich ist, im Widmungsverfahren festzulegen. Darüber hinaus können auf diesem Weg generell Anlagenformen im Zuge der Widmung durch die Gemeinde festgelegt werden. Sollte die PV-FFA oder Agri-PV-Anlage diesen Festlegungen nicht gerecht werden, kann sie als widmungswidrige Verwendung sanktioniert werden (Land NÖ, 2024, S. 6). Die zweite Möglichkeit besteht darin, einen Raumordnungsvertrag gemäß NÖ ROG § 17, Abs. 3-4 abzuschließen, welcher die Sicherstellung eines Ökologiekonzeptes oder sonstiger Maßnahmen als Voraussetzung einer Umwidmung vorsieht (Land, NÖ, 2024, S. 6). In beiden Fällen ist in erster Linie die Gemeinde die zuständige Behörde, um im Zuge des Widmungsverfahrens Anforderungen an eine PV-FFA zu stellen. Ob die beiden Möglichkeiten allein oder in Kombination angewandt werden, hat voraussichtlich je nach Anwendungsfall Vor- und Nachteile (Land NÖ, 2024, S. 7-9).

Beispielsweise bietet ein Raumordnungsvertrag viel Sicherheit für die Gemeinde, während die Ausgestaltung der Anlage relativ früh festgelegt ist und es für spätere Anpassungen weniger Spielraum gibt. Die Gemeinde bzw. der Gemeinderat hat jedenfalls durch einen Widmungszusatz oder den Abschluss eines Raumordnungsvertrages nicht nur die Möglichkeit ein Ökologiekonzept im Rahmen der PV-Zonen des NÖ SekRop sicherzustellen, sondern auch die Möglichkeit, bei kleineren PV-FFA außerhalb der Zonen Anforderungen zu stellen. Auch die Aufsichtsbehörde im Widmungsverfahren, in diesem Fall die Abteilung Bau- und Raumordnungsrecht des Landes NÖ, kann eine dieser Möglichkeiten in den Prozess einbringen (Land NÖ, 2024, S. 6-9). Egal, ob ein Ökologiekonzept, welches im Rahmen der PV-Zonen verpflichtend sein kann, oder sonstige Anforderungen im Zuge der Widmung gestellt werden, sollten Mindestkriterien für die landwirtschaftliche Nutzung sowie für die Ökologie verankert werden. Seitens der Abteilung Raumordnung und Gesamtverkehrsangelegenheiten des Landes NÖ, welche die Zonierung erarbeitet hat, ist es schwierig, bei genehmigten PV-FFA in Zonen mit einem Ausmaß von über 5 ha nachzuvollziehen, ob die Maßnahmen des Ökologiekonzeptes während der Nutzungsdauer eingehalten werden (D. Dittrich, Interview am 06.12.2025).

Somit ist die Kontrolle im Genehmigungsverfahren am höchsten. Österreichweit ist laut Baumgarten eine Sicherstellung der tatsächlichen landwirtschaftlichen Nutzung im Zuge von Agri-PV derzeit noch nicht gegeben, was auch an den sehr unterschiedlichen Herangehensweisen der Bundesländer liegt. Eine bundesweite Stellungnahme zu diesem Thema gibt es nicht (A. Baumgarten, Interview am 03.10.2024). Auch Nemestothy hat hinsichtlich einer echten landwirtschaftlichen Nutzung bei Agri-PV-Anlagen Bedenken geäußert:

„Und was rein das Energieförderrecht betrifft auf Bundesebene, dort haben wir halt bestimmte Regelungen, die eine Erhöhung der Förderung oder überhaupt die Genehmigung ermöglichen, wenn ich das als Agri-PV entsprechend eintakten kann. Und dort haben wir schon entsprechende Grenzgänge zwischen Alibi-Agri-PV und echter Mehrfachnutzung.“ (K. Nemestothy, Interview am 16.10.2024).

Ob durch die Gemeinden und Unternehmen die Ökologiekonzepte eher in Richtung Biodiversität oder in Richtung Landwirtschaft umgesetzt werden, kann seitens des Landes NÖ nicht gesteuert werden, es wird jedoch vermutet, dass aufgrund des zu betreibenden Aufwandes die Mehrfachnutzung mit Biodiversität stärker ausgeprägt sein wird. Im Falle einer landwirtschaftlichen Nutzung wird derzeit wenig von einer Kombination mit Ackerbau ausgegangen (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024).

Zusätzlich zu den angeführten Aspekten der Genehmigung von PV-FFA, ist für PV-FFA in der Regel eine naturschutzrechtliche Bewilligung einzuholen, da sie meist außerhalb des definierten Ortsbereiches liegen (NÖ NSchG, 2023, § 7). Ein weiteres Raumordnungsinstrument in NÖ mit Verordnungskarakter ist das ‚Regionale Raumordnungsprogramm‘, wovon es aktuell 20 gibt. Wie bereits teilweise in Kapitel 3.3. angeführt, gibt es in diesen integralen Raumordnungsprogrammen insbesondere zwei räumliche Festlegungen, welche einen Zielkonflikt mit Agri-PV bewirken können. Die Liste zulässiger Widmungsarten in diesen sogenannten ‚Agrarischen Schwerpunkträumen‘ und ‚Erhaltenswerten Landschaftsteilen‘ enthält laut Verordnungstext nicht die Widmung Grünland-Photovoltaikanlagen. Diese Widmung ist innerhalb dieser Flächen nur dann zulässig, wenn nachgewiesen werden kann, dass die mit dieser Widmung verbundene Zielsetzung an keinem anderen Standort in der Gemeinde erreicht werden kann (Regionales Raumordnungsprogramm Raum Amstetten Nord [= RegRop Amstetten Nord], 2025, § 4, Abs. 1-2). Grundsätzlich sind PV-FFA also auch in agrarischen Schwerpunkträumen und in erhaltenswerten Landschaftsteilen möglich, insbesondere bei Gemeinden, die wie in Abbildung 14 ersichtlich, nahezu flächendeckend über eine der beiden Festlegungen verfügen (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024).

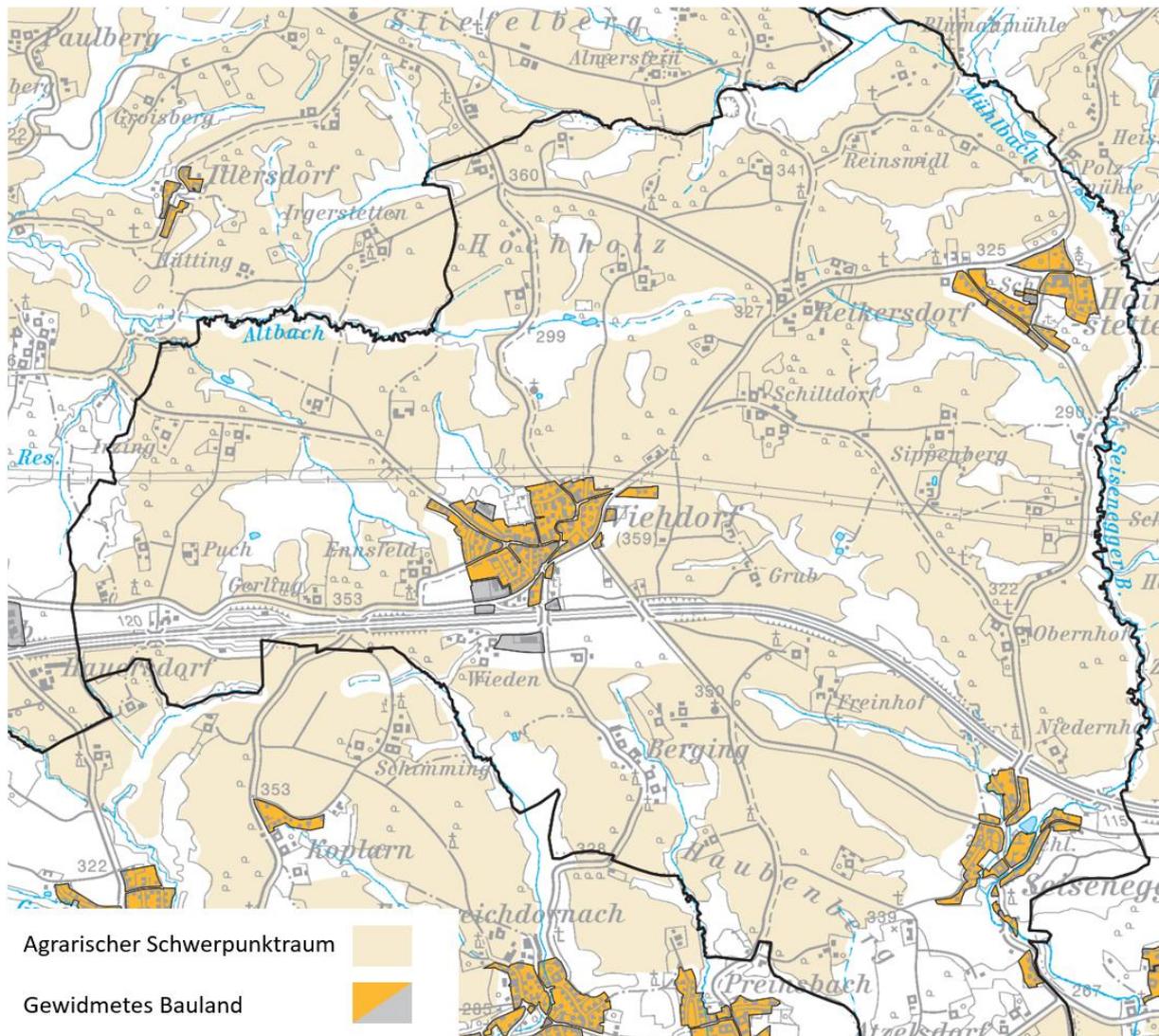


Abbildung 14: Agrarische Schwerpunkträume in NÖ (RegRop Amstetten Nord, 2025, Anlage 5)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die rechtliche Situation in Niederösterreich vielfältige Möglichkeiten zur Umsetzung von PV-FFA bietet. Ob eine PV-FFA jedoch in Kombination mit einer landwirtschaftlichen Nutzung erfolgt, ist nahezu vollständig dem Projektwerber und der Standortgemeinde überlassen. Das Ökologiekonzept, welches hinsichtlich Widmungszusatz und Raumordnungsvertrag als Bezugsgröße bzw. Regelwerk dienen kann, bietet als fachlicher Standard, an welchem sich die Gemeinden orientieren können, mit Sicherheit einen großen Mehrwert. Gemeinden haben zudem die Möglichkeit, strategische Entscheidungsgrundlagen für PV-FFA in einem örtlichen Entwicklungskonzept im Rahmen ihres örtlichen Raumordnungsprogrammes zu verordnen (NÖ ROG, 2024, § 13, Abs. 1-4). Dabei hat die Gemeinde hinsichtlich landwirtschaftlich genutzter Flächen und PV-FFA selbst die Option, Eignungs-, Ausschluss- und Prüfflächen festzulegen (Land NÖ, 2023, S. 8).

6.3. Regulierung in den weiteren Bundesländern

Die überblicksmäßige Zusammenschau der rechtlichen Regelungen mit Bezug zu PV-FFA und insbesondere zu Agri-PV in den weiteren Bundesländern soll einen Eindruck vermitteln, wie vielfältig die Rechtslage zu diesem Thema ist. Darüber hinaus können nur Handlungsanstöße bzw. -empfehlungen gegeben werden, wenn die aktuelle Rechtslage zumindest als grobe Übersicht gegeben ist. Des Weiteren sind die Gesetze der Bundesländer auf der Suche nach Regelungen für Agri-PV, welche potenziell eine bundesweite Gültigkeit besitzen können, eine wichtige Quelle. Die Bundesländer werden im Folgenden nicht in alphabetischer Reihenfolge näher behandelt. Beginnend mit den beiden Bundesländern Burgenland und Steiermark, welche hinsichtlich ihrer PV-Zonierung eine gewisse Vergleichbarkeit mit Niederösterreich aufweisen, werden zunehmend jene Bundesländer angeführt, deren Regularien ebenfalls Parallelen oder einen hohen Grad an Alleinstellungsmerkmalen aufweisen.

6.3.1. Burgenland

Wie in Niederösterreich sind auch im Burgenland PV-Anlagen vornehmlich gebäudeintegriert zu errichten. Für PV-FFA enthält das Burgenländische Raumplanungsgesetz [= Bgld. RPG], welches allein im Jahr 2024 vier Mal geändert wurde, kontinuierlich veränderte Bestimmungen (Bgld. RPG, 2024). Im Gegensatz zu Niederösterreich sind jene PV-FFA, welche keiner eigenen Widmung bedürfen, nur im Kontext von Gebäuden und Betrieben auf deren Widmungsfläche möglich. Die Vorgabe eines Schwellenwertes erfolgt dabei nicht in Kilowatt, sondern in Form der Modulfläche, welche je nach Anwendung nicht über 35 oder 200 m² betragen darf (Bgld. RPG, 2024, § 22a, Abs. 2, Z 1-3).

Anlagen mit einem größeren Flächenausmaß sind nur in Eignungszonen zulässig, welche wie in Niederösterreich durch die Landesregierung per Verordnung festgelegt wurden. Wenn PV-FFA die eben erwähnten Schwellenwerte an Modulfläche übersteigen, aber einen Flächenbedarf von 10 ha unterschreiten, ist für sie neben einer Eignungszone auch eine entsprechende Widmung nötig. Für PV-FFA auf Grund landesgesetzlicher Vorschriften mit einem Flächenausmaß von über 10 ha gilt lediglich, dass sie der Verordnung für Eignungszonen nicht widersprechen dürfen. Für PV-FFA zur betrieblichen Eigenversorgung gelten wie auch in NÖ Ausnahmen (Bgld. RPG, 2024, § 22a, Abs. 4). PV-FFA, welche eine landwirtschaftliche Nutzung weiterhin ermöglichen, stellen eine besonders zu berücksichtigende qualifizierte Nutzung dar (Bgld. RPG, 2024, § 22d, Abs. 3). Für PV-FFA in den Eignungszonen wurde zudem ein überwiegendes öffentliches Interesse verankert (Bgld. RPG, 2024, § 22d, Abs. 4). Gleichzeitig wird jedoch für PV-FFA, welche nicht anzeige- und bewilligungsfrei sind, eine Landesabgabe für das belastete Landschaftsbild eingehoben (Bgld. RPG, 2024, § 22c, Abs. 1).

Als Unterschied zu den per Verordnung festgelegten PV-Zonen in Niederösterreich gibt es für die 80 verordneten Eignungszonen im Burgenland jeweils individuelle und teilweise sehr detaillierte Kriterien, welche die dort realisierbaren PV-FFA erfüllen müssen. Hinsichtlich Agri-PV ist dabei festzuhalten, dass in 18 der 80 Eignungszonen die PV-FFA nur als Agri-PV-Anlage ausgeführt werden darf. Teilweise wird sogar festgeschrieben, welche landwirtschaftliche Nutzung in Kombination mit der Anlage zulässig ist. Während in vielen Eignungszonen offengelassen wird, welcher Typ von PV-FFA realisiert werden kann, wird in einigen Zonen die Fortführung der Landwirtschaft zugunsten der Ökologie gezielt ausgeschlossen. Auch im Allgemeinen werden hinsichtlich der Raumverträglichkeit je nach Zone, Maßnahmen wie 1) ein Verzicht auf eine Einzäunung, 2) Wildtierkorridore, 3) landschaftspflegerische Begleitmaßnahmen, 4) straßenbegleitende Sichtschutzpflanzungen, 5) Beschränkung der Maximalhöhe, etc. angeordnet. Wie in Abbildung 15 ersichtlich, werden in manchen Zonen die individuellen Maßnahmen und Gestaltungskriterien räumlich verortet.

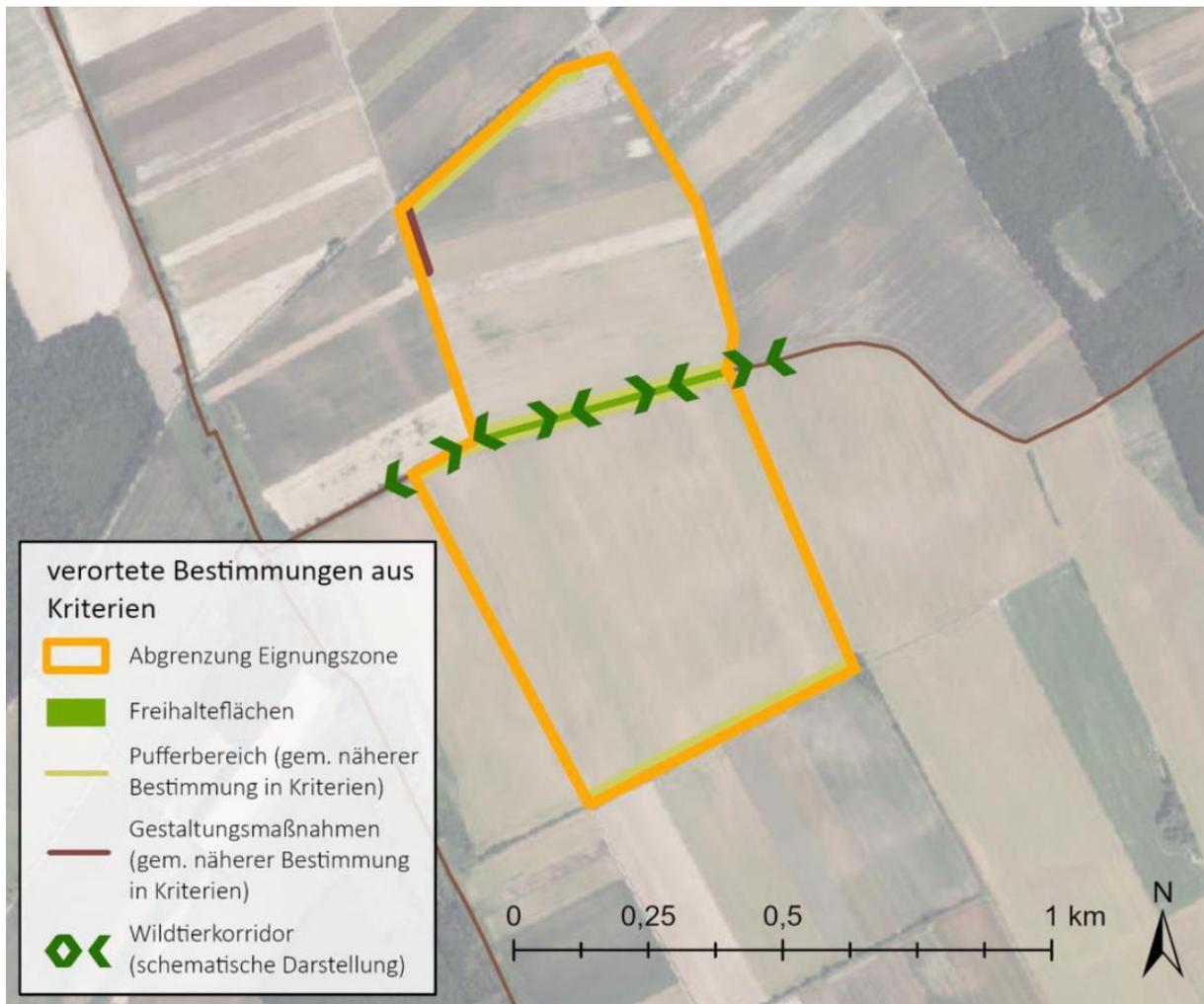


Abbildung 15: PV-Eignungszone im Burgenland mit verorteten Gestaltungsmaßnahmen (Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom mit der Eignungszonen für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Burgenland festgelegt werden, 2024, Anlage 1)

Für einige Zonen, in welchen eine PV-FFA nur als Agri-PV möglich ist, muss diese den in Kapitel 5.2.1. dargelegten Bestimmungen der EAG-Marktprämienverordnung gerecht werden (Verordnung der Burgenländischen Landesregierung, mit der Eignungszonen für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Burgenland festgelegt werden, 2024, Anlage 1-80). Somit bezieht sich das Burgenland hinsichtlich einer Definition von Agri-PV auf ein Bundesgesetz. Die Umsetzung von größeren PV-FFA im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinde scheint im Burgenland schwieriger als in NÖ. Ob die sehr detaillierten Festlegungen in den Eignungszonen hinsichtlich Agri-PV und Biodiversität ein besseres Modell darstellen als die vergleichsweise offene Handhabung in NÖ, bleibt zu diskutieren.

6.3.2. Steiermark

In der Steiermark existiert eine Definition von Agri-PV, welche jener der EAG-MPV ähnelt, bereits im Steiermärkischen Raumordnungsgesetz [= StROG]. Während eine Agri-PV-Anlage grundsätzlich auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche errichtet werden muss, sind darüber hinaus folgende Anforderungen zu erfüllen (StROG, 2024, § 2, Abs. 1, Z 1):

- zwingende landwirtschaftliche Hauptnutzung mit tierischen oder pflanzlichen Erzeugnissen mit der Stromproduktion als Sekundärnutzung
- gleichmäßige Verteilung der PV-Module
- landwirtschaftliche Nutzung von mindestens 75 %

Bereits beim Ansuchen um eine Baubewilligung muss eine entsprechende land- oder forstwirtschaftliche Nutzung vorliegen. Im sogenannten Freiland, welches den niederösterreichischen Grünlandwidmungen entspricht, können „*Agri-Photovoltaikanlagen auf einer bewirtschafteten Fläche von mehr als 0,5 ha*“ als Sondernutzung festgelegt werden (StROG, 2024, § 33, Abs. 3). Ohne dieser festgelegten Sondernutzung können im Freiland PV-FFA mit einer Brutto-Fläche von maximal 400 m² und Agri-PV-Anlagen auf einer landwirtschaftlich bewirtschafteten Fläche von höchstens 0,5 ha errichtet werden. Der räumliche Zusammenhang mehrerer Anlagen entsteht dabei, entgegen den Regeln in NÖ durch die visuelle Wirkung sowie durch das Unterschreiten eines Abstandes von 100 m (StROG, 2024, § 33, Abs. 4, Z 6). Auch in der Steiermark wurden per Verordnung 36 sogenannte Vorrangzonen für PV-FFA im Rahmen der überörtlichen Raumordnung erlassen. Wie bei den Eignungszonen des Burgenlandes gibt es – wie in Abbildung 16 ersichtlich – pro Zone spezifische Gestaltungskriterien im Anhang der Verordnung, wobei diese in der Steiermark nicht so detailliert ausfallen.



