



Flächeninanspruchnahme durch Energieflächenpotenziale

Argumentarium

November 2024

Auftraggeber:
Planungsgemeinschaft Ost

Bearbeitung: Erich Dallhammer
Raffael Koscher
Ursula Mollay

ÖIR GmbH (100%-Tochter des Vereins Österreichisches Institut für Raumplanung)
A-1010 Wien, Franz-Josefs-Kai 27 | Telefon +43 1 533 87 47-0, Fax -66 | www.oir.at

Wien, November 2024 | ANr. 801716

INHALT

1.	Aufgabenstellung	4
2.	Kriterien zur Beurteilung der Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energieerzeugung	5
3.	Überlegungen zur Flächeninanspruchnahme durch Windparks	7
3.1	Technische Parameter von Windparks	7
3.2	Abschätzung der Flächeninanspruchnahme von Windkraftanlagen	8
4.	Überlegungen zur Flächeninanspruchnahme durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen	10
4.1	Technische Parameter von Photovoltaik-Freiflächenanlagen	10
4.2	Unterschiedliche Typen von PV-Freiflächenanlagen	10
4.3	Abschätzung der Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen	14
5.	Fachvorschlag Zusammenfassung und Empfehlungen	17

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht zur Flächeninanspruchnahme für Windkraftanlagen in Windparks gemäß Analysekriterien	9
Tabelle 2:	Flächennutzung durch Freiflächen-Photovoltaik nach modellhaften Anlagentypen	14
Tabelle 3:	Anteil der Flächeninanspruchnahme für Photovoltaik-Freiflächenanlagen an der Gesamtfläche in Bandbreiten	15
Tabelle 4:	Anteil der Flächeninanspruchnahme von Windparks und PV-Freiflächenanlagen an der Gesamtfläche in Bandbreiten	17
Abbildung 1:	Flächeninanspruchnahme 2022 nach Nutzungskategorien (Anteile in %)	4
Abbildung 2:	Windkraftanlage in Errichtung (links) und in Betrieb (rechts)	7
Abbildung 3:	Prinzipielle Anordnung von Windparks und Luftbild Nordburgenland	8
Abbildung 4:	Agri-PV-Systeme und Anwendungsfelder	11
Abbildung 5:	Beispiel PV-Freiflächenanlage ohne EAG-Förderung	12
Abbildung 6:	Beispiel PV-Freiflächenanlage gemäß EAG Mindeststandards	13
Abbildung 7:	Beispiele für Agri-PV – Ackerbau mit vertikalen Modulen (links) und mit nachgeführten Modulen (Mitte), Agri-PV mit Tierhaltung (rechts)	13

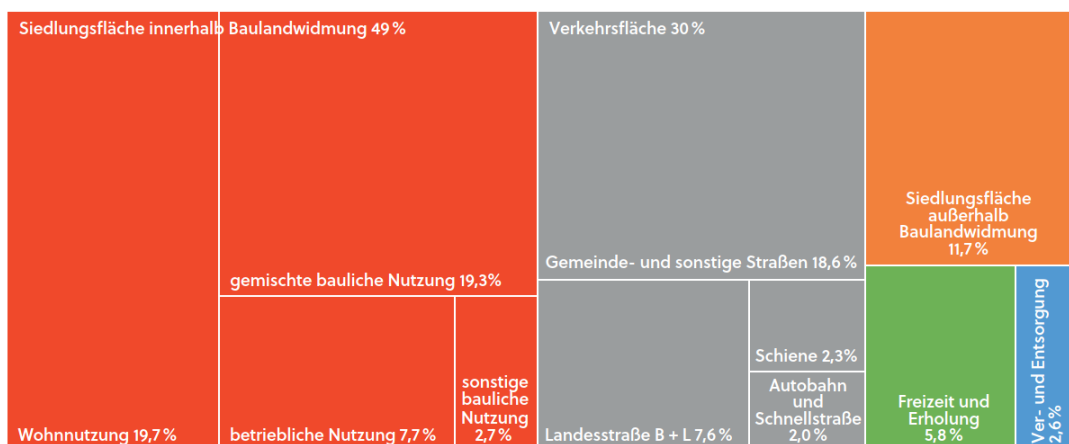
1. Aufgabenstellung

Um die Klimaziele zu erreichen, braucht es u.a. einen deutlichen Ausbau von Anlagen für die Produktion von Energie aus erneuerbaren Quellen. Insbesondere der Ausbau von Windkraftanlagen und PV-Freiflächenanlagen bedeutet einen deutlichen Flächenbedarf.

Aktivitäten im Rahmen der ÖROK

Während die Methodik zur Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen, sowie Flächen für Freizeit und Erholung, Ver- und Entsorgung im Rahmen der ÖROK beschlossen wurde und eine erste Baseline der Flächeninanspruchnahme für das Jahr 2022 vorliegt¹, steht die Entscheidung zur methodischen Vorgangsweise für das Monitoring von Energieflächen noch aus. Dieses soll im Rahmen des ÖROK-Monitorings in „Modul 50: Energieflächen (Windkraft, PV, Strommasten)“ erarbeitet werden. Ergebnisse werden frühestens für das Monitoring mit den Daten des Jahres 2023 erwartet.

Abbildung 1: Flächeninanspruchnahme 2022 nach Nutzungskategorien (Anteile in %)



Quelle: ÖROK, 2023

Aufgabenstellung der Bearbeitung

Im Rahmen der Ausarbeitung einer methodischen Herangehensweise ist zu klären, welche Flächen im Zusammenhang mit der Nutzung von erneuerbarer Energie tatsächlich der Flächeninanspruchnahme zuzurechnen sind (z.B. Was bedeutet die Flächeninanspruchnahme bei Agri-PV? Welche Flächeninanspruchnahme hat eine Windkraftanlage (Standortfläche, überstrichene Rotorfläche)?)

Das vorliegende Argumentationspapier dient als Diskussionsbeitrag für diese Fragen. Es enthält Überlegungen zur Übertragbarkeit des Konzepts Flächeninanspruchnahme für die erneuerbare Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik und bietet einen Vorschlag für die Berechnung der Flächeninanspruchnahme für diese beiden Nutzungstypen als Fachempfehlung.

¹ Quelle: ÖROK (2023): Flächeninanspruchnahme und Versiegelung in Österreich, Kontextinformationen und Beschreibung der Daten für das Referenzjahr 2022. ÖROK Materialien Heft 12. Wien

2. Kriterien zur Beurteilung der Flächeninanspruchnahme durch erneuerbare Energieerzeugung

Definition der Flächeninanspruchnahme gemäß ÖROK

Ausgangspunkt der Überlegungen zur Flächeninanspruchnahme für Anlagen zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen ist die Definition der Flächeninanspruchnahme für das Baseline-Monitoring gemäß ÖROK (2023). Sie lautet: „Als „in Anspruch genommen“ im Sinne des Monitorings gelten Flächen, die durch menschliche Eingriffe verändert und/oder bebaut sind und damit für die land- und/oder forstwirtschaftliche Produktion und als natürlicher Lebensraum nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Inanspruchnahme umfasst Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke sowie die Flächen für Freizeit-, Erholungs- und Ver- und Entsorgungszwecke. Sie kann sowohl versiegelte, teilweise versiegelte als auch nicht versiegelte Flächen enthalten. Baulandreserven (nicht bebaute Grundstücke im Bauland) werden als in Anspruch genommen erfasst, sofern diese nicht mehr aktiv landwirtschaftlich genutzt werden oder bewaldet sind.“ (ÖROK 2023, S76)

Zentraler Aspekt für die Bewertung als „in Anspruch genommen“ ist demzufolge die Veränderung von Flächen durch menschliche Eingriffe, die in der Folge dazu führen, dass die Flächen nicht mehr land- oder forstwirtschaftlich genutzt bzw. nicht als natürlicher Lebensraum gesehen werden können.