Abbildung 16: Darstellung einer PV-Vorrangzone inklusive Spezifikationen in der Steiermark (adaptiert aus Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung, mit der ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie – Solarenergie erlassen wird, 2023, Anlage 2.06)

Zusätzlich wurden Ausschlusszonen sowie Vorgaben für die örtliche Raumplanung definiert. Dabei ist auffällig, dass hierbei erstmals Bauland in Form von Vorrangzonen für Industrie und Gewerbe vor einer Nutzung durch PV-FFA geschützt wird. Zielkonflikte zwischen PV-FFA und Bauland werden im Rahmen dieser Rechtsanalyse jedoch nicht nähergehend behandelt. Die PV-Vorrangzonen sind für PV-FFA mit einem Flächenausmaß von über 10 ha gedacht. Agri-PV-Anlagen sind nur zulässig, wenn sie eine vergleichbare Stromproduktionsleistung wie klassische PV-FFA erbringen. Im Erläuterungsbericht zur Verordnung wird hinsichtlich dieser leistungsbedingten Regelung betont:

„Deshalb sind auch Agri-Photovoltaikanlagen als Sonderform der Freiflächenanlagen aufgrund in der Regel geringerer Stromproduktionsleistungen nicht vorgesehen. Sollten - aufgrund technischer oder sonstiger Maßnahmen - mit landwirtschaftlicher Produktion kombinierte Anlagentypen eine mit klassischen Freiflächenanlagen im Hinblick auf die flächeneffiziente Nutzung vergleichbare Stromproduktionsleistung erreichen, sind auch derartige Anlagentypen zulässig.“ (Land Steiermark, 2023, S. 8)

Somit wird in diesen für die Energieproduktion bestimmten Bereichen die Stromproduktion durch PV klar als Priorität formuliert. Darüber hinaus werden neben den zonenspezifischen Gestaltungskriterien auch detaillierte grundsätzliche Anforderungen an PV-FFA definiert. Als Ausschlusszonen werden verschiedene Landschafts- und Naturschutzgebiete sowie Gefahrenzonen genannt. In verordneten landwirtschaftlichen Vorrangzonen und Grünzonen sind lediglich Agri-PV-Anlagen erlaubt. Unter einem

Flächenausmaß der PV-FFA von 10 ha dürfen unter bestimmten Anforderungen durch die Gemeinden im örtlichen Entwicklungskonzept ebenfalls PV-Eignungszonen sowie PV-Sondernutzungen im Freiland festgelegt werden. Agri-PV ist von dieser kommunalen Größenbeschränkung ausgenommen (Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung, mit der ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie – Solarenergie erlassen wird, 2023, §§ 1-6).

Da auch in der Steiermark die verordneten PV-Vorrangzonen überwiegend auf landwirtschaftlich nutzbaren Flächen liegen, wird die Frage nach der Erfordernis einer allgemeinen Priorisierung von Agri-PV im nächsten Kapitel zu diskutieren sein. Zusammenfassend bestehen im steiermärkischen Raumordnungsrecht zahlreiche detaillierte Bestimmungen zu PV-FFA und Agri-PV, welche sich durch klar definierte Ausschlusszonen und die Ermächtigung zur Zonierung auf Gemeindeebene von den bisher untersuchten Regelungen unterscheidet.

6.3.3. Kärnten

Im Kärntner Raumordnungsgesetz [= K-ROG] wird hinsichtlich gesondert festzulegender Flächen für Solaranlagen im Grünland sowie für Solaranlagen in den Baulandwidmungen folgender Vorbehalt formuliert: *„Die Landesregierung darf in Übereinstimmung mit den Zielen und Grundsätzen der Raumordnung und den überörtlichen Entwicklungsprogrammen sowie unter Berücksichtigung von Art, Zweck, Standort, Abständen, Flächen-, Kubatur-, Höhen-, Längen- und Breitenausmaßen von Solarenergieanlagen durch Verordnung näher bestimmen,“* (K-ROG, 2025, § 28a).

Dieser näheren Bestimmung wurde im Jahr 2024 mit der Kärntner Photovoltaikanlagen-Verordnung [= K-PhV] genüge getan, welche auch eine eigene Definition von Agri-PV enthält. Diese *„auf einer nachhaltig der landwirtschaftlichen Produktion dienenden Kulturfläche errichtete Photovoltaikanlage“* dient dem Schutz oder der Beschattung im Rahmen 1) des Obstbaues, 2) der Geflügelwirtschaft oder 3) der Fischzucht. Im Falle einer Weidetierhaltung gilt die PV-FFA nur als Agri-PV-Anlage bei einem Mindestbestand von 1,5 Großvieheinheiten pro Hektar, wobei die Bewirtschaftung an mindestens 120 Tagen im Jahr erfolgen muss. Die Nutzung ist zudem mittels eines landwirtschaftlichen Betriebskonzeptes nachzuweisen. Der Gemeinde muss alle 5 Jahre durch entsprechende Dokumente eine Kontrolle der Nutzung ermöglicht werden (K-PhV, 2024, § 3). Im Hinblick auf die Frage, ab wann im Rahmen der Weidetierhaltung im Gegensatz zur tierischen Mahd als reine Pflegemaßnahme von Agri-PV gesprochen werden kann, ist die kärntner Definition mit den zwei Dimensionen 1) Mindestviehbestand und 2) Mindestdauer vergleichsweise detailliert. Zur Berechnung der Großvieheinheiten wird auf den Anhang A der Sonderrichtlinie ÖPUL 2023 verwiesen (BML, 2024, S. 3). Dieser bietet auch hinsichtlich des Ackerbaues und der Biodiversität einen Referenzwert. Agri-PV-

Anlagen, welche die Kriterien für Obstbau, Geflügelwirtschaft und Fischzucht erfüllen, bedürfen keiner gesonderten Widmung im Flächenwidmungsplan (K-PhV, 2024, § 4). Agri-PV-Anlagen mit Weidetierhaltung brauchen die Widmung ‚Grünland – Agri-Photovoltaikanlage‘ (K-PhV, 2024, § 5). Mit verschiedenen Ausnahmebestimmungen darf die Widmungsfläche für klassische PV-FFA oder Agri-PV-Anlagen maximal 4 ha betragen, wobei der Abstand zwischen einzelnen Widmungsflächen 1.000 m betragen muss (K-PhV, 2024, § 5). Neben Flächen, welche nur mit entsprechender Prüfung für PV-FFA verwendet werden dürfen, werden auch klassische Ausschlusskriterien wie Nationalparks oder Gefahrenzonen definiert (K-PhV, 2024, § 6).

Eine Abweichung der Kärntner Bestimmungen, welche bislang in dieser Form nicht hervorgetreten ist, besteht in der Unterscheidung verschiedener Typen von Agri-PV bei der Widmungsfrage. Zudem gibt es in Kärnten eine eigene Widmung für Agri-PV, was neue regulatorische Spielräume eröffnet. Dass bestimmte Agri-PV-Anlagen – unbeschadet der Bestimmungen laut Kärntner Bauordnung und Umweltplanungsgesetz – keiner Widmung bedürfen ist ein Ansatz, welcher im Rahmen der Vereinbarkeit von PV-Ausbau und Landwirtschaft vielversprechend erscheint.

6.3.4. Salzburg

Im Salzburger Raumordnungsgesetz [= Slbg. ROG] werden PV-FFA ‚freistehende Solaranlagen‘ genannt. Ab einer Kollektorfläche von über 200 m² sind diese nur auf im Flächenwidmungsplan gekennzeichneten Flächen möglich, wobei für Bauland, auf Verkehrsflächen sowie in vorbelasteten Gebieten im Grünland einheitliche Kriterien gelten. Räumliche Nahverhältnisse mehrerer Anlagen bedingen auch hier ein Zusammenrechnen der Anlagenflächen. Hinsichtlich der Ausgestaltung von Anlagen über 200 m² im unbelasteten Grünland sowie Agri-PV wurden in der Photovoltaik-Kennzeichenverordnung nähergehende Kriterien definiert (Slbg. ROG, 2023, §§ 36 und 39b). Neben den spärlichen Bestimmungen zu PV-FFA im Slbg. ROG müssen größere Anlagen eine Bodenstandorteignung aufgrund dieser Verordnung erfüllen. Hierfür bildet die nach der ÖNORM L 1076 durchgeführte Bodenfunktionsbewertung die fachliche Grundlage, nach der Böden hinsichtlich ihrer ökologischen Wertigkeit und ihrem landwirtschaftlichen Potenzial kategorisiert werden. Wie in Tabelle 13 ersichtlich, müssen PV-FFA je nach der Wertigkeit des Bodens am Projektstandort eine bestimmte Punktzahl erreichen, um errichtet werden zu dürfen. Die Kategorie 5 stellt hierbei die besten Böden dar.

Kategorie gemäß Bodenfunktionsbewertung (hinsichtlich der Produktionsfunktion)	erforderliche Punktezahl
Böden der Kategorie 1, 2 und 3	20
Böden der Kategorie 4	30
Böden der Kategorie 5	40

Tabelle 13: Bodenfunktionsbewertung und PV-FFA in Salzburg (eigene Darstellung mit Daten aus Photovoltaik-Kennzeichnungsverordnung, 2023, § 1)

Die Nähe zu anthropogenen Landschaftselementen und bestimmter Infrastruktur wie beispielsweise Umspannwerke, Deponien oder hochrangige Verkehrsverbindungen bringt zwischen 5 und 15 Punkten. Neben einer Punktevergabe aufgrund der Leistung der PV-FFA von 5 oder 10 Punkten sind auch für die energiewirtschaftliche Flächeneffizienz der Anlage 5 oder 10 Punkte zu erreichen. Wird die PV-FFA als Agri-PV-Anlage ausgeführt, sind 5 Punkte anzurechnen, im Falle einer innovativen Agri-PV-Anlage 10 Punkte. Während die allgemeine Definition von Agri-PV in der Verordnung stark an die bisherigen Definitionen angelehnt ist, werden als innovative Anlagen 1) vertikal montierte Module und 2) mindestens 2 Meter hoch aufgeständerte Module definiert (Photovoltaik-Kennzeichnungsverordnung, 2023, §§ 1-4). Somit erscheint es durchaus realistisch, dass Agri-PV zumindest auf Böden der Kategorie 5 in vielen Fällen der ausschlaggebende Faktor ist, um eine PV-FFA realisieren zu können. Ob diese Art der Regulierung, welche sich von jenen der anderen Bundesländer klar abhebt, in der Praxis zu einer besseren Vereinbarkeit von Landwirtschaft und PV-FFA führt, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Im Erläuterungstext zur Verordnung wird jedenfalls ausführlich beschrieben, warum Agri-PV-Anlagen gegenüber klassischen PV-FFA der Vorzug zu geben ist, dadurch *„werden diese gegenüber konventionellen Anlagen bevorzugt und erhalten dementsprechend mehr Punkte in der Bewertung“* (Land Salzburg, 2023, S. 3).

6.3.5. Oberösterreich

In Oberösterreich dürfen sogenannte ‚frei stehende Photovoltaikanlagen‘ mit einer Modulfläche von bis zu 50 m² gemäß Oberösterreichischem Raumordnungsgesetz [= OÖ ROG] im Bau- und Grünland errichtet werden. Über dieses Flächenausmaß hinausgehende Anlagen brauchen im Grünland die Widmung ‚Grünland-Sonderausweisung‘ (OÖ ROG, 2023, §§ 21 und 30a). PV-FFA sind zudem anzeige- und bewilligungsfrei, sofern ihre Höhe maximal 2 Meter über dem Gelände beträgt und sie gemäß Oberösterreichischem Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz nicht bewilligungspflichtig sind (Oö. Bauordnung, 2025, § 26, Z 15). Im Grünland bedürfen PV-FFA mit einer Kollektorfläche von mehr als 500 m² einer naturschutzfachlichen Bewilligung, ab 2 m² ist eine Anzeigepflicht gegeben (Oö. Natur- und Landschaftsschutzgesetz, 2025, §§ 5 und 6). Somit gibt es im Vergleich zu den bisher

beleuchteten Regulierungen der anderen Bundesländer, in Oberösterreich relativ wenig gesetzliche Festlegungen zu PV-FFA. Ob dies den PV-Ausbau beschleunigt oder hemmt, ist soweit nicht ersichtlich. Konkretere Festlegungen sind in der informellen ‚Oberösterreichischen Photovoltaikstrategie‘ zu finden. Da der im Anhang B der Strategie befindliche Kriterienkatalog für PV-FFA im Rahmen des Widmungsverfahrens als Leitfaden für Behörden und Sachverständige dienen soll, ist jedoch davon auszugehen, dass die Photovoltaikstrategie in der Praxis eine formelle Wirkung erzielt (Land Oberösterreich, 2025a, S. 26). Dabei wird anhand dreier Kategorien – welche besonders im Hinblick auf land- und forstwirtschaftliche Flächen gelten – entschieden, ob eine PV-FFA errichtet werden kann (Land OÖ, 2022, S. 38).

Ähnlich zur Regulierung in Salzburg gibt es gemäß Anhang B der Photovoltaikstrategie auch in Oberösterreich eine Bewertung der gesamten Landesfläche hinsichtlich PV-FFA. Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, ist im ‚Digitalen Oberösterreichischen Raum-Informationssystem‘ [= DORIS] für PV-FFA und Agri-PV eine flächige Bewertung mit den Kategorien 1) Prüffläche, 2) tiefergehende Prüferfordernis und 3) Ausschlusszone zu finden (Land OÖ, 2025b). Somit hat auch Oberösterreich eine Systematik mit zahlreichen Alleinstellungsmerkmalen, wie PV-FFA reguliert werden.

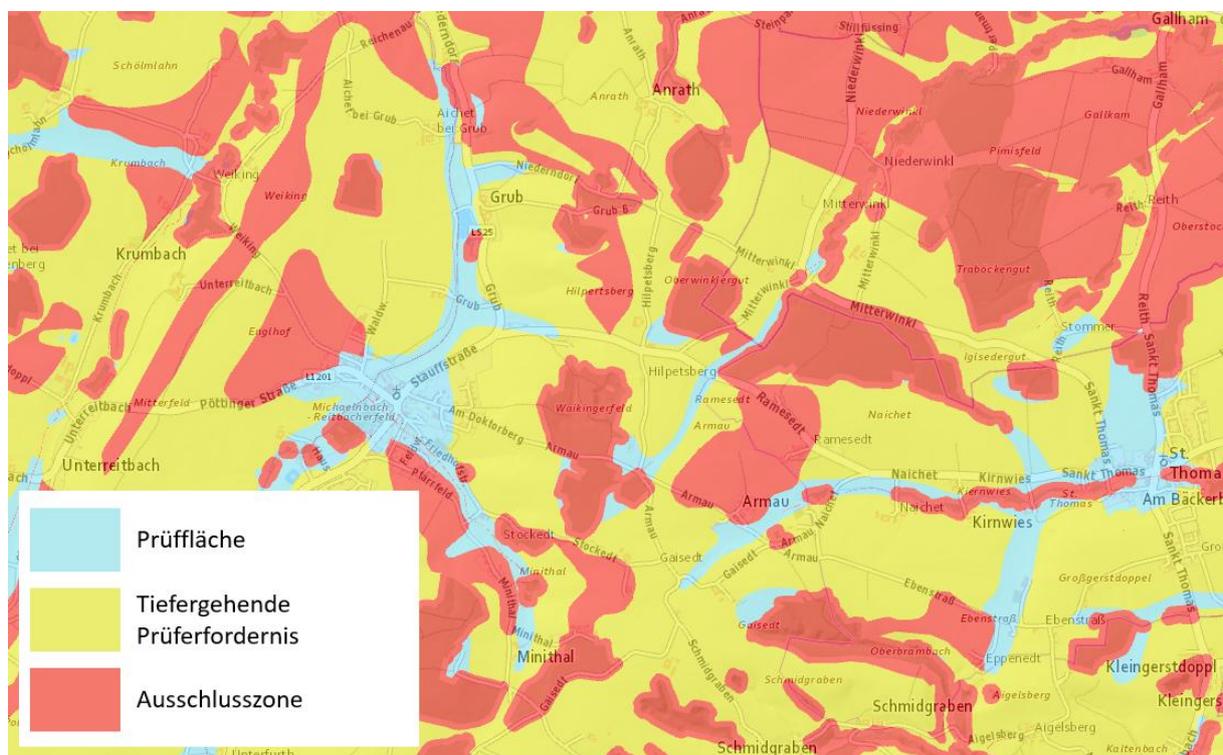


Abbildung 17: Bewertung der Landesfläche für PV-Freiflächenanlagen in OÖ (adaptiert aus Land OÖ, 2025b)

6.3.6. Tirol

Laut Tiroler Raumordnungsgesetz dürfen ‚frei stehende Solaranlagen‘ in der Widmungskategorie ‚Freiland‘ mit einer Fläche von maximal 100 m² errichtet werden (TROG, 2025, § 41, Abs. 2, lit. I). Über 100 m² hinaus bedarf es einer Baubewilligung (Tiroler Bauordnung, 2025, § 52b, Abs. 2, lit. c). Ansonsten ist die Realisierung von PV-Anlagen überwiegend gebäudebezogen. In Kapitel 3.3. wurde bereits die Möglichkeit der Realisierung von Agri-PV-Anlagen auf verordneten landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen dargelegt. Bei der Beurteilung, ob tatsächlich eine Agri-PV-Anlage vorliegt, werden von der Energiebehörde die Kriterien der EAG-IZV herangezogen (Land Tirol, 2022b, S. 1). Somit bietet in diesem Fall – wie zuvor die EAG-MPV – die EAG-IZV einen Orientierungswert. Zusätzlich wird bei Agri-PV-Anlagen auf landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen ein 1) landwirtschaftliches Betriebskonzept, eine 2) Vermeidung von Böden mit einer Bodenklimazahl 60/50 und eine 3) Bewertung des Landschaftsbildes gefordert. Außerhalb des Ortsbereichs ist ab 2.500 m² Anlagenfläche eine naturschutzfachliche Bewilligung erforderlich (Land Tirol, 2022b, S. 1 & 3).

Zudem wird vom Land Tirol angeführt, dass durch die beträchtliche flächenmäßige Ausdehnung der landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen ein totaler Ausschluss von PV-FFA ein Widerspruch zu den Zielsetzungen des Bundes – welche im EAG verankert sind – wäre. Da mit dem EAG auch EU-Recht umgesetzt wird, sei ein Verbot von PV-FFA auf diesen landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen auch in diesem Sinne rechtswidrig (Land Tirol, 2022b, S. 3). Wie aus Abbildung 18 ersichtlich wird, können die landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen, welche grundstücksscharf festgelegt werden, insbesondere am Talboden einen beträchtlichen Teil der Gemeindeflächen einnehmen (Regionalprogramm Zillertal, 2024, Anlage 2).

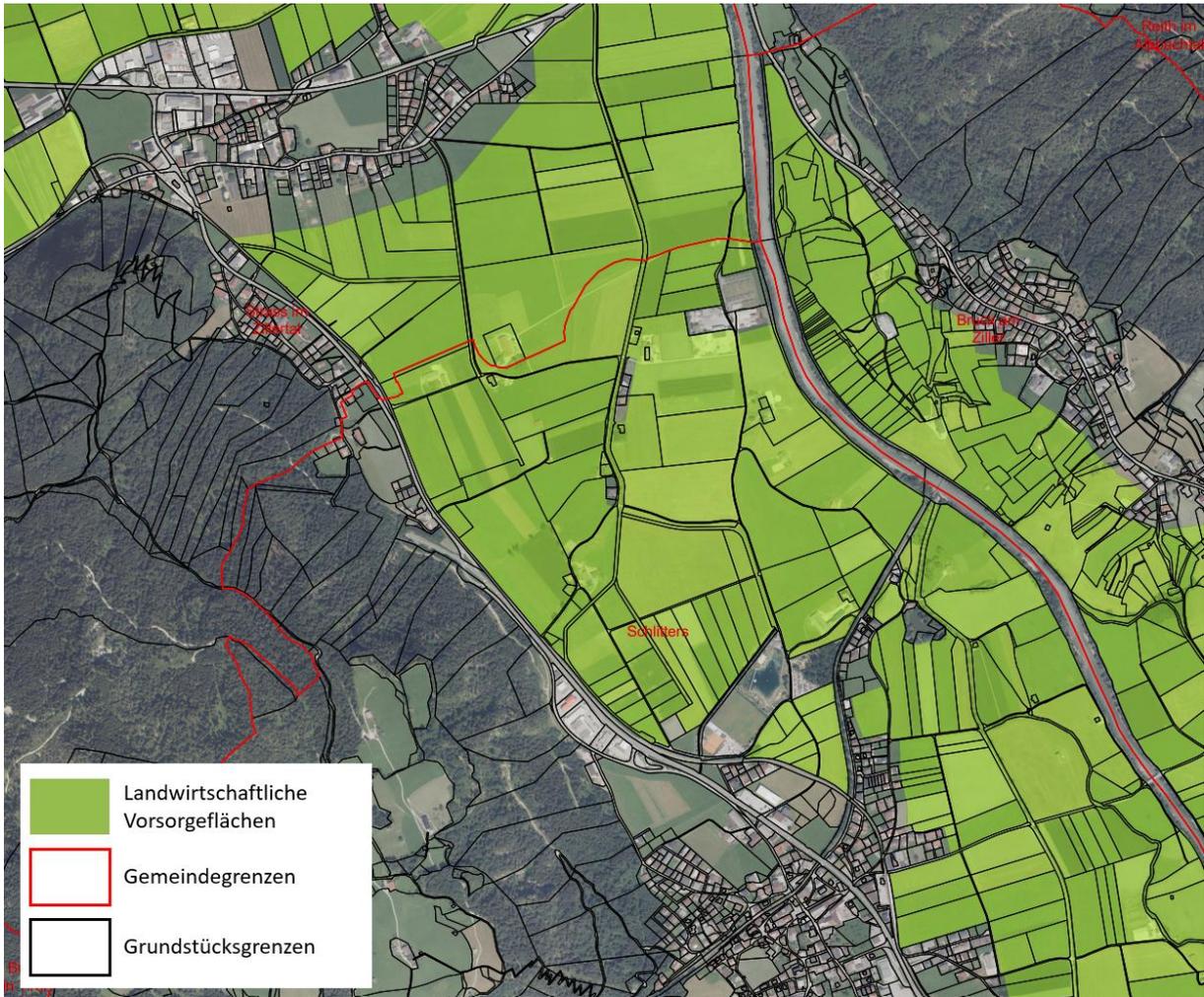


Abbildung 18: Landwirtschaftliche Vorsorgeflächen im Zillertal (adaptiert aus Regionalprogramm Zillertal, 2024, Anlage 2)

6.3.7. Vorarlberg

In Vorarlberg sind PV-Anlagen auf nicht bebauten Flächen unter Einhaltung bestimmter Anforderungen gemäß Baugesetz nur anzeigepflichtig. Anzeige- oder bewilligungspflichtige PV-FFA brauchen zudem eine entsprechende Widmung als Freiland-Sondergebiet. Ab einer Leistung von 500 kWp bedarf es einer Bewilligung nach dem Vorarlberger Elektrizitätswirtschaftsgesetz. Darüber hinaus können Wasserrecht und naturschutzfachliche Belange eine Genehmigungspflicht bedingen (Land Vorarlberg, 2025, S. 4-12). Soweit ersichtlich, ist der PV-Ausbau in Vorarlberg größtenteils im Kontext von Gebäuden und Bauwerken sowie über bereits versiegelten Flächen angedacht. PV-Anlagen auf Freiflächen im Grünland und Agri-PV sind beispielsweise auch nicht förderfähig (Energieinstitut Vorarlberg, 2024).

6.3.8. Wien

Da im Bundesland Wien weder in der Bauordnung, im Klimafahrplan noch im Energie- und Klimarechts-Umsetzungsgesetz bedeutende Regelungen für PV-FFA oder Agri-PV gefunden wurden, wird in diesem Fall auf eine Darstellung der bestehenden Regelungen in Ermangelung ihrer Relevanz für die Forschungsfragen, verzichtet. PV-FFA und Agri-PV-Anlagen bestehen in Wien beispielsweise in der Schafflerhofstraße oder in Liesing. Da in etwa 6.000 ha bzw. über 15 % der Fläche Wiens landwirtschaftlich genutzt werden, scheint auch hier Potenzial für Agri-PV und Biodiversitäts-PV gegeben (Stadt Wien, 2025).

6.4. Regulierung in Frankreich

Zu jenen Ländern, welche Agri-PV in Europa als Technologie früh wieder aufgegriffen haben und sie kontinuierlich weiterentwickeln, zählt insbesondere Frankreich (Trommsdorff et al., 2024, S. 1 & 6). Da in Frankreich viele PV-FFA, welche im Rahmen einer ersten Agri-PV-Ausschreibung entstanden sind, aufgrund fehlender Kriterien keine bis kaum eine landwirtschaftliche Nutzung aufgewiesen haben, führte die Umsetzung dieser undefinierten Anlagen zu einem Akzeptanzproblem in der Landwirtschaft (Trommsdorff et al., 2024, S. 28). Um diesem Problem entgegenzuwirken, hat die französische Regierung im Jahr 2024 das Dekret Nr. 2024-318 erlassen (Deboutte, 2024). Im Gegensatz zu föderal organisierten Staaten wie Österreich hat Frankreich als Zentralstaat zudem die legislativen Möglichkeiten, landesweit einheitliche Vorgaben zu erstellen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Regulierung von PV-FFA und Agri-PV weniger vielfältig ist als in Österreich.

Die Entwicklung in Frankreich zeigt jedoch auf, wie wichtig klare Vorgaben bei der Realisierung von Agri-PV sein können. Weltweit betrachtet scheint es im Allgemeinen erst eine Entwicklung der letzten Jahre zu sein, dass Agri-PV gesetzlich definiert wird (Französische Umweltagentur für Energie, 2021, S. 125). Im Sinne einer Vorwegnahme eines ähnlichen Akzeptanzproblems in Österreich, werden im Folgenden die französischen Festlegungen skizziert. Das ‚Dekret Nr. 2024-318 über die Entwicklung der Agri-Photovoltaik und die Bedingungen für die Installation von Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen, natürlichen oder forstwirtschaftlichen Flächen‘ ist als Ergänzung und Konkretisierung der bestehenden französischen Festlegungen zu sehen, wie sie beispielsweise im ‚Gesetz Nr. 2023-175 zur Beschleunigung der Produktion erneuerbarer Energie‘, im Stadtplanungsgesetz oder im Energiegesetz bestehen (Gossement Avocats, 2024). Wie aus der allgemeinen Definition von Agri-PV hervorgeht, liegt der Fokus nicht nur auf der Vereinbarkeit, sondern deutlich auf der Verbesserung der landwirtschaftlichen Situation durch die Agri-PV Anlage:

„Eine Agri-Photovoltaikanlage ist eine Anlage zur Stromerzeugung, die die Strahlungsenergie der Sonne nutzt und deren Module sich auf einem landwirtschaftlichen Grundstück befinden, wo sie nachhaltig zur Einrichtung, Aufrechterhaltung oder Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion beitragen“ (Code de l'énergie, 2025, Article L 314-36).

Eine Agri-PV-Anlage muss zudem durch einen per Gesetz definierten aktiven Landwirt verwaltet und auf der Standortfläche eine der folgenden Leistungen erbringen: 1) *„Verbesserung des agronomischen Potenzials und der agronomischen Wirkung“*, 2) Klimawandelanpassung, 3) Schutz vor Gefahren oder 4) eine Verbesserung des Tierschutzes. Zudem wird ebenfalls definiert, welche Anlagen nicht als Agri-PV gelten können: 1) Anlagen, welche einen der vier eben genannten Punkte erheblich beeinträchtigen, 2) Anlagen, welche die landwirtschaftliche Hauptnutzung verunmöglichen, 3) Anlagen, welche nicht vollständig rückbaubar bzw. reversibel sind (Code de l'énergie, 2025, Article L 314-36). Im französischen Stadtplanungsgesetz werden zudem zwei Typen von Agri-PV-Anlagen unterschieden, welche aus Agri-Photovoltaikanlagen per oben genannter Definition sowie aus *„agrarkompatiblen PV-Anlagen“* bestehen, welche beide einem bestimmten Rahmendokument entsprechen müssen. Für beide Anlagentypen muss der Rückbau nach der Betriebsphase finanziell gesichert sein. Rodungen auf Waldflächen für Agri-PV-Anlagen sind nicht zulässig, wenn die gerodeten Flächen insgesamt ein Ausmaß von 25 ha übersteigen. Grundsätzlich besteht in Frankreich – wie auch in Österreich – Kritik an dem komplexen und teilweise unklaren Rechtsrahmen für Agri-PV (Gossement Avocats, 2024), wobei die Gründe dafür unterschiedlich sind.

Über diese grundlegende Definition hinaus wird ebenfalls definiert, was als landwirtschaftliches Grundstück gilt, wer als aktiver Landwirt zu betrachten ist und wie lange die Anlage im Falle eines Wechsels des landwirtschaftlichen Betreibers unbewirtschaftet bleiben darf (18 Monate). Die vier Leistungen, welche eine Agri-PV-Anlage laut Energiegesetz in Teilen erbringen muss, um als solche zu gelten, werden im Dekret 2024-318 näher erläutert (Décret Nr. 2024-318, 2024, Article 1):

- Verbesserung des agronomischen Potenzials: *„besteht einerseits in der Verbesserung der agronomischen Eigenschaften des Bodens, und andererseits in einer Steigerung des Ertrags der landwirtschaftlichen Produktion oder, falls dies nicht möglich ist, in der Erhaltung dieses Ertrags oder zumindest in der Verringerung des auf lokaler Ebene beobachteten tendenziellen Ertragsrückgangs“* (Décret Nr. 2024-318, 2024, Article 1, Art. R. 314-110). Auch die Ermöglichung der Wiederaufnahme der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung durch Agri-PV auf Flächen, welche bereits 5 Jahre nicht bewirtschaftet wurden, fällt unter diese Verbesserung.

- Klimawandelanpassung: diese Leistung wird in den drei Dimensionen 1) Wärmeregulierung bei Hitzewellen oder Frost, 2) positive Beeinflussung des Wasserhaushaltes durch weniger Hitzestress oder eine geringere Bodenverdunstung sowie 3) Schutz vor übermäßiger direkter Strahlung gemessen.
- Schutz vor Gefahren: in diesem Fall bezieht sich das Dekret insbesondere auf meteorologische und andere exogene Gefahren für die Landwirtschaft.
- Tierschutz: in erster Linie geht es hierbei um den Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung bzw. Hitze.

Somit wird die landwirtschaftliche Bewirtschaftbarkeit von Flächen im Laufe des Klimawandels klar in Verbindung mit Agri-Photovoltaik gesehen. Neben diesen PV-Anlagen bezogenen Anforderungen gibt es darüber hinaus eigene Anforderungen, um eine ‚bedeutende landwirtschaftliche Produktion‘ sicherzustellen. Eine signifikante landwirtschaftliche Produktion im Rahmen der Agri-PV-Anlage ist gegeben, wenn der durchschnittliche jährliche Ertrag / Hektar über 90 % des Ertrages auf einer nahen Referenzfläche liegt. Die Beschaffenheit dieser Referenzfläche bzw. Kontrollzone ist ebenfalls rechtlich festgelegt. Ausnahmen sind hierbei möglich, wobei der Referenzertrag in diesen Fällen aus historischen Datenreihen berechnet wird. Darüber hinaus darf das Einkommen der Land:wirtinnen durch eine Agri-PV-Anlage nicht sinken. Damit auf Flächen mit Agri-PV die Landwirtschaft als Hauptnutzung bestehen bleibt, müssen Agri-PV-Anlagen folgende Kriterien erfüllen (Gossement Avocats, 2024):

- Die nicht mehr landwirtschaftlich nutzbare Fläche darf auf der Gesamtfläche der Anlage 10 % nicht überschreiten.
- Höhe und Reihenabstände der Agri-PV-Anlage stellen das Tierwohl bei einer Beweidung oder die maschinelle Bearbeitbarkeit sicher.
- Der ‚Abdeckungsgrad‘ durch PV-Module darf bei Anlagen mit einer Leistung von über 10 MWp nicht mehr als 40 % betragen.

Anlagen auf Konversionsflächen, vorbelasteten Flächen, Bergbaugebieten, etc. müssen einem Rahmendokument entsprechen. Neben Beschleunigungsgebieten für Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung gibt es auch landwirtschaftliche oder forstliche Ausschlussflächen (Gossement Avocats, 2024). Im französischen Recht werden Agri-PV-Anlagen zudem nur auf Zeit genehmigt. Nach der Betriebsphase müssen die Anlagen vollständig rückgebaut werden, es sei denn, es wird eine entsprechende, nach wie vor bestehende Leistung der Module nachgewiesen. Falls die Vereinbarkeit mit der Landwirtschaft nachgewiesenermaßen nicht mehr vorliegt oder die landwirtschaftliche Bewirtschaftung eingestellt wurde, ist die Anlage ebenfalls rückzubauen (Décret Nr. 2024-318, 2024,

Article 4). Die Wiederherstellung der PV-Anlagenfläche ist ebenfalls gesetzlich festgelegt. Vor der Inbetriebnahme und während der Betriebsphase sind zudem – je nach Anlagentyp – verschiedene, jährliche bis 6-jährige Kontrollen vorgesehen. An diese Kontrollen anschließend muss der Anlagenbetreiber einen Bericht einer unabhängigen fachlichen Stelle vorlegen, welche die Kompatibilität der Anlage bestätigt. Ist die Agri-PV-Anlage nicht mehr mit der Ökologie des Bodens oder mit den land- und forstwirtschaftlichen Nutzungen vereinbar, muss der Anlagenbetreiber die Vereinbarkeit wiederherstellen. Ansonsten muss die Anlage restlos rückgebaut werden (Gossement Avocats, 2024).

Auch wenn diese Zusammenfassung des französischen Rechtsrahmens bei Weitem nicht alle Regeln für Agri-PV enthält, wird jedoch deutlich, dass in Frankreich eine Sensibilität für Missbrauchsabsichten im Rahmen von Agri-PV-Projekten gegeben ist. Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung und deren Synergien mit einer Agri-PV-Anlage haben eine hohe Priorität. Flächen, welche landwirtschaftlich genutzt werden können, werden klar definiert. Während die allgemeinen Kriterien für Agri-PV, je nach Bundesland, denen in Österreich nicht unähnlich sind, gibt es besonders bei der landwirtschaftlichen Hauptnutzung und deren Kontrolle in Frankreich deutlich genauere Bestimmungen. Eine eben beschriebene Form der Sanktionierung bei nicht-kompatiblen Anlagen ist in Österreich womöglich mehr eine Frage zu schaffender Kontrollmöglichkeiten und nicht der bestehenden rechtlichen Bestimmungen.

6.5. Zwischenfazit zum rechtlichen Rahmen von Agri-PV

In Österreich liegen beispielsweise mit der EAG-MPV, der EAG-IZV, der ÖPUL-Sonderrichtlinie sowie der ÖNORM L 1076 bereits auf Bundesebene Definitionen, Kriterien und Referenzwerte vor, welche von Bundesländern und Gemeinden für Agri-PV-Projekte herangezogen und auch adaptiert werden können. Diese Definitionen und Kriterien entsprechen in ihrem Kern durchaus den fachlich gängigen Grenz- und Schwellenwerten aus Deutschland sowie der rechtlichen Definition in Frankreich. Niederösterreich hat sich mit dem Tool des Ökologiekonzeptes eine eigene Referenz geschaffen, auf die bei PV-FFA zurückgegriffen werden kann oder muss. Die vielfältige Ermöglichung zur Errichtung von PV-FFA in NÖ ist im Sinne der Energiewende zu begrüßen. Agri-PV wird jedoch im Rahmen des PV-Ausbaus wie in den anderen Bundesländern auch in Niederösterreich kaum vorgeschrieben. Eine wichtige Instanz hinsichtlich Widmung, Vertragsraumordnung und Kontrolle ist in diesem Fall wie so oft die Gemeinde.

Der Rechtsrahmen ist im Hinblick auf Raumplanung, Bauordnung, Naturschutz, Elektrizitätswirtschaft und Landwirtschaft in den Bundesländern zum Teil ähnlich, großteils jedoch sehr unterschiedlich. Da

der Föderalismus in Österreich verschiedene Herangehensweisen für ähnliche Herausforderungen entstehen lässt, besteht die Chance, dass dadurch potenziell mehr oder bessere Lösungswege gefunden werden können, die eine Allgemeingültigkeit für alle Bundesländer besitzen könnten. Die unten angeführten regulatorischen Herausforderungen bei Agri-PV sind in Frankreich, welches bereits einiges an Erfahrung mit Agri-PV besitzt, ein zentrales Thema in dessen rechtlichen Festlegungen. Ob Teile dieser Regulierung auch für die österreichischen Bundesländer relevant sein können, wird im nächsten Kapitel behandelt.

Im Hinblick auf eine Optimierung der bestehenden Regulierungen in den Bundesländern, ergeben sich jedenfalls folgende Herausforderungen:

- Sicherstellung und Überprüfung einer angemessenen landwirtschaftlichen Nutzung vor und innerhalb der Betriebsphase einer Agri-PV-Anlage
- Sanktionen bei Nichteinhaltung
- Einheitliche Kriterien und Bezugsgrößen, je nach landwirtschaftlicher Nutzung unterschieden, ab wann eine Agri-PV-Anlage per Definition vorliegt
- Ausreichende, jedoch nicht überregulierende Festlegungen für Agri-PV hinsichtlich ihrer Dimensionierung und ihrer Bewilligungsvoraussetzungen im Grünland
- Möglicherweise eine stärkere Differenzierung zwischen einzelnen Typen von Agri-PV-Anlagen
- Sicherstellung des Rückbaues

7. Diskussion und Handlungsoptionen für die Raumordnung

7.1. Reflektion und Kontextualisierung der bisherigen Erkenntnisse

Da es bis 2040 trotz der vorhandenen Potenziale nicht möglich ist, den PV-Ausbau nur auf Gebäuden und vorbelasteten Flächen wie Parkplätzen, Deponien und Bergbaugebieten abzuwickeln, konnte in den Kapiteln 2 und 4 gezeigt werden, welche zeitlich gewichteten Anforderungen im Rahmen des PV-Ausbaus an Flächen im Grünland bestehen. In den Kapiteln 3 und 5 wurde deutlich, wie wichtig im Kontext des Klimawandels, der Ökologie sowie des Anbaus von Kulturpflanzen eine echte Mehrfachnutzung bei PV-FFA ist. Vor dem Hintergrund der hohen Flächeninanspruchnahme in Österreich wirkt eine Diskussion um den Flächenbedarf von entsprechend ausgestalteten PV-FFA, insbesondere durch die Rückbaubarkeit der Anlagen sowie die Möglichkeiten im Rahmen von Biodiversitäts- und Agri-PV großteils übertrieben. Die Umsetzung und Regulierung von Agri-PV als vergleichsweise junge Flächennutzung scheint durch ihre Vielfalt und durch die Komplexität des Themas nach wie vor von einigen Unsicherheiten geprägt. Zu diesen Unsicherheiten kommt ein vielfältiger rechtlicher Rahmen in den Bundesländern hinzu. Im Sinne einer raumverträglichen Energiewende stellt sich die Frage, wie man Gemeinden und Unternehmen dazu bringt, dass möglichst viele der PV-FFA als Agri-PV-Anlage realisiert werden, ohne dabei durch ein unverhältnismäßiges Mehr an Bürokratie und Kosten die Energiewende zu verlangsamen.

Auch wenn das Potenzial von Agri-PV hoch ist, den nötigen PV-Ausbau mit der Landwirtschaft, der Biodiversität und der Bioökonomie nicht nur zu vereinbaren, sondern auch Synergieeffekte zu fördern, scheint es aus energiewirtschaftlicher und rechtlicher Sicht nicht realistisch und sinnvoll, zukünftig im Grünland nur noch Agri-PV-Anlagen zuzulassen. Besonders auf Flächen im Grünland, welche hinsichtlich 1) der vorhandenen Stromnetzinfrastruktur, 2) ihrer Nähe zu hochrangigen Verkehrsachsen und 3) einer etwaigen erschwerten landwirtschaftlichen Nutzbarkeit, die auch durch Agri-PV nicht begünstigt werden kann, ist auch eine PV-FFA ‚lediglich‘ in Kombination mit Biodiversitätsmaßnahmen sinnvoll. Es ist jedoch – wie in Kapitel 3 ausgeführt – ebenso nicht sinnvoll, einen überwiegenden Teil der notwendigen PV-FFA im Grünland in der klassischen Ausführung zu realisieren, da hierdurch unnötigerweise der Landwirtschaft nutzbare Flächen langfristig entzogen werden. Im Gegensatz zum bisherigen Rechtsrahmen in Österreich, welcher Agri-PV in vielen Fällen begünstigt, jedoch selten einfordert, wäre zukünftig eine verstärkte Priorisierung von Agri-PV im Sinne einer nachhaltigen Raumplanung wünschenswert. Ein Modell wie es in Frankreich realisiert wurde, dass nun sehr viele und detaillierte Festlegungen zu Agri-PV kennt, scheint jedoch im Hinblick auf die gewünschte Geschwindigkeit der Energiewende von Nachteil.

Ob die Energiewende mit den derzeitigen Regelungen für PV-FFA bis 2040 gelingen kann, scheint angesichts der bisherigen Entwicklung fraglich. Wie in Kapitel 2 ausgeführt, verfügt nur das Burgenland über ein PV-Ausbau-Ziel, welches dem bundesländerspezifischen Ausbau laut ÖNIP gerecht wird. Laut Dittrich ist es beispielsweise in Niederösterreich unmöglich, die Anforderungen des ÖNIP hinsichtlich PV umzusetzen. Als Gründe dafür werden genannt, dass die Flächen dafür einerseits fachlich nicht gefunden werden können, andererseits würde der Widerstand in der Bevölkerung bei einem PV-Ausbau laut ÖNIP zu groß werden (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Auch wenn in den Jahren 2023 und 2024 erstmals der notwendige durchschnittliche PV-Zubau gelungen ist, um die Ziele des ÖNIP zu erreichen, fällt eine Prognose für 2025 bislang gegenteilig aus (PV Austria, 2025). Der bisherige PV-Ausbau sowie der Ausbaubedarf bis 2040 pro Bundesland wird in Tabelle 14 analog zur Berechnung von PV-Austria für 2030 in MWp zusammengeführt.

Bundesland	PV-Ausbau inkl. 2023 laut PV Austria in MWp	Ausbaubedarf bis 2040 laut ÖNIP in MWp	Zielerreichung 2023
Burgenland	401	3 100	13%
Kärnten	381	3 600	11%
Niederösterreich	1 425	11 400	13%
Oberösterreich	1 375	7 600	18%
Salzburg	323	2 400	13%
Steiermark	1 200	6 800	18%
Tirol	367	3 100	12%
Vorarlberg	216	1 100	20%
Wien	228	1 900	12%

Tabelle 14: Zielerreichung des PV-Ausbaubedarfs der Bundesländer bis 2040 laut ÖNIP (eigene Darstellung mit Daten aus BMK, 2024b, S. 55 und PV Austria, 2025)

Faktoren, welche den PV-Ausbau beschleunigen können, sind soweit ersichtlich 1) der technologische Fortschritt, der auch neue Anwendungsmöglichkeiten eröffnet sowie 2) die potenziell stärker werdende Nutzung der noch jungen und wenig genutzten PV-Zonen der Bundesländer NÖ, Burgenland und Steiermark. In Niederösterreich dauert ein Widmungsverfahren in den Zonen beispielsweise 9 bis 12 Monate, wobei im Jahr 2024 bereits einige Flächen umgewidmet wurden (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Ob die Zonen den PV-Ausbau beschleunigen können, wird sich in den kommenden Monaten zeigen. Neben dem wachsenden Widerstand in der Bevölkerung beim Ausbau von Photovoltaik und Windkraft ist darüber hinaus zu bedenken, dass die am besten geeigneten Standorte in einigen Bundesländern bereits als Zonen ausgewiesen wurden. Über diese Flächen hinaus, die womöglich als ‚low hanging fruits‘ bezeichnet werden können, dürfte die Standortfindung schwieriger werden (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Die bestehenden Zonen reichen jedenfalls nicht aus, um die Anforderungen des ÖNIP zu erfüllen. Herausforderungen hinsichtlich Digitalisierung und Ausbau

bei Stromnetz- und Speicherinfrastruktur sowie sich verändernde politische Gewichtsverhältnisse werden an diesem Punkt zwar nicht behandelt, sollen jedoch der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Vor diesem Hintergrund erscheint eine potenzielle Vereinfachung und Verkürzung der Genehmigungsverfahren für PV-FFA mittels nachgewiesenermaßen raumverträglicher Agri-PV-Anlagen, als eine vertretbare Handlungsoption.

Ein weiterer nicht unwesentlicher Punkt, welcher in Zukunft zu berücksichtigen sein wird, sind die ‚Erneuerbaren-Beschleunigungsgebiete‘, welche im Rahmen der ‚Erneuerbaren-Energien-Richtlinie‘ der EU umzusetzen sind. In diesen Gebieten soll es einfacher werden, Projekte zur Erzeugung erneuerbarer Energie umzusetzen, um die Klimaziele der EU zu erreichen (Fechner, 2024, S. 43). Angesichts dieser Notwendigkeit wird man sich auf Ebene der Bundesländer ohnehin überlegen müssen, wie die bestehenden Gesetze und Verordnungen in Bezug auf PV-Anlagen anzupassen sind (D. Dittrich, Interview am 06.12.2024). Es wird daher zukünftig auch durch EU-Recht Gebiete oder Zonen geben, in welchen die Vorschriften für PV-FFA geringer ausfallen als bisher. Dabei bleibt eine zentrale Fragestellung, ob diese Vereinfachung auf Kosten der Raumverträglichkeit von PV-FFA gehen wird. Die Beschleunigungsgebiete müssen laut RED III bis 21.02.2026 ausgewiesen werden. Auch in diesen Gebieten müssen Minderungsmaßnahmen ergriffen werden, um negative Umweltauswirkungen durch Erzeugungsanlagen zu vermeiden oder zu verringern (EU-Richtlinien Nr. 2023/2413, 2023, Artikel 15b & 15c). Ungeachtet dieser Beschleunigungsgebiete gibt es weitere Möglichkeiten, den PV-Ausbau raumplanungsrechtlich zu steuern. Sollten eben diese Gebiete zu einer geringeren Realisierung von Agri-PV-Projekten führen, wäre eine Priorisierung von Agri-PV-Anlagen außerhalb der Beschleunigungsgebiete als Ausgleich im Sinne der Raumverträglichkeit zu verstehen.

Zuletzt muss betont werden, dass die Energiewende bis 2040 technisch möglich ist, vorausgesetzt die Anstrengungen für den Ausbau 1) von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarer Energie, 2) von Speicherinfrastruktur sowie 3) der Netze werden weiterhin forciert und gesteigert (Strobl, 2025).

7.2. Raumordnungsrechtliche Regulierung

Im Kontext des eben geschilderten Status quo des PV-Ausbaus sowie in Anbetracht der derzeitigen Regulierungen in den Bundesländern, scheint eine zusätzliche Förderung der Attraktivität von Agri-PV-Anlagen in der Umsetzung durch einfachere Genehmigungsverfahren, aus fachlicher Sicht eine legitime Stoßrichtung. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den Raumplanungsgesetzen der Bundesländer samt den ausführenden bzw. konkretisierenden Verordnungen. Adressaten dieser Handlungsoptionen sind daher auf Grund ihrer Zuständigkeit für die Raumplanung die Bundesländer. Da eine Adaption der Ausbauziele der Bundesländer, welche die Erfordernisse des ÖNIP erfüllt, nicht realistisch erscheint,

wird die Umsetzung eines nationalen PV-Ausbauplanes in dieser Betrachtung außen vor gelassen. Aufgrund des engen Zeitfensters, in welchem die Energiewende erfolgen sollte, wird eine restriktive Regulierung von PV-FFA, welche womöglich eine maximale Raumverträglichkeit garantieren würde, bis zum Gelingen der Energiewende als nicht sinnvoll erachtet. Eine ausreichende Definition von Agri-PV sowie die Kontrolle einer entsprechenden Umsetzung sind nichtsdestotrotz von zentraler Bedeutung.