Kriterien zur Beurteilung der Intensität der Flächeninanspruchnahme durch Anlagen zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Quellen

Ausgehend von der Definition von Flächeninanspruchnahme seitens der ÖROK, wurden Kriterien für die Analyse der Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen und Windparks entwickelt, um den Grad ihrer Flächeninanspruchnahme darzustellen. Die Kriterien folgen der Definition und zeigen auf, welche Teilflächen aufgrund ihrer Nutzung nicht mehr/oder nur deutlich eingeschränkt Habitatfunktion aufweisen oder für die Land- und Forstwirtschaft genutzt werden können bzw. für welche Teilflächen eine solche Nutzung mit geringen Einschränkungen parallel zur Energiegewinnung möglich ist. Unterschieden wird zwischen:

- ▶ **Bodenversiegelung oder -verdichtung:** Versiegelte und verdichtete Böden innerhalb der Flächen für die Energiegewinnung reduzieren die Bodenfunktionen massiv. Bebaute, versiegelte oder stark verdichtete Böden sind naturnahen Nutzungen langfristig entzogen, die natürlichen Bodenfunktionen sind stark reduziert. Diese Flächen gelten daher eindeutig als in Anspruch genommen.
- ▶ **Grad der land- oder forstwirtschaftlichen Nutzbarkeit:** Neben Versiegelung/Verdichtung schränkt die Zugänglichkeit bzw. Bearbeitbarkeit der Flächen v.a. ihre landwirtschaftliche Nutzbarkeit ein. Die Bedingungen für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung sind aber beeinflussbar und abhängig von der Prioritätensetzung und entsprechender Ausgestaltung (insbesondere bei Agri-PV).
- ▶ **Potenzial als Biodiversitätsfläche oder für extensive landwirtschaftliche Nutzung:** Teilflächen, die in der Betriebsphase natürliche Bodenqualität aufweisen und ausreichend mit Licht und Niederschlag versorgt werden, können auch extensiv landwirtschaftlich genutzt

werden. Naturnahe, nicht bzw. nur extensiv bewirtschaftete Flächen stellen außerdem Lebensräume für die natürliche Fauna und Flora dar und sind damit wichtige Bausteine für die Biodiversität. Zusätzlich zur landwirtschaftlichen Nutzbarkeit ist daher auch zu beurteilen, inwieweit nicht versiegelte oder verdichtete Flächen innerhalb der Flächen für die Energiegewinnung während der Betriebszeit als Biodiversitätsflächen zur Verfügung stehen.

Ein weiterer, nachgelagerter Aspekt für die Beurteilung, inwieweit eine Nutzung als Flächeninanspruchnahme zu werten ist, ist die langfristige Wirkung der Nutzung. PV-Freiflächenanlagen werden vielfach mittels Pfahlfundamenten gegründet. Damit wird der Schaden für die Bodenfunktionen nach Abbau der Anlage minimiert. Dieser Aspekt ist zwar nicht ausschlaggebend für die Festlegung der Flächeninanspruchnahme im Betrieb, aber anders als bei versiegelten Flächen ist hier eine weitgehende Wiederherstellung der Böden relativ kurzfristig möglich.