7.2.1. Definition und Differenzierung von Agri-PV

Egal, ob es um eine Widmungs- oder Genehmigungserfordernis, um die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Hauptnutzung oder um die Sanktionierung von nicht-raumverträglichen Agri-PV-Anlagen geht, braucht es eine solide Definition von Agri-PV-Anlagen samt den mit ihr verbundenen Begrifflichkeiten. Aus fachlicher Sicht wurde eine raumverträgliche Ausgestaltung von Agri-PV-Anlagen bereits durch die in Kapitel 5 erläuterten DIN SPEC 91434 und 91492 dokumentiert. Durch das EAG samt seiner Verordnungen bestehen auch auf Bundesebene grundsätzliche Definitionen von Agri-PV. Auf Ebene der Bundesländer existiert besonders in Niederösterreich durch das Ökologiekonzept eine detaillierte Beschreibung davon, was als Agri-PV zu verstehen ist.

Neben diesen grundlegenden Definitionen erscheint auch die Definition dessen, was als landwirtschaftliches Grundstück und wer als Landwirt:in gilt, von Bedeutung. In diesem Fall bieten die Grundverkehrsgesetze der Länder eine entsprechende Referenz (NÖ Grundverkehrsgesetz, 2019, § 3). Um eine landwirtschaftliche Hauptnutzung sicherzustellen, bieten sich einerseits Schwellenwerte hinsichtlich der anteilmäßigen Flächennutzung der PV-Anlagen und andererseits ertragsbezogene Referenzwerte an. Für die Weidetierhaltung oder als Übersicht zu gängigen Kulturpflanzen kann die ÖPUL Sonderrichtlinie als Referenz dienen. Hinsichtlich der Bewertung von landwirtschaftlichen Böden stellt die ÖNORM L 1076 zur Bodenfunktionsbewertung ein bewährtes Schema dar.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bereits jetzt ein umfangreicher Bestand an Definitionen und Referenzen vorliegt, welcher den Bundesländern und Gemeinden helfen kann, Mindestkriterien und Schwellenwerte für Agri-PV-Anlagen festzulegen. All diese Quellen zusammentragend, könnte ein allgemeiner Kriterienkatalog im Hinblick auf eine vollumfänglich raumverträgliche Agri-PV-Anlage in die folgenden drei Bereiche gegliedert sein:

Anforderungen hinsichtlich Raumverträglichkeit und Flächeninanspruchnahme

- Mindestens 80 cm Abstand zwischen Moduluntertischkante und Boden, vertikal installierte Module und Tracker-Systeme ausgenommen
- Mindestens 3 Meter Abstand zwischen den Modulreihen bei bodennaher Aufständigung

- Maßnahmen zur Verhinderung von Bodenerosion aufgrund eines konzentrierten Wassereintrages an der Abtropfkante der Module
- Flächenverlust durch die PV-Anlage auf der Gesamtfläche von maximal 10 % bei bodennaher Aufständerung sowie maximal 15 % bei hochaufgeständerten Systemen
- Sicherstellung einer rückstandslosen Rückbaubarkeit
- Gleichmäßige Verteilung der PV-Module auf der Gesamtfläche
- Maximal 40 % der Fläche dürfen durch starre PV-Module überschirmt werden, was nicht mit dem Flächenverlust für die Landwirtschaft gleichzusetzen ist
- Straßenbegleitende Sichtschutzmaßnahmen mit standorttypischen Gehölzen
- Förderung der Biodiversität und Erhalt von Lebensräumen durch:
 - Verzicht auf eine Einzäunung der Anlage, falls eine Einzäunung notwendig ist, muss sie in Bodennähe für Kleinsäuger durchlässig sein und standortgerecht begrünt werden
 - Schaffung von Blühstreifen im Nahbereich der Modulreihen sowie in den Randbereichen der Gesamtfläche
 - Anbringung von Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse und Insekten
 - Verzicht auf eine maschinelle Mahd im Dauergrünland
 - Freihaltung von Wildtierkorridoren
 - Standortgerechte Pflanzenwahl
- Vorschreibung von senkrechten Modulen oder Tracker-Systemen
- Maßnahmen gegen die errichtungsbedingte Bodenverdichtung

Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung

- Die Erhaltung der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit sowie die Form der geplanten Landnutzung muss in einem Nutzungskonzept dargelegt werden, dabei können die Kategorien von Agri-PV-Systemen der DIN SPEC 91434 herangezogen werden, um für bestimmte Arten der Aufständerung eigene Kriterien zu definieren:
 - Bodennahe Aufständerung: hierbei wäre eine Anpassung des Mindestreihenabstandes angebracht, wobei der Mindestabstand an jene Art der geplanten Kulturpflanzen anzupassen ist, welche am meisten Sonnenlicht benötigt. Auch die maschinelle Bewirtschaftung ist in diesem Fall ein zentraler Faktor für den Reihenabstand.
 - Hohe Aufständerung: Analog zum Reihenabstand bei bodennahen Systemen, wäre hierbei eine maximale Höhe der Module vorzusehen, welche an die Höhe der geplanten Kulturpflanzen anzupassen ist.
 - Jedenfalls muss bei einer bestehenden landwirtschaftlichen Nutzung, sofern keine Änderung vorgesehen ist, die aktuelle Nutzbarkeit bestehen bleiben.

- Im Falle einer Reduktion der Erntemasse darf der zukünftige Ertrag laut DIN nicht unter 66 % eines zuvor ermittelten Referenzwertes liegen. Alternativ bietet sich eine Kontrollzone oder ein Referenzwert aus historischen Datenreihen an, wie es in Frankreich gefordert wird.
- Landwirtschaftliche Hauptnutzung mit Stromproduktion und Biodiversität als Nebenfunktionen:
 - Pflanzliche Produktion auf mindestens 75 % der Gesamtfläche im Acker- oder Dauergrünland
 - Weidetierhaltung muss an mindestens 120 Tagen mit einem Viehbesatz von mindestens einer Großvieheinheit pro Hektar erfolgen, wobei die Berechnung der Anzahl der Großvieheinheiten gemäß der ÖPUL Sonderrichtlinie zu erfolgen hat

Verbesserung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftbarkeit

- Verbesserung und Erhalt des Ernteertrags oder die Verringerung dessen klimabedingten Rückgangs
- Klimawandelanpassung durch eine positive Beeinflussung des Wasserhaushaltes, des Hitzestresses für Pflanzen und Tiere sowie des Mikroklimas
- Schutz vor Gefahren wie Starkregen, Hagel und Wind

Wie in Frankreich wäre womöglich auch eine Negativdefinition, welche Ausgestaltung auf jeden Fall keine Agri-PV-Anlage sein kann, denkbar. Dabei können auch bestimmte Nutzungen wie der Anbau von reinen Energiepflanzen innerhalb einer Agri-PV-Anlage untersagt werden. Durch das Bestehen einer fachlich fundierten Definition von Agri-PV scheint dies jedoch nicht erforderlich. Wie viele von den angeführten Punkten bei der Realisierung von Agri-PV-Anlagen gefordert werden können, hängt von den Erkenntnissen zu den jeweiligen Kulturpflanzen sowie von der Zumutbarkeit für Projektwerber ab. Hinsichtlich der Flächennutzung durch die PV-Anlage scheint es jedenfalls sinnvoll, zwischen bodennahen und hoch aufgeständerten Agri-PV-System zu unterscheiden. Hinsichtlich der Genehmigung von Agri-PV-Anlagen erscheint es vielversprechend, zwischen der Art der landwirtschaftlichen Nutzung zu differenzieren, wie es bereits in Kärnten vorgesehen ist (K-PhV, 2024, § 4). Ein vollumfängliches, bundesweit einheitliches Angebot an Referenzwerten für Gemeinden und Bundesländer, welches eine raumverträgliche Ausgestaltung von Agri-PV-Anlagen sicherstellen soll und je nach Anwendungsfall adaptiert werden kann, würde als Rahmendokument eine wertvolle Basis für Widmungszusätze und Raumordnungsverträge bieten. Da bereits einige Bundesländer sowohl örtlich als auch überörtlich mit geeignet erscheinenden Definitionen von Agri-PV arbeiten, ist zu betonen, dass es über ein Referenzwerk hinaus weitere Anreize braucht, um Agri-PV in der Umsetzung zu fördern. Denn wenn eine Agri-PV-Anlage gesichert als raumverträglich gilt, wäre auch eine Lockerung der

notwendigen Genehmigungen denkbar. Eine eigene Flächenwidmung für Grünland – Agri-Photovoltaik würde zudem 1) eigene Grenzwerte ermöglichen, 2) Widmungszusätze überflüssig machen und 3) klassische PV-FFA, welche nicht gesichert raumverträglich sind, ausschließen. Das Salzburger Punktesystem, welches als Alleinstellungsmerkmal des dortigen Raumordnungsrechts auffällt, scheint hinsichtlich der Raumverträglichkeit von PV-FFA durchaus innovativ, ob es tatsächlich zu einer vermehrten Umsetzung von Agri-PV führt, kann an dieser Stelle nicht bewertet werden.

7.2.2. Überörtliche Raumordnung

In der überörtlichen Raumordnung wäre der Verweis auf ein umfangreicheres Referenzwerk oder eine Herausnahme von Teilen ebendessen insbesondere für flächige Festlegungen relevant, welche grundsätzlich einen Zielkonflikt mit klassischen PV-FFA auslösen können. Dazu gehören beispielsweise landwirtschaftliche Vorrangflächen, Grünzonen, erhaltenswerte Landschaftsteile und naturschutzfachlich geschützte Bereiche. Ein totaler Ausschluss von PV-FFA, alle Ausgestaltungsmöglichkeiten berücksichtigend, scheint nur in naturschutzfachlich, wasserrechtlich und landschaftlich geschützten Bereichen begründbar. Als besonders geeignete Standorte für Agri-PV, welche bereits ohnehin technogene Landschaftselemente aufweisen, erscheinen die Flächen von Windparks, welche oft auch landwirtschaftlich genutzt werden. Als Ergänzung zu den verordneten PV-Zonen, welche zum Teil zu Recht der energiewirtschaftlichen Nutzung Vorrang geben, wäre eine zusätzliche Zonierung, welche nur Agri-PV zulässt, womöglich ein Weg, mehr Flächen für größere PV-FFA im Allgemeinen zu finden und die Akzeptanz von Zonen auf landwirtschaftlich nutzbaren Flächen zu erhöhen. Das zuvor angesprochene Rahmendokument mit Definitionen und Referenzwerten müsste in diesem Fall den Planer:innen in den Bundesländern die Sicherheit geben, mit diesen Kriterien auf der fachlich ‚sicheren Seite‘ zu stehen.

7.2.3. Örtliche Raumordnung

Die örtliche Raumordnung stellt hinsichtlich der Widmungsfrage eine zentrale Umsetzungsebene von Agri-PV dar. Um die Umsetzung von PV-FFA als echte Agri-PV-Systeme gemäß einer Definition zu fördern und gleichzeitig die Auflagen für solche Anlagen zu reduzieren, sind folgende Optionen denkbar:

- Keine Widmungserfordernis für bestimmte Agri-PV-Anlagen
- Gelockerte Widmungserfordernis für Agri-PV-Anlagen
- Eigene Widmung für Agri-PV-Anlagen, welche im Hinblick auf Leistung, Modulfläche oder Flächenbedarf höhere Schwellenwerte besitzt

In Niederösterreich bedürfen PV-FFA im Grünland – wie bereits erläutert – ab einer Leistung von über 50 kW einer eigenen Widmung und einer Bauanzeige. Gemeinden können außerhalb von Zonen jedoch lediglich 2 Hektar als ‚Grünland-Photovoltaikanlagen‘ widmen, wobei nach einem Abstand von mehr als 200 Metern die nächste Fläche dieser Größenordnung gewidmet werden darf. In den übrigen Bundesländern gibt es ähnliche Beschränkungen hinsichtlich Leistung, Fläche und Abstand. Dieser Regelungen unbeschadet, sind tolerantere Schwellenwerte für Agri-PV, welche durch verpflichtende Kriterien hinsichtlich der Raumverträglichkeit gerechtfertigt werden, eine Möglichkeit, Agri-PV zu fördern und größere Anlagen außerhalb von Zonen ohne den Abstandsregelungen durchzusetzen. Größere Anlagen bieten zudem – wie in Kapitel 4 erwähnt – finanzielle Vorteile aufgrund von Skalierungseffekten. Genehmigungen laut den Naturschutzgesetzen und Elektrizitätswirtschaftsgesetzen wären von dieser raumordnungsrechtlichen Regelung nicht betroffen. Da für Agri-PV-Anlagen in der Regel ein 2 bis 3-mal höherer Flächenbedarf als bei klassischen PV-FFA besteht, wären am Beispiel von Niederösterreich verdeutlicht, zusammenhängende Widmungsflächen von 4 bis 6 Hektar außerhalb von PV-Zonen, welche lediglich Agri-PV-Anlagen ermöglichen, eine angemessene Dimensionierung. Diese Ermächtigung der Gemeinden im Falle von Agri-PV größere zusammenhängende Flächen für PV-FFA widmen zu können, erfordert keine eigene Widmungskategorie für Agri-PV.

Unterhalb eines zu definierenden Schwellenwertes hinsichtlich der Fläche wäre eine Agri-PV-Anlage ohne Umwidmung möglich, jedoch mit einer Bauanzeige verbunden. Da in diesem Fall die Kontrollmöglichkeiten durch Widmungszusatz und Raumordnungsvertrag wegfallen, muss es für solche Anlagen entweder eine Konkretisierung in der Bauordnung geben, oder es werden innerhalb des Raumordnungsgesetzes Angaben über die Ausgestaltung von Agri-PV-Anlagen ohne eigener Widmung gemacht. In Kärnten sind diese – wie bereits erwähnt – nur im Kontext von Geflügelhaltung, Fischzucht und Obstbau möglich. Der Nachweis einer landwirtschaftlichen Nutzung ist in diesem Fall beispielsweise durch die Vorlage eines Mehrfachantrages für die Flächenförderung oder durch ein vergleichbares Dokument zu erbringen (K-PhV, 2024, § 3, Abs. 2).

Eine eigene Widmung ‚Grünland-Agri-Photovoltaik‘, welche in einem Raumordnungsgesetz definiert werden muss, wobei ein Verweis auf ein Rahmendokument möglich ist, gibt den Gemeinden die Möglichkeit, die Mehrfachnutzung landwirtschaftlicher Böden zu fördern, ohne einen Widmungszusatz oder Raumordnungsvertrag argumentieren zu müssen. Denn auf Grundlage der Bodenfunktionsbewertung kann ebenfalls vorgeschrieben werden, auf welchen Flächen nur eine Widmung für Agri-PV-Anlagen und nicht für klassische PV-FFA möglich ist.

7.2.4. Sicherstellung der landwirtschaftlichen Nutzung und Sanktionierung

Gründe, wodurch bei PV-FFA oder im Speziellen bei Agri-PV-Anlagen eine konforme Ausgestaltung hergestellt werden muss bzw. ein Rückbau erforderlich ist, bestehen aus deren nicht konformer Ausgestaltung, welche beispielsweise dem Raumordnungsrecht, der Bauordnung oder den gesetzlich festgelegten Förderkriterien widerspricht. Im Falle einer nicht den EAG-Förderkriterien entsprechenden Anlage besteht die Sanktion aus der Rückzahlung der Fördersumme (EAG-IZV, 2024, Abs. 1, Z 12). Wie die diesbezüglichen Kontrollen geartet sind, ist nicht ersichtlich. Da auf Länder- bzw. Gemeindeebene in erster Linie im Rahmen des Widmungsverfahrens durch Widmungszusätze und Raumordnungsverträge eine Kontrolle über die Ausgestaltung der PV-FFA gegeben ist, scheint es zielführend zu sein, ein Widmungsverfahren erst beim Vorliegen eines Projekts einzuleiten, um die Eignung der betreffenden Fläche für Agri-PV zu überprüfen. Falls es beispielsweise im Rahmen des örtlichen Entwicklungskonzeptes zu einer Abschätzung der gesamten Gemeindefläche hinsichtlich PV-FFA kommt, kann auf Grundlage der Datenerhebung eine Widmung mehrerer Flächen erfolgen, welche per Widmungszusatz bereits hinsichtlich ihrer Eignung für Agri-PV oder klassische PV-FFA differenziert werden.

Ein zentraler Aspekt im Rahmen der Anforderungen an die landwirtschaftliche Nutzung bei Agri-PV ist deren Kontrolle in der Betriebsphase. Da es hierfür soweit ersichtlich keine klar definierte Behörde gibt, scheint eine Adaption des österreichischen Rechtsrahmens, welche sich an den Kontrollen in Frankreich orientiert, notwendig, um eine langfristige Gewährleistung einer echten Mehrfachnutzung zu garantieren. Dabei können die in Kapitel 6.4. angeführten Kontrollen als Vorbild herangezogen werden. Maßnahmen, wie dass Anlagenbetreiber:innen einen Bericht einer unabhängigen, fachlichen Stelle über die Konformität ihrer Agri-PV-Anlage, im Rahmen dieser Kontrollen vorlegen müssen, scheinen für die Umsetzung von Agri-PV-Projekten nicht förderlich.

7.3. Fazit zu Diskussion und Handlungsoptionen

Da nicht gesichert ist, ob der PV-Ausbau laut ÖNIP bis 2040 in seiner notwendigen Form gelingen wird bzw. diese Zielerreichung unter den aktuellen Rahmenbedingungen bezweifelt werden muss, darf neben dem Anspruch der Raumverträglichkeit von PV-FFA die Erreichung der Energiewende nicht aus dem Fokus der Raumplanung geraten. Ungeachtet der Notwendigkeit, dass durch die RED III nationales Recht im Hinblick auf Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarer Energie angepasst werden muss, bieten sich Möglichkeiten an, um Agri-PV-Anlagen gegenüber klassischen PV-FFA im Grünland zu bevorzugen.

Egal, ob die örtliche oder überörtliche Handlungsebene der Raumplanung betrachtet wird, bildet eine umfängliche Definition dessen, was eine Agri-PV-Anlage ist, die Grundlage für alle potenziellen

Regulierungen. Abhängig von der Art der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, braucht es zudem einheitliche Referenzwerte für die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Hauptnutzung. Die Ausarbeitung eines bundesweit einheitlichen Rahmendokuments, welches dann Ländern und Gemeinden zur Verfügung steht, könnte eine belastbare Grundlage für die Regulierung und Sanktionierung von PV-FFA bzw. Agri-PV bieten. In der überörtlichen Raumordnung wäre als Ergänzung zu den bisherigen Zonen für PV-FFA eine Zonierung denkbar, welche nur Agri-PV-Projekte zulässt. Dadurch ließe sich womöglich die Akzeptanz von weiteren PV-Zonen erhöhen und der Anteil von Agri-PV am Ausbau von PV-FFA im Grünland erhöhen. Auf örtlicher Ebene gibt es im Zusammenhang von 1) Schwellenwerten für eine Widmungserfordernis für Agri-PV, 2) durch Widmungszusätze und Raumordnungsverträge sowie 3) durch eine eigene Widmung für Agri-PV einen Spielraum, wie Agri-PV priorisiert werden kann.

Dabei ist zu beachten, dass eine strategische Einordnung des PV-Ausbaus auf Freiflächen auf Gemeindeebene anhand der gegebenen Potenziale immer von Vorteil ist. Denn die Wahrnehmung der Potenziale im Gebäudebereich und auf vorbelasteten Flächen ist denen im Grünland immer vorzuziehen. Zudem sind Lockerungen für Agri-PV-Anlagen sowie Festlegungen zu PV-FFA im Allgemeinen auch immer im zeitlichen Kontext zu verstehen. Sobald die Energiewende vollzogen ist und es ohne Zeitdruck möglich ist, die Potenziale im Gebäudebereich weiter zu forcieren, ist bestehendes Recht grundsätzlich ebenso reversibel wie die PV-FFA und Agri-PV-Anlagen an sich.

Die Sanktionierung von nicht-konformen Agri-PV-Anlagen ist eine Herausforderung, welche durch das Fehlen von Kontrollmöglichkeiten in der Betriebsphase nicht in allen Teilen Österreichs klar durch Festlegungen adressiert wird. Als Vorbild kann in diesem Fall Frankreich Ideen dazu geben, wie Agri-PV besser überwacht werden kann.

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

8.1. Beantwortung der Forschungsfragen

- *In welchem Flächenausmaß ist der Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in Österreich notwendig, um die Energiewende bis 2040 zu erreichen?*

Neben dem PV-Ausbaupotenzial im 1) Gebäudebereich, 2) auf Wasserflächen, 3) auf bereits versiegelten Flächen und 4) vorbelasteten Flächen wie Deponien besteht aufgrund des engen Zeitfensters, um die Klimaziele zu erreichen, sowie durch den zukünftig erforderlichen Energiemix ein Ausbaubedarf von PV-Anlagen auf Freiflächen im Grünland, welcher in etwa 50 % des gesamten PV-Ausbaus ausmacht. Den Angaben des Umweltbundesamtes und jenen von Fechner aus dem Jahr 2024 folgend, muss die jährliche Stromerzeugung durch PV-FFA im Grünland im Jahr 2040 mindestens 20,5 TWh bestragen. Ob dadurch die Energiewende zu bewerkstelligen ist, hängt jedoch auch maßgeblich von der Elektrifizierung der verschiedenen Verbrauchssektoren sowie vom Ausbau der Netz- und Speicherinfrastruktur ab.

Wie viel Flächen bis 2040 für PV-FFA genutzt werden müssen, ist zudem stark von der Ausgestaltung der PV-FFA abhängig. Während bei Agri-PV-Anlagen je nach Anlagendesign insgesamt mehr Fläche pro Megawatt Leistung erforderlich ist als bei klassischen PV-FFA, sind die Flächen zwischen und unter Agri-PV-Modulen weiterhin landwirtschaftlich nutzbar. Somit kann diese weiterhin nutzbare Fläche, welche es bei dicht aufgestellten klassischen PV-FFA nicht gibt, kaum zur Flächeninanspruchnahme gezählt werden. Vor diesem Hintergrund kann der Flächenbedarf für PV-FFA in Österreich nur in Bandbreiten angegeben werden, wobei sich der tatsächliche Gesamtflächenbedarf bzw. die Flächeninanspruchnahme durch einen Mix von Anlagentypen herauskristallisieren wird. Darüber hinaus gibt es weitere Faktoren wie die verbaute Modultechnologie, welche den Flächenbedarf von PV-FFA beeinflussen. Während ein PV-Ausbau auf Freiflächen im Grünland mit PV-FFA ohne landwirtschaftlicher Nutzung, welche vielleicht ökologisch wertvolle Zusatzfunktionen bieten, mit allen Nebenflächen vermutlich 200 bis 300 km² einnehmen würde, hat die optisch mit PV-Modulen versehene Fläche im Fall von Agri-PV ein deutlich höheres Ausmaß. Berechnet man jedoch lediglich jene Flächen bei Agri-PV, welche nicht mehrfach genutzt werden können und somit zur Flächeninanspruchnahme zählen, nimmt Agri-PV deutlich weniger Flächen ein als PV-FFA, welche keine echte Mehrfachnutzung bieten können. Es gilt daher zu differenzieren, auf welchen Freiflächen im Grünland die Stromproduktion Priorität haben darf und auf welchen Flächen im Sinne einer nachhaltigen Raumplanung auch noch andere Nutzungen ihre Berechtigung haben.

- *Sind die jeweiligen Zielsetzungen zu Ernährungssicherheit und Energiewende hinsichtlich der Flächeninanspruchnahme in Österreich zwangsläufig gegensätzlich?*

Diese beiden Zielsetzungen sind grundsätzlich nicht gegensätzlich, unterliegen jedoch einem komplexen Gemenge an Faktoren. Die Ernährungssicherheit, welche in Österreich trotz aller Über- und Unterdeckungen noch gegeben ist, steht aufgrund zu erwartender Ernterückgänge durch den Klimawandel – besonders im Hinblick auf den Selbstversorgungsgrad – unter Druck. Neben der Landwirtschaft und der Energieproduktion stellen zudem die Bioökonomiewende sowie die Biodiversität in Form von Renaturierung ebenfalls Flächenansprüche, welche auch landwirtschaftlich nutzbare Flächen in hohem Maß treffen. Somit gewinnen landwirtschaftlich nutzbare Flächen zunehmend an Wert, da sie trotz steigender Anforderungen nicht vermehrbar sind. Weitere Faktoren, welche jenes Flächenausmaß beeinflussen, dass in Österreich für die Landwirtschaft genutzt wird oder genutzt werden muss, sind 1) die Ernährungsgewohnheiten der Bevölkerung, 2) die Lebensmittelverschwendung in Form von Ernteausschüssen und Entsorgungen im Bereich der Endkund:innen sowie 3) das Bevölkerungswachstum.

Historisch gesehen haben beispielsweise die Verdichtung und insbesondere die Flächeninanspruchnahme für Verkehrs- und Siedlungszwecke seit 1960 zu einer massiven Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Flächen geführt. Ohne die nach wie vor hohe Flächeninanspruchnahme in Österreich ernsthaft zu reduzieren, welche für die Ernährungssicherheit zu einem zentralen Problem werden kann, scheint eine überproportionale Betonung der Flächeninanspruchnahme durch PV-FFA nicht angemessen. Zudem ist bei PV-FFA die Rückbaubarkeit gegeben und ein gesellschaftlicher Nutzen durch die Stromproduktion mehr oder weniger garantiert. Ob PV-FFA als Flächeninanspruchnahme zu werten sind und dadurch ebenfalls eine Flächenkonkurrenz zu landwirtschaftlich genutzte Flächen darstellen, hängt von deren Ausgestaltung ab.

Während besonders dichte und niedrige PV-FFA, welche andere Flächennutzungen ausschließen und zentrale Bodenfunktionen beeinträchtigen, klar als Flächeninanspruchnahme mit möglicherweise irreversiblen Bodenschäden zu sehen sind, stellt Agri-PV das zentrale Instrument dar, um die Zielsetzungen Ernährungssicherheit und Energiewende mittels PV nachhaltig zu vereinbaren. In der Regel werden maximal 10 % der Gesamtanlagenfläche bei Agri-PV durch die Aufständerung der PV-Module genutzt. Vor dem Hintergrund, dass landwirtschaftlich genutzte Flächen zukünftig vor vielfältigen Anforderungen stehen werden, und die Möglichkeit der Klimawandelanpassung in der Landwirtschaft durch Agri-PV besteht, ist ein raumverträglicher PV-Ausbau auf Freiflächen im Grünland nur denkbar, wenn ein bedeutender Teil dieser PV-FFA in Form von Agri-PV-Systemen realisiert wird.

Davon unbeschadet bleibt die Notwendigkeit, die Flächeninanspruchnahme im Allgemeinen einzudämmen. Um die Energiewende durch Agri-PV nicht zu verlangsamen, sind entsprechende Maßnahmen erforderlich, welche Agri-PV priorisieren aber auch kontrollieren.

- *Sind die derzeitigen raumplanerischen Bestimmungen in Österreich geeignet, um die Energiewende im Hinblick auf Photovoltaik-Freiflächenanlagen bis 2040 zu erreichen?*

Die Frage, ob die Ziele und Maßnahmen der Bundesländer zurzeit ausreichen, um einen PV-Ausbau wie er im ÖNIP beschrieben wird bis 2040 zu erreichen, ist momentan zu verneinen. Es muss jedoch ebenso betont werden, dass Faktoren wie die Akzeptanz in der Bevölkerung für Projekte der Energiewende sowie technische Voraussetzungen im Hinblick auf die Strominfrastruktur teilweise nicht im Einflussbereich der Länder liegen. Ob die derzeitigen gesetzlichen Festlegungen trotz der unzureichenden Ausbauziele für die Energiewende geeignet sind, um einen entsprechenden PV-Ausbau zu erreichen, ist von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich zu beurteilen. Bundesweit gibt es – den Ausbaubedarf laut ÖNIP ernst nehmend – jedenfalls auch bei den gesetzlichen Festlegungen Anpassungsbedarf.

Die Festlegungen auf Bundesebene fördern den PV-Ausbau und bieten Vorlagen für bestimmte Anlagenausgestaltungen, es gibt jedoch auch hier keine Festlegungen, welche einer angestrebten jährlichen PV-Stromerzeugung von 41 TWh im Jahr 2040 gerecht werden. Auch die erste Evaluierung des EAG hat keine Anpassung der zu niedrigen Ausbaupläne des Gesetzes bewirkt. In naher Zukunft werden die Anforderungen der ‚Erneuerbare-Energien-Richtlinie‘ der EU zur Anpassung des nationalen Rechts führen, wobei im Detail noch nicht absehbar ist, welche Folgen dies für den Ausbau von PV-FFA haben wird. Ob der jährliche PV-Ausbau in Zukunft wie in den Jahren 2023 und 2024 ausreicht, um die Energiewende zu erreichen, wird maßgeblich von den gesetzlichen Regulierungen der Bundesländer sowie von Förderungen abhängen. Hinsichtlich Agri-PV kennen die meisten Bundesländer bereits mehr oder weniger detaillierte Regelungen und Definitionen. Während Agri-PV in vielen Anwendungsfällen bevorzugt behandelt wird, wird es jedoch kaum vorgeschrieben.

- *In welcher Form sollte die Raumplanung die Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen regulieren, um weder die Energiewende noch die Ernährungssicherheit in Österreich zu beeinträchtigen?*

Klassische PV-FFA besitzen in Kombination mit Maßnahmen, welche die Biodiversität fördern und den Zustand des Bodens erhalten oder verbessern, auf vielen Flächen im Grünland eine ausreichende

Raumverträglichkeit. Dazu gehören insbesondere Konversionsflächen, Deponien, ehemalige Schottergruben, topografisch bedingt schwierig zu bewirtschaftende Flächen, Nahbereiche von hochrangigen Verkehrsverbindungen und Flächen, welche sich durch naheliegende freie Kapazitäten im Stromnetz auszeichnen. In diesen Bereichen scheint unter Rücksichtnahme auf die Biodiversität die Stromproduktion als Hauptnutzung legitim. Da landwirtschaftlich nutzbare Flächen angesichts der künftigen Herausforderungen ein hohes Gut darstellen, scheint es angemessen, Agri-PV-Anlagen in Zukunft einerseits eine höhere Priorität einzuräumen, andererseits muss sichergestellt werden, dass im Rahmen von Agri-PV langfristig eine angemessene landwirtschaftliche Hauptnutzung bestehen bleibt. Um Agri-PV-Anlagen zukünftig mehr Gewicht zu verleihen, scheint ein bundesweit einheitliches Rahmendokument, welches für alle Aspekte und Anwendungen im Rahmen von Agri-PV Referenzwerte bietet, als eine grundlegende Qualitätssicherung von Agri-PV zielführend. Ähnlich wie bei den bestehenden Quellen für Referenzwerte und Definitionskriterien bietet ein einheitliches Rahmendokument die Chance, dass sich Gemeinden und Länder bundesweit darauf beziehen können.

Auf eine solide Definition und einen Kriterienkatalog laut diesem Rahmendokument aufbauend, scheinen neue Regelungen in der örtlichen und überörtlichen Raumplanung realistisch. Überörtlich könnten zusätzlich zu den bestehenden PV-Zonen eine weitere Zonierung vorgenommen werden, welche nur klar definierte Agri-PV-Anlagen zulässt und dadurch Flächen miteinbeziehen kann, die für klassische PV-FFA ungeeignet sind. Die Akzeptanz solcher Zonen scheint ohnehin nur dann denkbar, wenn darin ausschließlich Agri-PV-Anlagen realisierbar sind, welche auf landwirtschaftlichen Flächen eine deutlich höhere Raumverträglichkeit besitzen als klassische PV-FFA. Gemäß dem Ausbaubedarf des ÖNIP sind die derzeitig verordneten Zonen nicht ausreichend.

In der örtlichen Raumplanung scheint eine bevorzugte Behandlung von Agri-PV im Rahmen der Flächenwidmung, ebenfalls beziehend auf klare Definitionen und Kriterien, eine Erhöhung des Anteils von Agri-PV am gesamten PV-Ausbau auf Freiflächen im Grünland erreichen zu können. Da Agri-PV-Anlagen in der Errichtung und der Pflege weniger niederschwellig sind als klassische PV-FFA, scheint eine Anpassung der Schwellenwerte bei der Widmung notwendig, um größere Anlagen mit weniger Genehmigungserfordernissen umsetzen zu können. Eine Lockerung der Regelungen für Agri-PV ist durch eine genaue Definition ihrer jeweiligen Ausgestaltung rechtfertigbar, da hierdurch raumverträgliche Ausgestaltungen gesichert werden können. Dabei sind Maßnahmen wie 1) keine Widmungserfordernis, 2) tolerantere Schwellenwerte bei einer Widmungserfordernis sowie 3) eine eigene Flächenwidmung für Agri-PV denkbar. Definition und Kriterien für die jeweiligen Typen von Agri-PV-Anlagen müssen hierbei in den Raumordnungsgesetzen, in den Bauordnungen, in Widmungszusätzen oder in Raumordnungsverträgen verankert sein bzw. kann hierbei auf das erwähnte

Rahmendokument verwiesen werden. Trotz einer Lockerung der Regelungen für Agri-PV muss die Kontrolle der landwirtschaftlichen Hauptnutzung sowie die Sanktionierung von nicht-konformen Anlagen in allen Bundesländern gewährleistet sein, um Missbrauchsabsichten bei Agri-PV vorzubeugen und somit das Vertrauen in Agri-PV-Anlagen zu schützen.

Die eben beschriebenen Maßnahmen stellen Handlungsoptionen dar, welche im Rahmen des PV-Ausbaus auf Freiflächen im Grünland einen gewissen Anteil von Agri-PV-Systemen sicherstellen oder zumindest fördern können. Auch wenn der Flächenbedarf von PV-FFA angesichts der Flächeninanspruchnahme in Österreich gering wirkt, scheint eine Ausgestaltung des überwiegenden Anteils von PV-FFA als klassische PV-FFA ohne landwirtschaftlicher Nutzung im Sinne der legitimen Flächenansprüche für Ernährungssicherheit, Biodiversität und Bioökonomie nicht nachhaltig.

8.2. Weitere Erkenntnisse

Energiepflanzenanbau

Die Diskussion, in welchem Maße der Energiepflanzenanbau angesichts der deutlich höheren Flächeneffizienz von PV-FFA und Windkraft gerechtfertigt ist, erfordert eine differenzierte Betrachtung der energetisch verwerteten Biomasse. Es muss grundsätzlich unterschieden werden, 1) ob der Pflanzenanbau gezielt im Rahmen der Energieerzeugung erfolgt, 2) ob lediglich die übrig gebliebenen Pflanzenteile im Rahmen der Nahrungsmittelproduktion Verwendung finden oder 3) ob die Ernte aufgrund qualitativer Einbußen durch Extremwetter entgegen der ursprünglich geplanten Nutzung einer energetischen Verwertung zugeführt wird. Durch diese Faktoren können einige Flächen im Rahmen der Ermittlung der Flächennutzung für den Energiepflanzenanbau nicht klar zugewiesen werden. Darüber hinaus schwanken jene Flächen, welche durch den dritten Aspekt betroffen sind, jährlich. Hinzu kommt, dass durch die Fruchtfolge jährlich auf derselben Fläche unterschiedlich viel Biomasse anfallen kann, welche nicht für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion relevant ist. Somit ist es schwierig und auch kaum zielführend, einen einigermaßen genauen Wert zu definieren, wie viel Fläche jedes Jahr in Österreich für den Energiepflanzenanbau Verwendung findet. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Bioenergie aus ohnehin anfallender Biomasse in vielen Bereichen der Energieversorgung eine wichtige Rolle spielt. Hinsichtlich der Nutzung von Ackerland für den reinen Energiepflanzenanbau mittels Kurzumtriebsplantagen, Energiegräsern, Raps, Mais, etc. ist festzuhalten, dass die Nutzung dieser Flächen durch PV-FFA deutlich effizienter ist, insbesondere was die Erzeugung von Strom durch Biogas und die Erzeugung von Biosprit betrifft. Dabei sei noch einmal betont, dass Ackerland ein begrenztes Gut ist (siehe Kapitel 3.2.1.).

Forst-PV

Auch wenn die Rodung von Wäldern in Deutschland und Frankreich für PV-FFA teilweise ermöglicht wird und die Verwaldung in Österreich vergleichsweise weit vorangeschritten ist, scheinen solche Rodungen neben erholungslandschaftlichen Faktoren allein aufgrund der Rolle des Waldes als CO₂-Senke bzw. für den CO₂-Kreislauf nicht nachhaltig. Auch als Lebensraum und Stütze der heimischen Artenvielfalt stellt der Wald ein wichtiges Gut dar. Somit ist eine Rodung zugunsten von PV-FFA allein aufgrund dieser beiden Tatsachen nicht im Sinne der Klimaneutralität und des Schutzes der Biodiversität. Ob eine temporäre Nutzung von Waldflächen für Forst-PV im Rahmen der Jungwaldpflege oder auf Käferflächen sinnvoll ist, hängt wohl maßgeblich davon ab, ob dadurch das Wachstum des Waldes sowie die Wiederaufforstung beeinträchtigt werden. Im Fall von Kurzumtriebsplantagen, welche rechtlich nicht unter das Forstgesetz fallen und auf Ackerland betrieben werden, scheint eine Kombination mit Agri-PV insofern nicht sinnvoll, da PV-FFA die effizientere Form der Energiegewinnung darstellen und Ackerflächen vorwiegend der Nahrungsmittelproduktion dienen sollten. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die Frage nach der Flächeninanspruchnahme durch PV-FFA im Kontext des Waldes kaum stellen sollte, da es sich hierbei meist um keine nachhaltige Nutzungskombination handeln dürfte.

Gesellschaftliche Akzeptanz

Angesichts der Dringlichkeit der Klimaneutralität wurde augenscheinlich, wie wichtig die Akzeptanz der lokalen Bevölkerung ist, wenn es trotz planungsrechtlich konformer PV-FFA schwierig wird, durch den Widerstand der Bevölkerung vor Ort geeignete Projektstandorte zu finden. Um die subjektive Nutzenabwägung zu begleiten, ob bei einer PV-FFA hinsichtlich des Landschaftsbildes der Nutzen die Nachteile überwiegt, spielen Mitsprache- und Beteiligungsmöglichkeiten eine zentrale Rolle. Während die Kommunikation und Mitsprache bei der Projektentwicklung bereits früh Missverständnisse klären und Bedenken durch Konsensfindung auflösen kann, stellt besonders die finanzielle und energetische Beteiligungsmöglichkeit der Bevölkerung an den Kraftwerken vor Ort eine wichtige Möglichkeit dar, die Akzeptanz zu erhöhen. Im Hinblick auf PV-FFA ist insbesondere die Partizipation an lokalen oder regionalen ‚Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften‘ zu nennen. Die Agri-Photovoltaik, welche durch die Mehrfachnutzung der Standortfläche und die damit verbundenen Vorteile deutlich besser argumentierbar ist wie eine reine PV-FFA, erfährt tendenziell in Sonderkulturen mehr Akzeptanz, da es sich hierbei im Regelfall um kleinere Anlagen handelt. Die Akzeptanz der österreichischen Bevölkerung gegenüber PV-FFA fällt im Vergleich zu anderen Kraftwerkstypen, welche erneuerbare Energiequellen nutzen, sowie gegenüber Dach- und Fassaden-PV eher gering aus.

8.3. Limitationen und weiterer Forschungsbedarf

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Vereinbarkeit von Landwirtschaft und Energiewende im Anwendungsfall von PV-Freiflächenanlagen – trotz der facheinschlägigen Exkurse in die Bereiche 1) Energiewirtschaft, 2) Landwirtschaft sowie 3) Photovoltaik inkl. Mehrfachnutzung – insgesamt auf einer vergleichsweise hohen ‚Flugebene‘ betrachtet. Dies ist einerseits nötig, um für die Raumplanung ausreichend Grundlagenkenntnisse zusammenzutragen und den Bedarf von PV-FFA hinreichend herzuleiten, andererseits gibt es im Rahmen der raumplanerischen Handlungsoptionen noch einigen Konkretisierungsbedarf. Vor dem Hintergrund, dass eine verstärkte Priorisierung von Agri-PV-Anlagen im Sinne der Raumverträglichkeit des PV-Ausbaus gerechtfertigt ist, wurden grundlegende Möglichkeiten hinsichtlich potenzieller raumordnerischer Festlegungen aufgezeigt, welche im Detail weiteren Diskussionsbedarf erfordern.

Weiterer Forschungsbedarf im Grundlagenbereich ist in erster Linie abseits der Raumordnung gegeben. Dies betrifft insbesondere die Vereinbarkeit verschiedener Kulturpflanzen mit Agri-PV. Im Vergleich zur Kombination mit Viehwirtschaft und Obstbau gibt es vor allem bei Agri-PV-Anlagen im Ackerbau weiteren Forschungs- und Kommunikationsbedarf. Der Wissenstransfer von neuen Erkenntnissen zu den Planer:innen in den Bundesländern ist dabei von großer Wichtigkeit für die Raumplanung. In den Bereichen der Biodiversität und der Klimawandelanpassung im Kontext von Agri-PV gilt es ebenso, neue Erkenntnisse möglichst rasch und hinreichend zu kommunizieren. Die Raumplanung ist neben dem Finden geeigneter formeller Festlegungen insbesondere lokal gefordert, Gemeinden dabei zu unterstützen, quantitativ ausreichende und raumverträgliche PV-FFA umzusetzen. Die transparente Kommunikation mit der Bevölkerung vor Ort ist ein weiterer Aspekt, welcher weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich der Energiewende auf der kommunalen Ebene auslöst. Die Raumplanung ist demnach im Bereich der anwendungsbezogenen Forschung stark gefordert.

Auch im Rahmen dieser Arbeit waren Interviews mit Bürgermeister:innen, Landwirt:innen sowie mit Personen aus dem Installations- und Anlagenbau geplant, wobei diese aufgrund des zusätzlichen Arbeitsumfanges nicht durchgeführt werden konnten. Darüber hinaus muss betont werden, dass auch die beiden Wirkfaktoren Biodiversität und Landschaftsbild, welche nicht im Fokus dieser Arbeit lagen, großes Potenzial für fachliche Vertiefungen besitzen. Da zukünftig Großspeicheranlagen eine der zentralen Rollen beim PV-Ausbau spielen werden und diese ein eher junger Gegenstand in der Raumplanung sind, wird sich auch die Frage nach deren Raumverträglichkeit stellen. Denn im Gegensatz zur reversiblen Fundamentierung bei PV-FFA bedürfen Großspeicher oft Geländeanpassungen und teilweise einer Fundamentierung, welche eher bewilligungspflichtigen Bauvorhaben ähnelt.

Eine Herausforderung beim Verfassen der Arbeit waren die sich kontinuierlich ändernden gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen sowie die Bezugnahme auf stetig aktualisierte Grundlagendaten zur Energiewirtschaft in Österreich. Änderungen wurden so gut wie möglich nachträglich ergänzt und die bestehenden Kapitel angepasst.

8.4. Ausblick

Neben dem Bedarf, die Ziele der Bundesländer für den PV-Ausbau zu erhöhen und geeignete Festlegungen für Agri-PV zu finden, wird insbesondere im Rahmen der Umsetzung der RED III die Möglichkeit bestehen, den rechtlichen Rahmen für die Energiewende anzupassen. Dabei muss erwähnt werden, dass die Regulierung, genauso wie der Erkenntnisgewinn bei der Weiterentwicklung von PV-FFA, ein sehr dynamischer Prozess ist. Darüber hinaus wird im Regierungsprogramm der seit März 2025 amtierenden Bundesregierung eine besonders zeitnahe Verabschiedung neuer Gesetze vorgesehen, welche die Energiewende beschleunigen sollen. Darunter fallen das Elektrizitätswirtschaftsgesetz [= ElWG], das ‚Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungsgesetz‘ [= EABG] sowie das ‚Erneuerbares-Gas-Gesetz‘ [= EGG] (BKA, 2025, S. 60). Somit stehen die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse im Kontext einiger Neuerungen in naher Zukunft, welche zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden können.