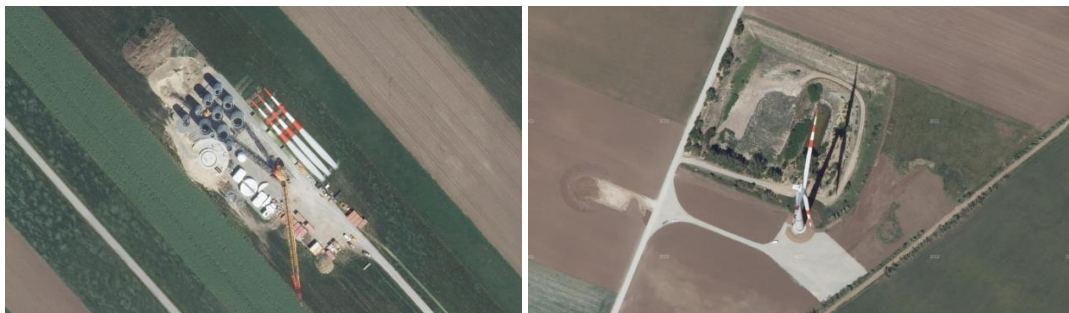
3. Überlegungen zur Flächeninanspruchnahme durch Windparks

3.1 Technische Parameter von Windparks

Ein Windpark umfasst versiegelte und verdichtete Flächen, von den Rotoren der Windkraftanlage überstrichene Flächen sowie Abstandsflächen zwischen den einzelnen Windkraftanlagen des Parks:

- ▶ **Versiegelte/verdichtete Flächen** umfassen die LKW-taugliche Zufahrt zur Windkraftanlage, die Kranstellfläche (permanent als Servicefläche erhalten), das Fundament der Windkraftanlage, sowie allfällige weitere technische Anlagen wie Wechselrichter, Trafostationen, oder Speicheranlagen. Wechselrichter und Trafostationen sind im Regelfall innerhalb der Türme installiert und nehmen in der Regel keine zusätzliche Fläche in Anspruch.
- ▶ Die **überstrichene Fläche** ist jene Fläche rund um eine Windkraftanlage, die von Rotoren überstrichen wird. Mit Ausnahme der unter der überstrichenen Fläche liegenden versiegelten oder verdichteten Flächen kann die überstrichene Fläche für Landwirtschaft, als Wald oder als Biodiversitätsfläche genutzt werden. Die unter der überstrichenen Fläche befindliche landwirtschaftliche Nutzung wird in der Betriebsphase der Windkraftanlagen kaum beeinträchtigt². In Bezug auf die Nutzung als Biodiversitätsfläche zeigen Studien, dass am Boden lebende Wildtiere sich rasch an Windkraftanlagen gewöhnen. Auch die Gefahr von Vogelschlag kann durch diverse Maßnahmen (Standortauswahl, Einhaltung von Mindesthöhen der Rotoren, Abschaltzeiten) reduziert werden.
- ▶ **Abstandsflächen** sind Flächen zwischen den einzelnen Windkraftanlagen eines Windparks. Sie sind erforderlich, um Turbulenzen zwischen den einzelnen Anlagen – und damit Energieverluste – zu vermeiden. Der notwendige Abstand begründet sich in der Vermeidung von gegenseitiger Windabschattung und ist abhängig von der Größe der Windkraftanlagen (Höhe/Rotordurchmesser) und der Hauptwindrichtung. Die Abstandsflächen können als intensive oder extensive Landwirtschaft, Wald oder Biodiversitätsfläche genutzt werden.

Abbildung 2: Windkraftanlage in Errichtung (links) und in Betrieb (rechts)



Quelle: basemap.at

² Eine Ausnahme bildet der Fall, wenn es im Winter zu Vereisung der Rotorblätter kommt und Eisabfallgefahr besteht. Im Gefahrenbereich gelegene Wege müssen daher mit einem automatischen Warnsystem ausgestattet sein und werden um Gefährdungsfall mittels Warnsignalen gesperrt. Durch temporäre Abschaltung der betroffenen Anlage und einen manuell eingeleiteten Enteisungsvorgang wird die gefahrlose Betriebsfähigkeit und damit die Nutzbarkeit der Wege wieder hergestellt.