9. Quellenverzeichnisse

9.1. Literaturverzeichnis

A

- Ancil A. (2020). *Facts about solar panels: PFAS contamination*. Michigan State University (Hrsg.).
<https://graham.umich.edu/media/pubs/Facts-about-solar-panels-PFAS-contamination-47485.pdf> (letzter Aufruf 24.03.2025)
- Austrian Power Grid AG [APG]. (2024a). *APG-Bilanz: Rekordwerte im Stromjahr 2023 belegen herausfordernde Gesamtlage*.
<https://www.apg.at/news-presse/apg-bilanz-rekordwerte-im-stromjahr-2023-belegen-herausfordernde-gesamtlage/> (letzter Aufruf 02.06.2024)
- Austrian Power Grid AG [APG]. (2024b). *Erzeugung nach Typ*.
<https://markttransparenz.apg.at/markt/Markttransparenz/erzeugung/Erzeugung-pro-Typ> (letzter Aufruf 02.06.2024)
- Austrian Power Grid AG [APG]. (2025). *Installierte Erzeugungskapazität pro Produktionstyp*.
<https://markt.apg.at/transparenz/erzeugung/installierte-erzeugungskapazitaet-pro-produktionstyp/> (letzter Aufruf 25.01.2025)

B

- Banko, G., Offenthaler, I., Wannemacher, K. & Weiss, M. (2024). *METHODENENTWICKLUNG UND – ANWENDUNG FÜR EIN MONITORING DER FLÄCHENINANSPRUCHNAHME UND VERSIEGELUNG IN ÖSTERREICH. Tätigkeitsbericht 2022 + 2023*. Umweltbundesamt (Hrsg.). Wien, 2024.
https://www.oerok.gv.at/fileadmin/user_upload/Bilder/2.Reiter-Raum_u_Region/6_OEREK_Umsetzungspakte/Bodenstrategie/Baseline_2022/5_UBA_Taetigkeitsbericht_Monitoring_2022-2023.pdf (letzter Aufruf 20.02.2025)
- Behnisch, M., Krüger, T., & Jaeger, J. (2022). *Rapid rise in urban sprawl: Global hotspots and trends since 1990. Table S3*.
<https://journals.plos.org/sustainabilitytransformation/article?id=10.1371/journal.pstr.0000034> (letzter Aufruf 19.12.2024)
- Biermayr, P., Aigenbauer, S., Dißbauer, C., Eberl, M., Enigl, M., Fechner, H., Fink, C., Fuhrmann, M., Hengel, F., Jaksch-Fliegenschnee, M., Leonhartsberger, K., Matschegg, D., Moidl, S., Prem, E., Riegler, T., Savic, S., Schmidl, C., Strasser, C., Wonisch, P., & Wopienka, E. (2023). *Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2022. Biomasse, Photovoltaik, Photovoltaik-Batteriespeicher, Solarthermie, Großwärmespeicher, Wärmepumpen, Gebäudeaktivierung, Windkraft und innovative Energiespeicher. Langfassung*. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK] (Herausgeber). Wien, 2023.
https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2023-36a-marktstatistik-2022.pdf (letzter Aufruf 15.01.2025)
- Böhm, J. & Tietz, A. (2022). *Abschätzung des zukünftigen Flächenbedarfs von Photovoltaik-Freiflächenanlagen*. Thünen-Institut für Betriebswirtschaft (Hrsg.). Braunschweig, 2022.
https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn065640.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Böhm, J. (2023, 16. März). Vergleich der Flächenenergieerträge verschiedener erneuerbarer Energien auf landwirtschaftlichen Flächen – für Strom, Wärme und Verkehr. In *Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 101*. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.).
<https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/462> (letzter Aufruf 28.04.2025)

- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen [BEV]. (2024, 31. Dezember). *Regionalinformation 2024* [Datensatz].
<https://data.bev.gv.at/geonetwork/srv/ger/catalog.search#/metadata/888cf541-74d2-4d01-81f0-d01f12b6480c> (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesamt für Raumentwicklung [ARE]. (2004). *Übersicht über die raumwirksamen Tätigkeiten des Bundes 2004*.
<https://www.aren.admin.ch/aren/de/home/medien-und-publikationen/publikationen/strategieund-planung/ubersicht-uber-die-raumwirksamen-tatigkeiten-des-bundes-2004.html> (letzter Aufruf 23.04.2024)
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung [BLE]. (2024). Hopfen: *Eine ganz spezielle Kulturpflanze*.
<https://www.landwirtschaft.de/tier-und-pflanze/pflanze/nutzpflanzen-allgemein/hopfen-eine-ganz-spezialkulturpflanze> (letzter Aufruf 05.04.2025)
- Bundeskanzleramt Österreich [BKA]. (2020). *Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020 – 2024*.
<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html> (letzter Aufruf 20.11.2024)
- Bundeskanzleramt Österreich [BKA]. (2025). *Jetzt das Richtige tun. Für Österreich. Regierungsprogramm 2025 – 2029*.
<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html> (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft [BFW]. (2025). *Digitale Bodenkarte. Wertigkeit Ackerland*.
<https://bodenkarte.at/#/center/14.096,48.017/zoom/8/l/wa,true,100,kb> (letzter Aufruf 12.05.2025)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria]. (2022a). *Photovoltaik in der Landschaft. Planungsleitlinie für PV-Freiflächenanlagen mit Weitsicht für Umwelt und Raum*.
https://pvaustria.at/wp-content/uploads/PV_Austria_Leitlinie_PV-FFA_final.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria]. (2022b). *Photovoltaik in Österreich 2022*.
https://pvaustria.at/wp-content/uploads/Bundeslaender-Factsheet_AT.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria]. (2022c). *Photovoltaik in den Bundesländern*.
<https://pvaustria.at/bundeslaender/#Bundeslaender> (letzter Aufruf 17.06.2024)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria]. (2023a). *PHOTOVOLTAIK-NUTZUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT. Einblick in die umfangreichen Möglichkeiten der nachhaltigen Sonnenstromproduktion im Agrarsektor*.
<https://pvaustria.at/wp-content/uploads/Photovoltaik-Nutzung-in-der-Landwirtschaft-Auflage-2.pdf> (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria]. (2023b). *PV-Leistung in Österreich und den Bundesländern*.
<https://pvaustria.at/dashboard/#Vergleich> (letzter Aufruf 31.01.2025)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria] (2024a). *Pressemeldungen*.
<https://pvaustria.at/presse/> (letzter Aufruf 17.06.2024)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria] (2024b). *Leitfaden zur Anzeige- und Genehmigungspflicht von Photovoltaikanlagen und Energiespeichern*.
<https://pvaustria.at/wp-content/uploads/Kurzversion-Leitfaden-zur-Anzeige-und-Genehmigungspflicht-von-PV-Anlagen.pdf> (letzter Aufruf 13.04.2025)
- Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria] (2025). *Photovoltaik in Österreich*.
<https://pvaustria.at/bundeslaender/#Bundeslaender> (letzter Aufruf 25.01.2025)

- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2022). *Energie in Österreich. Zahlen, Daten, Fakten*.
<https://www.bmwet.gv.at/Services/Publikationen/publikationen-energie/zahlen.html> (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2023a). *Energie in Österreich. Zahlen, Daten, Fakten*.
<https://www.bmwet.gv.at/Services/Publikationen/publikationen-energie/zahlen.html> (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2023b). *Leitfaden Agri-PV. Landwirtschaft trifft Energiewende*. Wien, 2023.
https://www.klimaaktiv.at/fileadmin/Bibliothek/Publikationen/2023_Agri_PV.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2023c). *Bauplan für die Energiezukunft Österreichs. Maßnahmen und Aktivitäten des Klimaschutzministeriums für eine sichere, leistbare und erneuerbare Energieversorgung 2040*.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/energiewende/bauplan.html (letzter Aufruf 03.06.2024)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2024a). *Österreichs Energie-Infoportal*.
<https://energie.gv.at/> (letzter Aufruf 02.06.2024)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2024b). *Integrierter österreichischer Netzinfrastukturplan*. Wien, 2024.
<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/netzinfrastukturplan.html> (letzter Aufruf 18.06.2024)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2024c). *Österreichische Photovoltaik-Strategie*. Wien, 2024.
<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/pv-strategie.html> (letzter Aufruf 18.06.2024)
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2024d). *Energie in Österreich. Zahlen, Daten, Fakten*.
<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/zahlen.html>
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2024e). *Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich. Periode 2021-2030*.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK]. (2024f). *EAG-Evaluierungsbericht 2024 gemäß den nationalen Vorgaben § 91 EAG*.
https://www.parlament.gv.at/dokument/XXVIII/III/104/imfname_1666493.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft [BML]. (2023). *Österreichischer Waldbericht 2023*.
https://info.bml.gv.at/dam/jcr:a5c90b98-5c24-4bd6-a9f1-60cbbda8cfff/BML_broschuere_oesterreichischer_waldbericht2023_200dpi_pac3.pdf (letzter Zugriff 20.03.2025)
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft [BML]. (2024). *Anhänge zur Sonderrichtlinie ÖPUL 2023*.
https://www.ama.at/getattachment/9524c0cc-9b7b-435a-8767-4e711fb65454/SRL_OEPUL_2023_Anhaenge.pdf (letzter Aufruf 14.04.2025)

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus [BMNT]. (2019). *Bioökonomie. Eine Strategie für Österreich*.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/biooekonomie/strategie.html (letzter Aufruf 13.03.2025)

Burgenland Energie. (2024). *Größtes Agri-PV-Wind-Projekt Europas wächst und wächst*.
<https://www.burgenlandenergie.at/de/mediathek/groesstes-agri-pv-wind-projekt-europas/> (letzter Aufruf 07.04.2025)

C

Climate Change Center Austria [CCCA]. (2015). *Die Auswirkungen des Klimawandels in Österreich: eine ökonomische Bewertung für alle Bereiche und deren Interaktion. Hintergrund und Ergebnisse des Forschungsprojekts COIN*.
https://coin.ccca.ac.at/sites/coin.ccca.at/files/factsheets/Coin_Ueberblick_v20_20012015.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

D

Deboutte, G. (2024). *Frankreich erlässt neue Regeln für die Agri-Photovoltaik*. In: *pv magazine*.
<https://www.pv-magazine.de/2024/04/12/frankreich-erlaesst-neue-regeln-fuer-die-agri-photovoltaik/> (letzter Aufruf 14.04.2025)

Der Spiegel. (2013, 31. Juli). *Jahrhundertsommer 2003: Eine der größten Naturkatastrophen Europas*.
Der Spiegel (Hrsg.).
<https://www.spiegel.de/fotostrecke/jahrhundertsommer-2003-eine-der-groessten-naturkatastrophen-europas-fotostrecke-110413.html> (28.04.2025)

Deutsches Institut für Normung e.V. [DIN]. (2021). *DIN SPEC 91434. Agri-Photovoltaik-Anlagen – Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung*.
<https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91434/337886742> (letzter Aufruf 04.04.2025)

Deutsches Institut für Normung e.V. [DIN]. (2024). *DIN SPEC 91492. Agri-Photovoltaik-Anlagen – Anforderungen an die Nutztierhaltung*.
<https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/din-spec-91492/379601163> (letzter Aufruf 04.04.2025)

Dumke, H. & Geier, S. (2021). *ENERGIERAUMPLANUNG: DAS ÖSTERREICHISCHE INSTRUMENTARIUM IM IST UND SOLL*. In R. Giffinger, M. Berger, K. Weninger und S. Zech (Hrsg.), *Energieraumplanung – Ein zentraler Faktor zum Gelingen der Energiewende*. TU Wien, 2021.
<https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/17191/3/Geier%20-%202021%20-%20Energieraumplanung%20Das%20oesterreichische%20Instrumentarium%20im%20IST....pdf> (letzter Aufruf 28.04.2025)

E

E-Control. (2024). *Statistik. Inlandsstromverbrauch*.
https://www.e-control.at/statistik/e-statistik/charts/str_ges_verb (letzter Aufruf 25.01.2025)

ECOWIND Handels- & Wartungs-GmbH. (2022). *Spatenstich für die AGRI-Photovoltaikanlage in Haidegg*.
<https://shop.haidegg.at/spatenstich-fuer-die-agri-photovoltaikanlage-in-haidegg/> (letzter Aufruf 07.04.2025)

Energieinstitut Vorarlberg. (2024). *Landesförderung für Photovoltaikanlagen auf versiegelten Flächen*.
<https://www.energieinstitut.at/foerderkompass/landesfoerderungen-fuer-unternehmen-und-sonstige/landesfoerderung-fuer-photovoltaikanlagen-auf-versiegelten-flaechen> (letzter Aufruf 14.04.2025)

Energiepark Bruck/Leitha. (2024a). *Agri-PV – Sonnenfeld Bruck/Leitha*.
<https://www.energiepark.at/agri-pv-sonnenfeld-bruck-leitha/> (letzter Aufruf 06.04.2025)

Energiepark Bruck/Leitha. (2024b). *Publizierbarer Zwischenbericht/Endbericht*.
https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/2024/09/C174534_Energiepark-Bruck-a.d.-Leitha-GmbH_Sonnenfeld_MUSTER-PV.pdf (letzter Aufruf 06.04.2025)

Englisch, M. (2024, 6. April) *Österreich braucht eine Bodendiät*. FREDA – DIE AKADEMIE.
<https://www.freda-magazin.at/umwelt/oesterreich-braucht-bodendiaet/> (letzter Aufruf 29.04.2024)

Energienetze Steiermark. (2025). *Erzeugungsanlagen*.
<https://www.e-netze.at/Strom/Erzeugungsanlagen/Default.aspx> (letzter Aufruf 18.03.2025)

Europäische Union [EU]. (2024). *Pariser Klimaschutzübereinkommen*.
<https://www.consilium.europa.eu/de/policies/climate-change/paris-agreement/> (letzter Aufruf 20.03.2024)

Erb, K.-H., Tappeiner, U., Jandl, R., Baumgarten, A., Dumke, H., Fischer, T., Formayer, H., Gaube, V., Getzner, M., Gingrich, S., Gratzner, G., Haas, W., Hinterberger, F., Jäger, J., Kottusch, C., Kraxner, F., Lapin, K., Meyer, I., Schinko, T., Schneider, S., Schüler, S., Shinozaki, K., Stöglehner, G., Tasser, E., Thaler, T., Weiss, W., Wenzel, W., und Zollitsch, W. (2024). *APCC Special Report: Landnutzung und Klimawandel in Österreich*. Jandl, R., Tappeiner, U., Foldal, C. B., Erb, K.-H. (Hrsg.). Springer Spectrum: Berlin/Heidelberg.
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-67864-0> (letzter Aufruf 28.04.2025)

EWS Consulting GmbH. (2024). *EWS-Sonnenfeld – Bruck/Leitha (NÖ), Agri-PV Referenzanlage*.
<https://www.ews-sonnenfeld.com/referenzprojekte/detail/ews-sonnenfeld-bruck-an-der-leitha> (letzter Aufruf 06.04.2025)

F

Fachverband der Nahrungs- und Genussmittelindustrie Österreichs. (2023). *Agrarrohstoffe: Vieles muss importiert werden*.
<https://www.oesterreich-isst-informiert.at/herstellung/agrarrohstoffe-vieles-muss-importiert-werden/> (letzter Aufruf am 12.03.2025)

Fechner, H. (2020). *Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können. Endbericht*. Österreichs E-Wirtschaft (Hrsg.). Wien, 2020.
https://oesterreichsenergie.at/fileadmin/user_upload/Oesterreichs_Energie/Publikationsdatenbank/Studien/2020/PV-Studie_2020.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Fechner, H. (2024). *Photovoltaik-Potentiale im Gebäudesektor in Österreich bis 2040 und Abschätzung der Photovoltaik-Potentiale auf weiteren Infrastrukturen*. Österreichs E-Wirtschaft (Hrsg.). Wien, 2024.
https://oesterreichsenergie.at/fileadmin/user_upload/Oesterreichs_Energie/Publikationsdatenbank/Studien/2024/2024_09_05_PV_Potential_2024_Finalversion.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2006). *Policy Brief. Food Security*.
https://www.fao.org/fileadmin/templates/faotaly/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg [FVA]. (2014). *Die Ernte von Kurzumtriebsplantagen*.
<https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/holz-und-markt/holzenergie/die-ernte-von-kurzumtriebsplantagen> (letzter Aufruf 07.04.2025)

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg [FVA]. (2023). *Solarpaneele über Forstkulturen? Ein Fall für die Forschung!*
<https://www.fva-bw.de/aktuelles/artikel/solarpaneele-ueber-forstkulturen-ein-fall-fuer-die-forschung> (letzter Aufruf 20.03.2025)

Französische Umweltagentur für Energie. (2021). *Caractériser les projets photovoltaïques sur terrains agricoles et l'agrivoltaïsme*.
https://siphem.fr/wp-content/uploads/pv_sur_terrains_agricoles_-_etat_de_l_art.pdf (letzter Aufruf 14.04.2025)

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung. (2025). *Karten. Energy-Charts. Anteil Erneuerbarer Energien an der öffentlichen Stromerzeugung im Jahr 2022*.
https://www.energy-charts.info/charts/renewable_share_map/chart.html?l=de&c=EU&interval=year&year=2024&share=renewable_share_of_generation (letzter Aufruf 25.01.2025)

G

Goers, S., Schneider, F., Steinmüller, H. und Tichler, R. (2020). *Wirtschaftswachstum und Beschäftigung durch Investitionen in Erneuerbare Energien. Volkswirtschaftliche Effekte durch Investitionen in ausgewählte Produktions- und Speichertechnologien*. Energieinstitut an der Johannes-Kepler-Universität Linz (Hrsg.).
<https://positionen.wienenergie.at/wp-content/uploads/2021/05/Energieinstitut-VWL-Effekte-durch-Investitionen-in-EE-Langfassung.pdf> (letzter Aufruf 28.04.2025)

Gossement Avocats. (2024). *Solaire : le point complet sur le cadre juridique de l'agrivoltaïsme à la suite de la publication du décret du 8 avril 2024 relatif aux installations agrivoltaïques et aux installations agricompatibles*.
<https://www.gossement-avocats.com/blog/agrivoltaïsme-1/> (letzter Aufruf 15.04.2025)

H

Hampl, N., Marterbauer, G., Nowshad, A., Strebl, M., Salmhofer, A., Grohs, L. und Bauer-Hartig, F. (2025). *Erneuerbare Energien in Österreich 2025. Der jährliche Stimmungsbarometer der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien*. Wirtschaftsuniversität Wien, Deloitte Österreich und Wien Energie (Hrsg.).
<https://www.deloitte.com/at/de/Industries/energy/research/erneuerbare-energien-in-oesterreich.html> (letzter Aufruf 31.03.2025)

Haslmayr, H.-P., Baumgarten, A., Schwarz M., Huber, S., Prokop, G., Sedy, K., Krammer, C., Murer, E., Pock, H., Rodlauer, C., Schaumberger, A., Nadeem, I. & Formayer, H. (2018). *BEAT – Bodenbedarf für die Ernährungssicherung in Österreich. Erweiterte Zusammenfassung des Forschungsprojekts Nr. 100975*. Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus [BMNT] (Hrsg.).
https://dafne.at/content/report_release/aa85879d-af0f-4273-a1e2-b7f1d7178d41_0.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Heikonen, S., Heino, M., Jalava, M., Siebert, S., Viviroli, D., & Kummu, M. (2025). *Climate change threatens crop diversity at low latitudes*. In Springer Nature Limited (Hrsg.), London.
<https://doi.org/10.1038/s43016-025-01135-w> (letzter Aufruf 28.04.2025)

Hengstler, J., Russ, M., Stoffregen, A., Hendrich, A., Weidner, S., Held, M. und Briem, A., (2021). *Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen*. Umweltbundesamt (Hrsg.).
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Hermanns, H. (2017). *Interviewen als Tätigkeit*. In I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 360 – 368). Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg, 2000.

I

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

K

Kaiser, A. (2022). *PFAS-REPORT 2022. Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen – Überblick und Situation in Österreich*. Umweltbundesamt (Hrsg.).

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0820.pdf>

Kanonier, A. & Schindelegger, A. (2018). *Planungsinstrumente*. In Österreichische Raumordnungskonferenz (Hrsg.), *Raumordnung in Österreich und Bezüge zur Raumentwicklung und Regionalpolitik* (S. 74-121). Eigenverlag.

https://www.oerok.gv.at/fileadmin/user_upload/publikationen/Schriftenreihe/202/OEROK-SR_202_DE.pdf (letzter Aufruf 14.05.2025)

Kaiser, R. (2014). *Qualitative Experteninterviews: konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung*. Springer VS, Wiesbaden, 2024.

Kapeller, L. & Pallinger, J. (2024, 19. September). *Was die Parteien für die Renaturierung Österreichs versprechen*. In derStandard.

<https://www.derstandard.at/story/3000000236963/was-die-parteien-fuer-die-renaturierung-oesterreichs-versprechen> (letzter Aufruf 28.04.2025)

Kleine Zeitung. (2024). *Folgen des Hochwassers führen zu Explosionen auf Photovoltaik-Anlage*.

<https://www.kleinezeitung.at/oesterreich/18968211/folgen-des-hochwassers-fuehren-zu-explosionen-auf-photovoltaik-anlage> (letzter Aufruf 29.03.2025)

Klimadashboard – Verein zur Förderung datenbasierter Berichterstattung und Bewusstseinsbildung zur Klimakrise (2024). *Energie. Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung*.

<https://klimadashboard.at/energie/erneuerbare-energien> (Letzter Aufruf 17.06.2024)

Knoll, T. & Groiss, M. (2011). *PHOTOVOLTAIK IN DER LANDSCHAFT. Steuerungsstrategie für Photovoltaik-Freiflächenanlagen aus der Sicht des Naturschutzes und der Raumordnung*. Knollconsult Umweltplanung ZT GmbH (Hrsg.).

https://www.ooe-umwelthanwaltschaft.at/Mediendateien/PVPospapierNEU2015_KnollStudie.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

König, M., Loder, B., Fölser, M. und Bauer, A. (2024). *EWS Sonnenfeld. Endbericht der Begleitforschung*.

https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/2024/09/C175452_Muster-PV-Begleitschung_Endbericht_Evaluierung-und-Anpassung-Sonnenfeld-Bruck-ad-Leltha.pdf (letzter Aufruf 06.04.2025)

Koscher, R. (2021). *Photovoltaik-Freiflächenanlagen in der Raumplanung. Steuerungsansätze zwischen Energiewende und nachhaltiger Raumentwicklung* [Masterarbeit, Technische Universität Wien]. repositUM.

<https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/17107> (letzter Aufruf 28.04.2025)

L

Land Niederösterreich [Land NÖ]. (2022a). *Erläuterungen zur Verordnung über ein Sektorales Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich (NÖ SekRep PV)*.

https://www.raumordnung-noe.at/fileadmin/root_raumordnung/land/ueberoertliche_raumordnung/PV_Erlaeuterungen_29.11.2022.pdf (letzter Aufruf 10.04.2025)

Land Niederösterreich [Land NÖ]. (2022b). *Sektorales Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich. Methodenbericht zur Findung von Zonen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen*.

<https://www.raumordnung->

[noe.at/fileadmin/root_raumordnung/land/ueberoertliche_raumordnung/PV Methodenbericht RU7 22.07.2022.pdf](https://www.raumordnung-noe.at/fileadmin/root_raumordnung/land/ueberoertliche_raumordnung/PV_Methodenbericht_RU7_22.07.2022.pdf) (letzter Aufruf 10.04.2025)

Land Niederösterreich [Land NÖ]. (2023). *Widmungsart Grünland-Photovoltaikanlagen. Ein Leitfaden zur Ausweisung im Flächenwidmungsplan.*
https://www.energie-noe.at/download/LF_PV-Freiflaechen_Endfassung%20-%20052023.pdf (letzter Aufruf 30.03.2025)

Land Niederösterreich [Land NÖ]. (2025). *Erläuterungen zur Verordnung über ein Regionales Raumordnungsprogramm. Raum Amstetten Nord.*
<https://www.raumordnung-noe.at/region/regionale-raumordnungsprogramme/reg-rop-neu-7-6> (letzter Aufruf am 14.03.2025)

Land Oberösterreich [Land OÖ]. (2022). *OÖ Photovoltaik Strategie 2030.*
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/ooe_photovoltaik_strategie_2030.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Land Oberösterreich [Land OÖ]. (2025a). *LEITFADEN 2025 für die Errichtung und Förderung von Photovoltaikanlagen in Oberösterreich.*
https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_US/Photovoltaik_Leitfaden.pdf (letzter Aufruf 13.04.2025)

Land Oberösterreich [Land OÖ]. (2025b). *DORIS. Energie. Photovoltaik-Freiflächen (Agro-PV).*
<https://wo.doris.at/weboffice/synserver?project=weboffice&client=core&user=guest&stateid=1088844e-4b43-4dba-94c4-cbc8fcefa344> (letzter Aufruf 13.04.2025)

Land Salzburg. (2023). *Erläuterungen zur Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 19. Oktober 2023, über die Erlassung einer Photovoltaik-Kennzeichnungsverordnung.*
https://www.salzburg.gv.at/energie/_Documents/Erl%C3%A4uterungen%20zur%20Photovoltaik-Kennzeichnungsverordnung.pdf (letzter Aufruf 13.04.2025)

Land Steiermark. (2023). *Erläuterungen zur Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 1. Juni 2023, mit der ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie – Solarenergie erlassen wird.*
https://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/12900898_74836203/a331f363/Erl%C3%A4uterungen_Sapro%20EE-Solar_Begutachtung.pdf (letzter Aufruf 13.04.2025)

Land Steiermark. (2025). *Begleitforschung Endbericht. Agri-Photovoltaik Obstbau.*
https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/2025/02/C197726_Muster-PV_Endbericht-inkl-Monitoring_Agri-Photovoltaik-Anlage-im-Obstbau.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

Land Tirol. (2022a). *TEG-Bewilligungsvoraussetzung für PV-Anlagen im Bereich von landwirtschaftlichen Vorsorgeflächen, aufgrund bereits bestehender Regionalprogramme.*
https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/wasser_wasserrecht/Downloads/Verfahrenshandbuch_Agro_PV_NEU.pdf (letzter Aufruf 14.04.2025)

Land Tirol. (2022b). *Anlage zum Informationsblatt Photovoltaik – Anlagen bezüglich Freiflächenanlagen.*
https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/wasser_wasserrecht/Anlage_Info_PV_Freiflaechen.pdf (letzter Aufruf 14.04.2025)

Land Vorarlberg. (2025). *Photovoltaikanlagen in Vorarlberg. Rechtliche Rahmenbedingungen. Stand März 2025.*
<https://vorarlberg.at/documents/302033/27310033/Leitfaden+zu+PV-Anlagen+in+Vorarlberg%2C+Stand+M%C3%A4rz+2025.pdf/fe5e8caf-3406-af7d-2ed7-4590e7dfad1e?t=1743150400831> (letzter Aufruf am 14.04.2025)

Landwirtschaftskammer Steiermark. (2020). *Fläche doppelt nutzen: Ökostrom und Lebensmittel.*
<https://stmk.lko.at/fl%C3%A4che-doppelt-nutzen-%C3%B6kostrom-und-lebensmittel+2400+3272863> (letzter Aufruf 08.04.2025)

Lauf, T., Memmler, M. und Schneider, S. (2023). *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2022*. Umweltbundesamt (Hrsg.).
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/20231219_49_2023_c_emissionsbilanz_erneuerbarer_energien_2022_bf.pdf (letzter Aufruf 28.04.2025)

M

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg [MLR]. (2023). *Dauerkulturen*.
https://lr.landwirtschaft-bw.de/Lde/3650826_3651462_5405915_5378885_5378985_5378998 (letzter Aufruf 05.04.2025)

Momentum Institut. (2024). *Klimaziele: Die Regierung hat keinen Plan, die Wissenschaft schon*.
<https://www.moment.at/story/nekp-klimaziele-oesterreich/> (letzter Aufruf 04.04.2024)

Müller, K. (2022). *Anpassung an den Klimawandel – Agri-Photovoltaik als Chance für Landwirtschaft und Gesellschaft*.
<https://www.ifo.de/DocDL/sd-2022-08-schwarze-et-al-klimawandel-landwirtschaft-anpassung.pdf#page=12> (letzter Aufruf 04.04.2024)

N

Naturschutzbund Deutschland. [NABU]. (2023). *Gemeinsames Positionspapier „Photovoltaik im Wald“*.
<https://sachsen.nabu.de/news/2023/33664.html> (letzter Aufruf 20.03.2025)

naturstrom AG. (2023). *Photovoltaik auf Käferflächen*.
<https://www.energiezukunft.eu/erneuerbare-energien/solarenergie/photovoltaik-auf-kaeferflaechen> (letzter Aufruf 20.03.2025)

Netz Niederösterreich GmbH. (2025). *Trafostationskarte*.
<https://www.netz-noe.at/Netz-Niederosterreich/Service/Okostromanlage-Portal/Netzkapazitaeten.aspx> (letzter Aufruf 12.05.2025)

NÖ Energie- und Umweltagentur [ENU]. (2024). *Unveröffentlichtes Manuskript, NÖ Energie- und Umweltagentur*.

O

Öser, C. (2024, 15. April). *Hürden bei Photovoltaikausbau*. Österreichischer Rundfunk (Hrsg.).
<https://orf.at/stories/3353270/> (letzter Aufruf 04.04.2024)

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit [AGES]. (2025). *Arten schützen, Vielfalt erhalten*.
<https://www.ages.at/pflanze/biodiversitaet/informationen-zu-biodiversitaet> (letzter Aufruf 14.03.2025)

Österreichischer Biomasseverband. (2023). *Bioenergie Atlas Österreich*.
<https://www.biomasseverband.at/wp-content/uploads/Bioenergie-Atlas-Oesterreich-2023.pdf> (letzter Aufruf 04.04.2024)

Österreichische Energieagentur. (2022). *Fossile Energie verantwortlich für drei Viertel der negativen Außenhandelsbilanz*.
<https://www.energyagency.at/aktuelles/aussenhandelsbilanz-2021> (letzter Aufruf 01.04.2025)

Österreichs E-Wirtschaft. (2020). *Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich*.
<https://oesterreichsenergie.at/publikationen/ueberblick/detailseite/ermittlung-des-flaechenpotentials-fuer-den-photovoltaik-ausbau-in-oesterreich> (letzter Aufruf 26.07.2024)

- Österreichs E-Wirtschaft. (2022). *Österreichs Weg in eine klimaneutrale Energiezukunft*.
https://oesterreichsenergie.at/fileadmin/user_upload/Oesterreichs_Energie/Publikationsdatenbank/Diverses/2022/Stromstrategie_2040_29092022.pdf (letzter Aufruf 04.04.2024)
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2014). *Energieraumplanung. Materialband. Ergebnisse der ÖREK-Partnerschaft. Schriftenreihe Nr. 192*. Wien, 2014.
https://www.oerok.gv.at/fileadmin/user_upload/publikationen/Schriftenreihe/192/OEROK-SR_192_web.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2016). *ÖROK-Empfehlung Nr. 54: „Risikomanagement für gravitative Naturgefahren in der Raumplanung“. Rahmen, Erläuterungen, Empfehlungen & Beispiele*.
<https://www.oerok.gv.at/publikationen> (letzter Aufruf 29.03.2025)
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2021). *Österreichisches Raumentwicklungskonzept 2030. Raum für Wandel*.
https://www.oerok.gv.at/fileadmin/user_upload/publikationen/Schriftenreihe/210/OEREK-2030.pdf (letzter Aufruf 14.05.2025)
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2022). *Begriffsbestimmungen zum Monitoring*.
<https://www.oerok.gv.at/raum/daten-und-grundlagen/begriffsbestimmungen> (letzter Aufruf 12.04.2024)
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2023a). *Flächeninanspruchnahme und Versiegelung in Österreich Kontextinformationen und Beschreibung der Daten für das Referenzjahr 2022. Materialienheft 12*.
<https://www.oerok.gv.at/monitoring-flaecheninanspruchnahme/daten> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2023b). *Bodenstrategie für Österreich (Entwurf). Strategie zur Reduktion der weiteren Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung bis 2030*. Wien, 2023.
- Österreichische Raumordnungskonferenz [ÖROK]. (2024). *17. Raumordnungsbericht. Analysen und Berichte zur räumlichen Entwicklung Österreichs 2021–2023*. Wien, 2024.
- Österreichische Technologieplattform PHOTOVOLTAIK [TPPV]. (o. D.). *Positionspapier der Österreichischen Technologieplattform Photovoltaik zum im Regierungsprogramm adressierten beschleunigten Ausbau der Photovoltaik in Österreich bis 2030*.
https://tppv.at/wp-content/uploads/2022/12/Positionspapier-zum-Ausbau-auf-125TWh_final_layot_V3.pdf (29.04.2025)
- Österreichische Technologieplattform Photovoltaik [TPPV] & Bundesverband Photovoltaic Austria [PV Austria]. (2024). *12 Fragen zu Photovoltaik und PFAS. Factsheet*.
https://tppv.at/wp-content/uploads/2024/04/Factsheet_12-Fragen-zu-PFAS-und-PV_TPPV_PV-AUSTRIA.pdf (29.04.2025)
- outarky GmbH. (2025). *Agri-Photovoltaik*.
<https://outarky.de/loesungen/photovoltaik/agri-photovoltaik/> (letzter Aufruf 08.04.2025)

P

- Parlamentsdirektion. (2024). *Fachdossiers. Welche Expertise zum Klimawandel gibt es in Österreich?*
<https://www.parlament.gv.at/fachinfos/rlw/Welche-Expertise-zum-Klimawandel-gibt-es-inOesterreich#:~:text=Das%20Regierungsprogramm%202020%E2%80%932024%20verspricht,505> . (Letzter Aufruf 04.04.2024)
- Putschögl, M. (2024, 1. März). *Scharfe Kritik an „Beschluss“ der Bodenstrategie ohne Bund*. In derStandard.
<https://www.derstandard.at/story/3000000209709/scharfe-kritik-an-beschluss-der-bodenstrategie-ohne-bund> (29.04.2025)

Q

Quaschnig, V., (2020). *Energieaufwand zur Herstellung von Photovoltaikanlagen*.
<https://www.volker-quaschnig.de/datserv/kev/index.php> (letzter Aufruf 30.03.2025)

R

Rat der Europäischen Union. (2025). *Wie die Invasion Russlands in die Ukraine die weltweite Nahrungsmittelkrise weiter verschärft*.
<https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/how-the-russian-invasion-of-ukraine-has-further-aggravated-the-global-food-crisis/#:~:text=Die%20Ukraine%20ist%20der%20weltweit,Wert%20von%20fast%2012%20Mrd.> (letzter Aufruf 12.03.2025)

Rechnungshof Österreich. (2021). *Klimaschutz in Österreich – Maßnahmen und Zielerreichung 2020. Bericht des Rechnungshofes*.
https://www.rechnungshof.gv.at/rh/home/news/Klimaschutz_wird_in_Oesterreich_nicht_zentra_l_koordiniert.html# (letzter Aufruf 10.04.2024)

Rechnungshof Österreich. (2023). *Lebensmittel – Versorgungssicherheit. Bericht des Rechnungshofes*. Wien, 2023.
https://www.rechnungshof.gv.at/rh/home/home/Bund_2023_17_Lebensmittel.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

Rosshirt, B. (2024). *Franke will Haselnussfelder für Energiegewinnung nutzen*. In Bayrischer Rundfunk (Hrsg.).
<https://www.br.de/nachrichten/bayern/franke-will-haselnussfelder-fuer-energiegewinnung-nutzen,ULVx7po> (letzter Aufruf 07.04.2025)

Rühmer, T., & Steinbauer L. (2023). *Blattschorf und andere Pilzkrankheiten unter der Agri-PV*. In *Agri PV News*. Land Steiermark (Hrsg.).
https://www.agrar.steiermark.at/cms/dokumente/12945362_13888112/0d79929b/2023-03%20AGRI%20PV%20NEWS%20-%20Blattschorf%20und%20andere%20Pilzkrankheiten%20unter%20der%20AGRI-PV.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

Rühmer, T., & Steinbauer L. (2024). *Bad News: Im Hagelschutz gibt es für die Agri-PV ein „Nicht Genügend“!*. In *Agri PV News*. Land Steiermark (Hrsg.).
https://www.agrar.steiermark.at/cms/dokumente/12945362_13888112/8904b291/2024-03%20Bad%20News%20-%20Im%20Hagelschutz%20gibt%20es%20f%C3%BCr%20die%20Agri%20-PV%20ein%20Nicht%20Gen%C3%Bcgend.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

S

Schreier, M. (2014). *Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten*. In *Forum Qualitative Sozialforschung*.
https://www.researchgate.net/publication/264788264_Varianten_qualitativer_Inhaltsanalyse_Ein_Wegweiser_im_Dickicht_der_Begrifflichkeiten (letzter Aufruf 29.04.2025)

Seher, W. & Löschner, L. (2018). *Risikoorientierte Raumplanung in Österreich: Merkmale und Umsetzungsoptionen am Beispiel von Hochwasserrisiken*. In: *disP – The Planning Review*.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02513625.2018.1525202> (letzter Aufruf 29.03.2025)

Skudelny, T. (2024). *Erstes Agri-PV-Projekt mit Tracker in Deutschland: Sechs Lehren aus vier Jahren Betrieb*. In: *pv magazine*. <https://www.pv-magazine.de/2024/03/21/erstes-agri-pv-projekt-mit-tracker-in-deutschland-sechs-lehren-aus-vier-jahren-betrieb/> (letzter Aufruf 18.03.2025)

Stadt Wien. (2025). *Agrarwesen*.
<https://www.wien.gv.at/umwelt/wasserrecht/agrarwesen/index.html> (letzter Aufruf 14.04.2025)

- Statistik Austria. (2020). *Land- und Forstwirtschaft. Weinbau*.
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/pflanzenbau/obst/erwerbsobstbau> (letzter Aufruf 07.04.2025)
- Statistik Austria. (2022). *Übersicht der Bodennutzung 2020 nach Bundesland* [Datensatz].
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/betriebsstruktur/bodennutzung> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2023). *Anbau auf dem Ackerland. Kalenderjahr 2023*.
[https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/SB_1-16-Anbau auf dem Ackerland 2023.pdf](https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/SB_1-16-Anbau_auf_dem_Ackerland_2023.pdf) (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2024a). *Energiebilanzen*.
<https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>
(letzter Aufruf 25.01.2025)
- Statistik Austria. (2024b, 19. April). *Anbau auf dem Ackerland 2012–2023* [Datensatz].
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau-dauergruenland> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2024c). *Energiebilanzen. Pressemitteilungen*.
<https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2024/10/20241031Energiebilanzen2023.pdf> (letzter Aufruf 25.01.2025)
- Statistik Austria. (2024d). *Feldfruchtproduktion ab 1970* [Datensatz].
<https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2024e). *Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch 2023 weiter rückläufig. Pressemitteilungen*.
<https://www.statistik.at/fileadmin/announcement/2024/08/20240902VersorgungsbilanzentierischeProdukte2023.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2025a). *Versorgungsbilanzen ab 1995* [Datensatz].
<https://statcube.at/statistik.at/ext/statcube/jsf/tableView/tableView.xhtml> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2025b). *Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion 2024 – endgültig* [Datensatz].
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau-dauergruenland> (letzter Aufruf 29.04.2025)
- Statistik Austria. (2025c). *Land- und Forstwirtschaft. Erwerbsobstbau*.
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/pflanzenbau/obst/erwerbsobstbau> (letzter Aufruf 07.04.2025)
- Statistisches Amt der Europäischen Union [Eurostat]. (2020). *Glossar. Bruttoinlandsverbrauch an Energie*.
[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Gross inland energy consumption/de#:~:text=Der%20Bruttoinlandsverbrauch%20an%20Energie%2C%20verk%C3%BCrzt,betrachteten%20geografischen%20Einheit%20zu%20decken](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Gross_inland_energy_consumption/de#:~:text=Der%20Bruttoinlandsverbrauch%20an%20Energie%2C%20verk%C3%BCrzt,betrachteten%20geografischen%20Einheit%20zu%20decken.). (letzter Aufruf 01.06.2024)
- Stöglehner, G. (2024). *Rettet die Böden. Ein Plädoyer für eine nachhaltige Raumentwicklung*. Falter Verlagsgesellschaft m.b.H. Wien, 2024.
- Strobl, G. (2024, 17. April). *Warum auf die Photovoltaik gerade ein großer Schatten fällt*. In derStandard.
<https://www.derstandard.at/story/3000000216207/warum-auf-die-photovoltaikgerade-ein-grosser-schatten-faellt> (letzter Aufruf 22.04.2025)
- Strobl, G. (2025, 21. April). *Ökostrom-Chef Streibl: "Was Trump tut, ist wirtschaftspolitischer Unsinn"*. In derStandard.

<https://www.derstandard.at/story/3000000266190/oekostrom-chef-streibl-was-trump-tut-ist-wirtschaftspolitischer-unsinn> (letzter Aufruf 22.04.2025)

T

Trommsdorff, M., Gruber, S., Keinath, T., Hopf, M., Hermann, C., Schönberger, F., Gudat C., Torres Boggio, A., Gajewski, M., Högy, P., Zikeli, S., Ehmann, A., Weselek, A., Bodmer, U., Rösch, C., Ketzler, D., Weinberger, N., Schindele, S., und Vollprecht, J. (2024). *Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. Ein Leitfaden für Deutschland*. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Hrsg.)
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft [Thünen-Institut]. (2022, 29. November). *Abschätzung des zukünftigen Flächenbedarfs von Photovoltaik-Freiflächenanlagen*. In *Thünen Working Paper*.
https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn065640.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

U

Umweltbundesamt [UBA]. (2011). *Ökosystemleistungen und Landwirtschaft*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0355.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2021a). *Factsheet Strom & Klima. Entscheidungshilfe für Klimabewusste StromkundInnen*.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/angebot/leistungen/factsheet_stromklima.pdf (letzter Aufruf 12.04.2024)

Umweltbundesamt [UBA]. (2021b). *Flächeninanspruchnahme in Österreich* [Datensätze].
<https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme-bis-2021> (letzter Aufruf 18.03.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2022a). *Umweltthemen. Energie. Erneuerbare Energie*.
<https://www.umweltbundesamt.at/energie/erneuerbare-energie> (letzter Aufruf 14.04.2024)

Umweltbundesamt [UBA]. (2022b). *13. Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0821.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2023a). *Klimaschutzbericht 2023*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0871.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2023b). *ERZEUGUNG VON ERNEUERBAREM STROM UND BIOMETHAN. Szenarien für 2030 und 2040*.
https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0874_bfz.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2023c). *SZENARIEN FÜR DIE REALISIERBARE ERNEUERBARE STROMERZEUGUNG IM JAHR 2030 UND 2040. Begleitdokument zum integrierten österreichischen Netzinfrastukturplan*.
https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2482&cHash=1ac9ab4cc9974944cf138fa6a743d691 (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2023d). *ENERGIE- UND TREIBHAUSGASSZENARIEN 2023. WEM, WAM und Transition mit Zeitreihen von 2020 bis 2050*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0882.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2024a). *Ausblick Treibhausgasemissionen 2023*.
<https://www.umweltbundesamt.at/news240328-treibhausgas-emissionen-ausblick-2023> (letzter Aufruf 04.04.2024)

Umweltbundesamt [UBA]. (2024b). *Klimaschutzbericht 2024*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0913.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2024c). *Austria's National Inventory Report 2024*.
<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0909.pdf> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt [UBA]. (2024d). *Monitoring der Flächeninanspruchnahme und Versiegelung. METHODENENTWICKLUNG UND -ANWENDUNG FÜR EIN MONITORING DER FLÄCHENINANSPRUCHNAHME UND VERSIEGELUNG IN ÖSTERREICH. Tätigkeitsbericht 2022 + 2023*.
https://www.oerok.gv.at/fileadmin/user_upload/Bilder/2.Reiter-Raum_u_Region/6_OEREK_Umsetzungspakte/Bodenstrategie/Baseline_2022/5_UBA_Taetigkeitsbericht_Monitoring_2022-2023.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltbundesamt (Deutschland) [UBA DE]. (2013). *Bodenfunktionen*.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-flaeche/kleinebodenkunde/bodenfunktionen#bodensichern-unsere-ernahrung> (letzter Aufruf 24.04.2024)

Umweltbundesamt (Deutschland) [UBA DE]. (2024). *Photovoltaik*.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik#F%C3%B6rderung> (letzter Aufruf 30.03.2025)

Umweltdachverband. (2024). *Ökosystemleistungen*.
<https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/oekosystemleistungen/#:~:text=Als%20C3%96kosystemleistungen%20werden%20die%20Dienstleistungen,Zugang%20zu%20Wasser%20und%20Nahrung.> (letzter Aufruf 24.04.2024)

Umweltverband WWF Österreich [WWF Österreich]. (2023a). *Bodenreport 2023. Die Verbauung Österreichs: Ursachen, Probleme und Lösungen einer wachsenden Umweltkrise*.
https://www.wwf.at/wp-content/uploads/2023/05/WWF_Bodenreport_2023_web.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

Umweltverband WWF Österreich [WWF Österreich]. (2023b). *Photovoltaik-Ausbau in Österreich*.
https://www.oekobuero.at/files/1046/konsenspapier_photovoltaik_ausbau_nov_2023.pdf (letzter Aufruf 29.04.2025)

V

von Seht, H. (2022). *Ausbau der Freiflächen-Photovoltaik. Unterstützungs- und Steuerungsmöglichkeiten der Bundesraumordnung und Landesplanung*.
<https://rur.oekom.de/index.php/rur/article/view/804> (letzter Aufruf 20.03.2025)

W

Wirth, H. (2024). *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland*. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Hrsg.).
<https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html> (letzter Aufruf 29.04.2025)

Wien Energie. (2021). *Drei Fragen am Raffael Koscher*.
<https://positionen.wienenergie.at/blog/drei-fragen-an-raffael-koscher/> (letzter Aufruf 26.07.2024)

Wien Energie. (2024a). *Energieverbrauch Österreichs*.
<https://positionen.wienenergie.at/grafiken/energieverbrauch-oesterreich/> (letzter Aufruf 03.06.2024)

Wien Energie. (2024b). *Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien inklusive der ÖNIP-Ausbauziele*.
<https://positionen.wienenergie.at/grafiken/entwicklung-strom-aus-erneuerbaren-energien-oesterreich/> (letzter Aufruf 23.07.2024)

Wien Energie. (2024c). *Installierte PV-Leistung Österreich*.

<https://positionen.wienenergie.at/wissenshub/energie-dashboard/installierte-pv-leistung-in-oesterreich/>
(letzter Aufruf 18.03.2025)

World Bank. (2025). *Agricultural land – Austria* [Datensatz].

<https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.K2?end=2021&locations=AT&skipRedirection=true&start=1961&view=chart> (letzter Aufruf 10.03.2025)

Z

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik [ZAMG]. (2022). *Klima*.

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/lufttemperatur> (letzter Aufruf 29.02.2024)

Zioga, M., Kotz, M. und Levermann, A. (2024). *Observed carbon decoupling of subnational production insufficient for net-zero goal by 2050*. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (Hrsg.).

<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2411419121> (letzter Aufruf 29.04.2025)

9.2. Rechtsquellenverzeichnis

Europäische Union

Europäisches Parlament und Europäischer Rat [EU]. (2013). *Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 637/2008 des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates*.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1307> (letzter Aufruf 18.04.2025)

Europäisches Parlament und Europäischer Rat [EU]. (2023). *Richtlinie (EU) 2023/2413 des europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates*.

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413 (letzter Aufruf 18.04.2025)

Frankreich

Code de l'énergie, Partie législative, Livre III, Titre Ier, Chapitre IV, Section 2, Article L 314-36. (2025).

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000047298015 (letzter Aufruf 15.04.2025)

Dekret Nr. 2024-318 vom 8. April 2024 über die Entwicklung der Agri-Photovoltaik und die Bedingungen für die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen, natürlichen oder forstwirtschaftlichen Flächen. (2024).