Abbildung 3: Prinzipielle Anordnung von Windparks und Luftbild Nordburgenland



Quelle: wind-macht-sinn.de, basemap.at

3.2 Abschätzung der Flächeninanspruchnahme von Windkraftanlagen

Flächeninanspruchnahme von Windkraftanlagen ist auf versiegelte und verdichtete Flächen konzentriert

Entsprechend der oben dargestellten technischen Parameter, konzentriert sich die Flächeninanspruchnahme durch Windkraftanlagen auf die durch Errichtung und Betrieb versiegelten und verdichteten Flächen. Die vom Rotor überstrichene Fläche und die Abstandsflächen zwischen den Windrädern stehen weiterhin für eine Nutzung durch die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft oder als Biodiversitätsfläche zur Verfügung.

Größenordnung der Flächeninanspruchnahme von Windkraftanlagen

Für die Abschätzung der von Windkraftanlagen durchschnittlich verursachten Versiegelung bzw. Verdichtung wurden mehrere „typische“ Windkraftanlagen analysiert. Die Summe der für Windkraft notwendigen Flächen je Windkraftanlage (WKA) umfasst versiegelte/verdichtete und landwirtschaftlich nutzbare Flächen.

Versiegelte und verdichtete Flächen stellen v.a. die Fundament- und Kranstellfläche dar³:

- ▶ Fundamentfläche (inkl. Überschüttung) je WKA im Durchschnitt rund 500 m²
 - aktuelle Anlagen (150-175 m Rotordurchmesser): ca. 900 m²
 - ältere Anlagen (70-100 m Rotor): ca. 400 m²
- ▶ Kranstellfläche (permanent geschottert) je WKA im Durchschnitt rund 1.000 m²
 - aktuelle Anlagen (150-175 m Rotordurchmesser): ca. 1.400 m²
 - ältere Anlagen (70-100 m Rotor): ca. 800 m²

³ Anmerkung: Im Rahmen des Flächeninanspruchnahme-Monitorings werden Zufahrtswege als Verkehrsflächen erfasst. Aus diesem Grund wurden diese bei der gegenständlichen Abschätzung nicht eigens berücksichtigt. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass Windkraftanlagen in Wien, Niederösterreich und dem Burgenland (PGO-Region) vorwiegend an oder nahe bestehender Güterwege errichtet werden. Das Ausmaß zusätzlich notwendiger Straßen ist daher vergleichsweise gering.

Die jeweilige **Windparkfläche** setzt sich zusammen aus überstrichenen Flächen (inkl. Fundament und Kranstellfläche) und Abstandsflächen, die weitestgehend landwirtschaftlich genutzt werden können. Die Windparkfläche je WKA beträgt derzeit im Durchschnitt rund 15 ha (Größenordnung je WKA für Aufstellung mehrerer WKA in räumlichem Zusammenhang). Bei aktuellen Anlagen (150-175 m Rotordurchmesser) liegt sie bei ca. 20 ha, bei älteren Anlagen (70-100 m Rotordurchmesser) bei ca. 10-15 ha.

Max. 2% der Fläche eines Windparks tatsächlich für Windkraftnutzung in Anspruch genommen

Damit ergibt sich als **typische Flächeninanspruchnahme** von Windkraftanlagen (Fundamentfläche und Kranstellfläche) ein Anteil von **bis zu 2% eines Windparks**.

Aus der Analyse zeigt sich, dass der Anteil der Flächeninanspruchnahme weitgehend unabhängig von der in den letzten Jahren stetig gestiegenen Dimension und damit Leistung von Windkraftanlagen ist. Bei neuen Windparks werden die Abstände von vorneherein größer geplant, bei Repowering von bestehenden Windparks werden die Standorte der WKA verändert um die erforderlichen Abstände einhalten zu können.

Damit ist die Flächeninanspruchnahme je Windkraftanlage in Relation zur Windparkfläche proportional zu deren Rotorfläche bzw. Höhe. Je größer die Rotorfläche der Windkraftanlagen ist, desto größer sind auch die erforderlichen Flächen für Fundament-, Kranstell- und Abstandsfläche. Der relative Anteil der Flächeninanspruchnahme bleibt daher für Windparks mit aktuellen (größeren) und älteren (kleineren) Anlagen weitgehend konstant⁴. Die folgende Tabelle zeigt zusammenfassend die Ergebnisse der Analyse in Bezug auf die Flächeninanspruchnahme von Windkraftanlagen in Windparks unter Berücksichtigung der verbleibenden Nutzbarkeit von Flächen für Landwirtschaft und Biodiversität.