<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000049386027> (letzter Aufruf 16.04.2025)

Österreich

Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG). [EAG], BGBl. I Nr. 150/2021, idF BGBl. I Nr. 123/2024

Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 – UVP-G 2000). [UVP-G], BGBl. Nr. 697/1993, idF BGBl. I Nr. 26/2023

Bundes-Verfassungsgesetz (B-VG), BGBl. Nr. 1/1930, idF BGBl. I Nr. 194/1999

Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie zur Gewährung von Investitionszuschüssen für die Neuerrichtung, Revitalisierung und Erweiterung von Anlagen zur Erzeugung und Speicherung von Strom aus erneuerbaren Quellen (EAG-Investitionszuschüsseverordnung-Strom – EAG-IZV). [EAG-IZV], BGBl. II Nr. 64/2023, idF BGBl. II Nr. 78/2024

Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie zur Gewährung von Marktprämien nach dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG-Marktprämienverordnung – EAG-MPV). [EAG-MPV], BGBl. II Nr. 369/2022, idF BGBl. II Nr. 77/2024

Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend über die Angabe und Definition der Benützungsarten und Nutzungen im Grenzkataster (Benützungsarten-Nutzungen-Verordnung) [BANU], BGBl. II Nr. 116/2010, idF BGBl. II Nr. 242/2010

Burgenland

Gesetz vom 4. Juli 2019 über die Raumplanung im Burgenland 2019 (Burgenländisches Raumplanungsgesetz 2019 – Bgld. RPG 2019) [Bgld. RPG], LGBl. Nr. 49/2019, idF LGBl. Nr. 108/2024

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom 7. Februar 2023, mit der ein Entwicklungsprogramm für die Region „Neusiedler See – Parndorfer Platte“ erlassen wird, LGBl. Nr. 10/2023

Verordnung der Burgenländischen Landesregierung vom 13. Juli 2021, mit der Eignungszonen für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Burgenland festgelegt werden, LGBl. Nr. 60/2021, idF LGBl. Nr. 76/2024

Kärnten

Gesetz über die überörtliche und örtliche Raumordnung (Kärntner Raumordnungsgesetz 2021 – K-ROG 2021) [K-ROG], LGBl. Nr. 59/2021, idF LGBl. Nr. 17/2025

Verordnung der Landesregierung vom 30. Juli 2024, mit der eine Verordnung für Photovoltaikanlagen im Land Kärnten erlassen wird (Kärntner Photovoltaikanlagen-Verordnung 2024 – K-PhV 2024) [K-PhV], LGBl. Nr. 58/2024

Niederösterreich

NÖ Bauordnung 2014 (NÖ BO 2014) [NÖ BO], LGBl. Nr. 6/2015, idF LGBl. Nr. 40/2025

NÖ Elektrizitätswesengesetz 2005 (NÖ EIWG 2005) [NÖ EIWG], LGBl. 7800-0, idF LGBl. 27/2024

NÖ Grundverkehrsgesetz 2007 (NÖ GVG 2007), LGBl. 6800-0, idF LGBl. Nr. 38/2019

NÖ Naturschutzgesetz 2000 (NÖ NSchG 2000) [NÖ NSchG], LGBl. 5500-0, idF LGBl. Nr. 41/2023

NÖ Raumordnungsgesetz 2014 (NÖ ROG 2014) [NÖ ROG], LGBl. Nr. 3/2015, idF LGBl. Nr. 10/2024

Verordnung über ein Sektorales Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich (NÖ SekRop PV) [NÖ SekRop PV], LGBl. Nr. 94/2022

Verordnung über ein Regionales Raumordnungsprogramm Raum Amstetten Nord (Regionales Raumordnungsprogramm Raum Amstetten Nord) [RegRop Amstetten Nord], LGBl. Nr. 7/2025

Oberösterreich

Landesgesetz vom 5. Mai 1994, mit dem eine Bauordnung für Oberösterreich erlassen wird (Oö. Bauordnung 1994 – Oö. BauO 1994), LGBl. Nr. 66/1994, idF LGBl. Nr. 21/2025

Landesgesetz über die Erhaltung und Pflege der Natur (Oö. Natur- und Landschaftsschutzgesetz 2001 – Oö. NSchG 2001), LGBl. Nr. 129/2001, idF LGBl. Nr. 5/2025

Landesgesetz vom 6. Oktober 1993 über die Raumordnung im Land Oberösterreich (Oö. Raumordnungsgesetz 1994 – Oö. ROG 1994) [OÖ ROG], LGBl. Nr. 114/1993, idF LGBl. Nr. 14/2025

Salzburg

Gesetz vom 17. Dezember 2008 über die Raumordnung im Land Salzburg (Salzburger Raumordnungsgesetz 2009 – ROG 2009) [Slbg. ROG], LGBl. Nr. 30/2009, idF LGBl. Nr. 121/2024

Verordnung der Salzburger Landesregierung vom 19. Oktober 2023, über die Erlassung einer Photovoltaik-Kennzeichnungsverordnung, LGBl. Nr. 73/2023

Steiermark

Gesetz vom 23. März 2010 über die Raumordnung in der Steiermark (Steiermärkisches Raumordnungsgesetz 2010 – StROG) [StROG], 2024, LGBl. Nr. 49/2010, idF LGBl. Nr. 165/2024

Verordnung der Steiermärkischen Landesregierung vom 1. Juni 2023, mit der ein Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie – Solarenergie erlassen wird, LGBl. Nr. 52/2023

Tirol

Gesetz vom 16. November 2011 über die Regelung des Elektrizitätswesens in Tirol (Tiroler Elektrizitätsgesetz 2012 – TEG 2012) [TEG], LGBl. Nr. 134/2011, idF LGBl. Nr. 73/2024

Tiroler Bauordnung 2022 – TBO 2022, LGBl. Nr. 44/2022, idF LGBl. Nr. 7/2025

Tiroler Raumordnungsgesetz 2022 – TROG 2022 [TROG], LGBl. Nr. 43/2022, idF LGBl. Nr. 1/2025

Verordnung der Landesregierung vom 30. April 2024, mit der ein Regionalprogramm betreffend landwirtschaftliche Vorsorgeflächen für den Planungsverband Zillertal erlassen wird, LGBl. Nr. 26/2024

10. Anhang

Im Folgenden wird das Grundgerüst der in der Einleitung beschriebenen Interviewauswertung samt Ankerbeispiele angeführt. Zudem wird eine inhaltliche Zusammenfassung der Interviews gegeben. Das Transkript der Interviews wird aus Gründen des Datenschutzes nicht angehängt.

10.1. Kodierschema im Rahmen der Interviewauswertung

Codes	Kategorien	Begründung
Agri-PV im Speziellen	PV-Freiflächenanlagen	Da Agri-PV eine Sonderform von PV-FFA darstellt und generell die Festlegung rechtlicher Bestimmungen zu PV-FFA eine zentrale Fragestellung darstellt, werden diese drei Codes zusammengefasst.
PV und PV-FFA		
(Raumordnungs-)rechtliche Bestimmungen zu PV-FFA		
Bioökonomiewende	Flächennutzungsbedarfe abseits von PV und Landwirtschaft	Alle drei Codes liegen nicht im zentralen Forschungsinteresse, müssen aber als ebenso legitime Flächennutzungen in der Gesamtbetrachtung berücksichtigt werden. Darüber hinaus können diese Flächennutzungen mit PV-FFA kombiniert werden.
Biomasse und Energiepflanzen		
Biodiversität		
Landwirtschaft	Ernährungssicherheit	Wie es um die Ernährungssicherheit bestellt ist, ist eine wichtige Grundlage dafür, wie PV-FFA möglicherweise gestaltet sein müssen. Die Ausgestaltung von PV-FFA betrifft auch unmittelbar die Landwirtschaft, welche allgemein eng mit dem Thema Ernährungssicherheit verbunden ist. Daher werden diese beiden Codes inhaltlich zusammengefasst.
Ernährungssicherheit		
Klimawandel	Energiewende	Klimaschutz ist das zentrale Ziel der Energiewende, Netzausbau und Speicher sind Teile davon. Das Thema Windkraft steht im Rahmen der Energiewende in Wechselwirkung zum PV-Ausbau, ist jedoch in diesem Fall thematisch abzugrenzen.
Energiewende allgemein		
Netzausbau und Speicher		
Windkraft		
Flächeninanspruchnahme und Umweltauswirkungen durch PV	Flächennutzung	Die Antwort auf die Frage, ob PV-FFA als Flächeninanspruchnahme zu sehen sind, ist für rechtliche Festlegungen eine zentrale Grundlage. Neben der Inanspruchnahme von Flächen ist auch die Verhältnismäßigkeit der Verteilung unterschiedlicher Flächennutzungen in Österreich zu hinterfragen.
Allgemeine Diskussion bzgl. Flächennutzungskonkurrenz und PV		

10.1.1. Ankerbeispiele

Agri-PV im Speziellen

...Insofern ist es jetzt nicht so die Bindung, Agri-PV muss überall sein, weil wir haben ja das Thema, dass gerade in intensiv agrarisch genutzten Bereichen, wo die Böden höhere Bonitäten haben, die Agri-PV-Anlage auch dazu genutzt werden kann, dass man Biodiversitätsmaßnahmen finanziert... (DI Dr. Gernot Stöglehner)

PV und PV-FFA

„...andererseits, was man auch viel sieht, ist, dass nach wie vor allerhand Gewerbeflächen und unterschiedliche Flachbauten entstehen, wo weder die Parkplätze noch die Dachflächen dann mit PV – auch bei Neubauten – ausgestattet sind...“ (DI Kasimir Nemestothy)

(Raumordnungs-)rechtliche Bestimmungen zu PV-FFA

„...ja das ist so, du kannst 2 Hektar errichten, dann musst du 200 Meter Abstand halten, und dann kannst du wieder 2 Hektar errichten, rein theoretisch könntest du das fast unendlich fortsetzen. Das ist vielleicht am Ende des Tages aus anderen raumplanerischen Gesichtspunkten nicht so schlau...“ (Mag. Dominik Dittrich)

Bioökonomiewende

„...und da war das Thema Bioökonomiewende mit einer Abschätzung drinnen, 1,1 Millionen Hektar, die wir dafür Minimum brauchen werden. Davon ungefähr 2 Drittel in der Landwirtschaft, ein Drittel im Wald, oder 60:40, so in der Größenordnung...“ (DI Dr. Gernot Stöglehner)

Biomasse und Energiepflanzen

„...und das sind dann die anderen Verhältniszahlen, nicht? Weil im nächsten Jahr haben Sie auf der gleichen Fläche vielleicht einen super Ertrag an Qualitätsweizen für Brotgetreide. Auf der gleichen Fläche. Und im Vorjahr hatten Sie auf der Fläche null Brotgetreide und nur industriell verwertbares oder energetisch verwertbares Produkt aufgrund der Witterungsabfolge...“ (DI Kasimir Nemestothy)

Biodiversität

„...Und die sehr beliebten Themen: Altlasten, Deponien, Schottergruben, die sind, was sich jetzt schon zeigt, wieder aus dem Biodiversitätsthema sehr interessant, weil es sind ja Futteralflächen, das ist der Übergangsbereich, da ist Holz, da ist Schotter, da ist Wasser, da beginnt die Natur...“ (Mag. Dominik Dittrich)

Landwirtschaft

„...Und aus Betriebssicht bearbeiten wir das schon relativ lang. Wie schaffe ich das, dass ich zum Beispiel eine Investition in eine PV-Anlage begleite, mit einer Reihe von Effizienz- und Energiemanagement-Maßnahmen, dass ich den Eigenbedarf maximal abdecken kann über die Anlage. Und das betrifft natürlich die Ausrichtung der Anlage auch...“ (DI Kasimir Nemestothy)

Ernährungssicherheit

„...Das geht sich aus, da muss man sich halt dann wirklich auch von dem Gedanken trennen, dass man die Ernährungsgewohnheiten so beibehält, wie sie jetzt sind. Also das ist dann ein echtes Notfallszenario. Aber das würden wir meiner Meinung nach schaffen, mit den Ressourcen, die wir derzeit noch zur Verfügung haben...“ (Dr. Andreas Baumgarten)

Klimawandel

„...Da reden wir von den Zeiträumen, die wir noch erleben, und da schließe ich Sie ein. Der Planet wird sich schon wieder neu regeln, aber halt auf einem anderen Niveau und mit noch für uns ungewissem Ausgang...“ (DI Dr. Gernot Stöglehner)

Energiewende allgemein

„...Weil man darf ja nicht vergessen, diese Zielwerte, 41 GW Photovoltaik, die sind natürlich darauf aufgebaut, wir brauchen so viel Strom, um die anderen wesentlichen Bereiche zu elektrifizieren: also den Verkehrsbereich und den industriellen Bereich und den Heizungsbereich...“ (DI Hubert Fechner MSc., MAS)

Netzausbau und Speicher

„...also Speicher werden eigentlich wahnsinnig billig, und wir werden uns auch vom Lithium irgendwann mal verabschieden, in Richtung Natrium gehen, wo man kein Kobalt und kein Zink braucht, dann auf einmal haben wir vielleicht wirklich unendliche Speichervorräte zur Verfügung...“ (DI Hubert Fechner MSc., MAS)

Windkraft

„...mit Windkraftanlagen verträgt sich Landwirtschaft sehr gut. Windkraftanlagen sind einfach die flächeneffizienteste Art, erneuerbare Energie zu gewinnen, weil für so ein Windrad brauche ich, wenn ich das Fundament hernehme, 400 Quadratmeter, und wenn ich Fundament und Kranaufstellflächen hernehme, zwei- bis zweieinhalbtausend Quadratmeter...“ (DI Dr. Gernot Stöglehner)

Flächeninanspruchnahme und Umweltauswirkungen durch PV

„...natürlich kann ich PV-Anlagen so machen, dass die Stromproduktion maximiert wird [...] und dass sich darunter dann aber nichts mehr abspielt. Dass der Boden kaputt wird, dass der Wasserhaushalt leidet, Erosionsgeschehen zunimmt...“ (DI Dr. Gernot Stöglehner)

Allgemeine Diskussion bzgl. Flächennutzung und PV

„...Also der Wald ist sicherlich auch ein durchaus ernstzunehmender Konkurrent, wenn man so sagen will, für landwirtschaftliche Flächen, weil ja auch die Tatsache besteht, dass sobald einmal eine Fläche als Wald klassifiziert ist, sie dem Forstgesetz unterliegt...“ (Dr. Andreas Baumgarten)

10.2. Zusammenfassung der Interviews

Die Zusammenfassung der Interviews erfolgte im Kontext der theoretischen Einbettung sowie der zum Zeitpunkt der Interviews bestehenden Erkenntnisse.

DI Dr. Gernot Stöglehner

Agri-PV ist, wenn es um PV-FFA auf landwirtschaftlich nutzbaren Flächen geht, neben Maßnahmen für die Biodiversität eher als Mindestanforderung zu sehen. Noch flächeneffizienter sind Windkraftanlagen. Für eine über die Zeit verteilte, günstige Stromproduktion braucht es Windkraft und Photovoltaik in Kombination mit der bestehenden Wasserkraft. Ein wichtiger Faktor bei Agri-PV oder Biodiversitäts-PV ist auch der Naturschutz. Auch landwirtschaftliche Flächen mit guter Bonität können mit entsprechendem Anlagendesign für Agri-PV genutzt werden. Die Bioökonomiewende und Biodiversität sind neben Landwirtschaft und Energiewende genauso zu berücksichtigende Flächennutzungsansprüche. Das PV-Ausbaziel im ÖNIP ist zu gering und die Verdoppelung des Strombedarfs ist ein Mindestwert. Die Ernährungssicherheit steht wegen Ertragseinbußen an der Kippe, der Agri-PV-Beitrag zur Klimawandelanpassung in der Landwirtschaft ist daher ein spannendes Thema. Agri-PV ist durch die Mehrfachnutzung im Vergleich zu anderen PV-FFA nicht als Flächeninanspruchnahme zu sehen, braucht jedoch eine klare rechtliche Definition. Um alle Flächennutzungsansprüche zukünftig miteinander vereinbaren zu können, ist Mehrfachnutzung von zentraler Bedeutung.

DI Hubert Fechner, MSc., MAS

Die Flächendiskussion im Kontext von PV-FFA ist angesichts der Möglichkeit der Mehrfachnutzung für Landwirtschaft und Biodiversität übertrieben. Außerdem ist die Fläche, welche für den PV-Ausbau auf Freiflächen benötigt wird und durch technologischen Fortschritt weniger wird, im Vergleich zu anderen Flächennutzungen wie beispielsweise Golfplätzen und der Flächeninanspruchnahme im Allgemeinen

eher gering. Zudem können PV-FFA völlig rückgebaut werden, und die Flächen sind nach der Nutzung vermutlich in einem ökologisch besseren Zustand als vor der Nutzung durch PV-Anlagen. Der ÖNIP ist hinsichtlich seiner quantitativen Flächenangaben zu hinterfragen, weil die Wirkungsgrade von PV besser werden. Beim Flächenbedarf von PV-FFA muss die Anlagenart berücksichtigt werden. Tracker-Systeme haben eine deutlich höhere Leistung pro Fläche als starre Anlagen. Anlagen, die aufgrund ihrer Dichte als Flächeninanspruchnahme zu sehen sind, werden in Österreich aufgrund des Naturschutzes ohnehin nicht realisiert. Österreichweit standardisierte Normen und Regeln für PV-FFA wären sehr wichtig, dafür bräuchte es einen größeren Abstimmungsprozess zwischen Verwaltung, Planern, Landwirtschaft und weiteren Fachleuten. PV gehört grundsätzlich jedoch möglichst dort integriert, wo die Landschaft bereits genutzt wird. Hinsichtlich Energiepflanzen sind eindeutig PV-FFA zu bevorzugen. Dass die Photovoltaik mittlerweile deutlich mehr zur Stromerzeugung beiträgt als vor 5 Jahren, mag auch daran liegen, dass der Energieverbrauch insgesamt noch nicht in dem Ausmaß elektrisch ist, wie er sein sollte.

DI Kasimir Nemestothy

Der Bedarf, in Zukunft Klimaschutz und Klimawandelanpassung zu betreiben, ist für die Landwirtschaftskammer Österreich klar gegeben. Bzgl. Photovoltaik stellt sich die Frage, warum sich diese nicht auf den zahlreichen bereits in Anspruch genommenen Flächen unterbringen lässt. In puncto Agri-PV wird viel Potenzial in den Bereichen Tierhaltung und Sonderkulturen gesehen. Auf Äckern wird aufgrund von angegebenen Hindernissen bei der Bewirtschaftung eher die Trennung von PV-FFA und Ackerbau bevorzugt. PV-FFA sollen dabei vornehmlich auf Flächen realisiert werden, die aufgrund ihrer Topografie oder Bonität schwer zu bewirtschaften sind. Der Vergleich zwischen Energiepflanzenanbau und Photovoltaik ist schwierig, die Herkunft und die Verwendung der Biomasse muss dabei stark differenziert werden und unterliegt natürlichen Restriktionen. Bundesweite Regelungen für Agri-PV und eine zu starke Regulierung sind nicht zielführend, wobei eine nähere Definition und Begriffsfassung von Agri-PV positiv gesehen wird. Die Ernährungssicherheit ist in Österreich bilanziell noch gegeben, wobei die Zukunft im Hinblick auf den Klimawandel mit Sorge betrachtet wird. Lebensmittelverschwendung und Überversorgung bieten noch sehr viel Spielraum, wenn es im Krisenfall um die Ernährungssouveränität geht.

Dr. Andreas Baumgarten

Wenn man schon PV-FFA realisieren muss, dann mit einer sinnvollen Doppelnutzung. Besteht diese, wie sie beispielsweise bei Agri-PV gegeben ist nicht, kann man von Flächeninanspruchnahme sprechen. Um für Agri-PV bereits jetzt Schwellenwerte und Regulatorien zu definieren, befindet man sich im Erkenntnisprozess noch in einem zu frühen Stadium. Regulierungen bzgl. der Anlagenausgestaltung

könnten die Entwicklung bremsen. Besonders im Obstbau bietet Agri-PV Synergiepotenziale. Der Diskussion, ob Agri-PV insbesondere im Ackerbau sinnvoll ist, muss mit Aufklärung und Kommunikation begegnet werden, damit sichtbar wird, wie es funktionieren kann. Energiepflanzenanbau ist unter Berücksichtigung der Ernährungssicherheit eine sinnvolle Möglichkeit für die Landwirtschaft, einen Beitrag zur Energiewende zu leisten. Zahlen zur Flächennutzung für Energiepflanzen gibt es nur sehr begrenzt. Dies liegt daran, dass es bei jenen Pflanzen, welche nicht ausschließlich zur Energiegewinnung angebaut werden, auf die Entwicklung der Pflanzen ankommt, wie sie verwertet werden können. Die Flächeninanspruchnahme hat neben der Ausdehnung des Waldes und statistischen Gründen einen großen Anteil am Rückgang der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen. Im Rahmen des Klimawandels werden starke Ertragsrückgänge in der Landwirtschaft befürchtet. Der Mindestanspruch in der Nahrungsmittelversorgung, also die Ernährungssicherheit durch Kalorienbedarfsdeckung im Krisenfall, ist mit den aktuell verfügbaren Flächenressourcen noch gegeben. Zukünftig muss die Flächeninanspruchnahme aber in Richtung Netto-Null gehen. Jene landwirtschaftliche Fläche, die allein für die Lebensmittelverschwendung ‚verwendet wird‘, ist abschätzbar.

Mag. Dominik Dittrich

Neben den Möglichkeiten, gemäß dem sektoralen Raumordnungsprogramm PV-FFA zu realisieren, können Gemeinden unter Einbehaltung der Abstandsregel von 200 Metern, 2 ha große PV-FFA grundsätzlich beliebig oft kombinieren. Auf bestimmten Flächen wie multifunktionalen Landschaftsräumen, erhaltenswerten Landschaftsteilen oder agrarischen Schwerpunkträumen haben diese 2 ha Anlagen zwar womöglich mehr Erklärungsbedarf, sind aber möglich. Lediglich regionale Grünzonen sind ‚No-Go-Areas‘ für PV-FFA. Somit können Gemeinden auch abseits der PV-Verordnung auch jetzt schon größere Anlagen umsetzen. Die verordneten PV-Zonen werden erst langsam angenommen, weil die Widmungsverfahren 9-12 Monate Zeit brauchen. Die zukünftige Umsetzung des Ökologiekonzeptes ist auch für die RU7 hinsichtlich einer landwirtschaftlichen oder ökologischen Zusatzfunktion eine offene Entwicklung. Man vermutet, dass die Entwicklung dabei aufgrund des Aufwandes eher in Richtung Biodiversität gehen wird und nicht in Richtung Ernährungssicherheit. Außerhalb der Zonen, wo man durch die ‚2+2+2-Regel‘ auch größere Anlagen umsetzen kann, hat man weniger Auflagen als in den Zonen. Grundsätzlich gibt es auch Zonen in multifunktionalen Landschaftsräumen oder auf Böden mit guter Bonität, wenn die Rahmenbedingungen bei der Flächenauswahl dafürgesprochen haben. In der überörtlichen Raumordnung ist es schwierig nachzuvollziehen, ob eine PV-FFA während ihrer Betriebsphase den Vorschriften entsprechend genutzt wird. Eine Kontrolle ist am ehesten bei der Abnahme der Anlage gegeben. Ansonsten gibt es neben dem Widmungszusatz durch die Gemeinde oder Raumordnungsverträge auch noch die

Bevölkerung, welche womöglich die Nutzung von PV-FFA beobachtet. Die Kontrolle der Umsetzung ist aber noch ein offenes Thema. Agri-PV-Anlagen werden vermutlich weniger mit dem Ackerbau kombiniert. Auf manchen Flächen sollte man eher der Energieerzeugung den Vorzug geben, statt Agri-PV vorzuschreiben. Beim PV-Ausbau wird eine 50/50 Aufteilung angenommen, also 50 % der Anlagen müssen auf Freiflächen umgesetzt werden. Zukünftig muss es womöglich aufgrund der RED III Beschleunigungsgebiete noch weniger Auflagen geben, um Anlagen schneller realisieren zu können. Der PV-Ausbau, wie er für NÖ im ÖNIP vorgezeichnet wird, ist nicht unrealistisch. Bereits das Ziel, in NÖ 3.000 GW zu erreichen, stellt eine Herausforderung dar. Letztendlich scheitert vieles bereits am Widerstand der Bevölkerung, wobei man auch fachlich die Flächen für den ÖNIP-Bedarf nicht finden wird.

In Gefahrenzonen sind Anlagen möglich, dabei müssen sie jedoch entsprechend ausgestaltet sein. Ob PV-FFA als Flächeninanspruchnahme zu sehen sind, ist momentan in Diskussion, des Ökologiekonzept ist jedenfalls ein Versuch, die Anlagengestaltung diesbezüglich zu verbessern, welcher zukünftig weiterentwickelt werden kann. Die Nutzung von Flächen entlang der Autobahn und auf Lärmschutzwänden ist seitens der AFINAG schwierig, auch wenn es dort einiges an Potenzial gäbe. Um die Ziele des ÖNIP zu erreichen sind jedoch auch die Lärmschutzwände bei Weitem keine ausreichende Lösung. Der wirklich limitierende Faktor beim PV-Ausbau ist neben dem Widerstand der Bevölkerung das Stromnetz. Der PV-Ausbau wird auch nicht einfacher, weil alle leicht zu mobilisierenden Standorte bereits mobilisiert wurden.