Tabelle 1: Übersicht zur Flächeninanspruchnahme für Windkraftanlagen in Windparks gemäß Analysekriterien

	Typische Nutzungsanteile
Flächen für technische Bauwerke und Einrichtungen	bis zu 2%
Landwirtschaftlich oder für Biodiversitätszwecke nutzbare Fläche	mind. 98%
<i>Beeinträchtigung von Bodenfunktionen nach Abbau der Anlage *</i>	<i>bis zu 2%</i>

* Fundamentreste im Untergrund, mind. 2 Meter unter Bodenoberkante | Quelle: ÖIR

Nach Abbau der Anlage bleiben die Flächen für technische Bauwerke und Einrichtungen teilweise beeinträchtigt. Gemäß Stand der Technik sind Windräder nach Ende der Nutzungsdauer abzubauen und Fundamente bis zu einer Tiefe von mindestens 2 Meter unter der Bodenkante zu entfernen. Damit bleiben allerdings in der Regel Reste des Fundaments im Untergrund erhalten.

⁴ Bei aktuellen Anlagen (150-175 m Rotordurchmesser) beträgt die Fundament- und Kranstellfläche rund 2.300 m² für eine Windparkfläche je WKA von ca. 20 ha (ca. 1,2%).
Bei älteren Anlagen (70-100 m Rotordurchmesser) beträgt die Fundament- und Kranstellfläche rund 1.200 m² für eine Windparkfläche je WKA von ca. 10-15 ha (ca. 0,8-1,2%).

4. Überlegungen zur Flächeninanspruchnahme durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen

4.1 Technische Parameter von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Die Gesamtfläche einer PV-Freiflächenanlage lässt sich in versiegelte/verdichtete Flächen sowie von den PV-Modulen überschirmte Flächen gliedern:

- ▶ **Versiegelte/verdichtete Fläche** ist die Summe der Teilflächen, die durch die Fundamente der Aufständerungen, allfällige Zaunfundamente, durch Wechselrichter, Trafostationen, Speicheranlagen etc. bebaut sind. Zusätzlich können weitere Flächen versiegelt sein (wie z.B. vorgeschriebene bewuchsfreie Brandschutzstreifen bei Batteriecontainern).
- ▶ Die **überschirmte Fläche** ist die Summe der Teilflächen, die von PV-Modulen überbaut sind (horizontale Projektion der Modulflächen auf die Geländeoberfläche). Sie ist daher weitgehend beschattet. Bei – in der Agri-PV eingesetzten – nachgeführten Modulen verändert sich die überschirmte Fläche je nach Neigungswinkel der Module. Die Randbereiche sind dabei nicht dauerhaft überschirmt. Als berechnungsrelevant kann ein mittlerer Winkel entsprechend lokal üblicher Neigungswinkel starrer Anlagen herangezogen werden.
- ▶ Die **Gesamtfläche eines PV-Parks** ist jene Fläche, die für Errichtung und Betrieb des PV-Parks genutzt wird. Diese Flächen entfaltet fallweise durch Zäune zusätzlich Barrierewirkung.

4.2 Unterschiedliche Typen von PV-Freiflächenanlagen

Nutzungsbezogene Mindeststandards für PV-Freiflächenanlagen

PV-Freiflächenanlagen können in verschiedensten Ausführungen und damit Auswirkungen auf den Boden gebaut werden. Generell gültige Standards gibt es dafür nicht, jedoch sind in unterschiedlichen Regelwerken Mindeststandards definiert.

In der EAG-Marktpremienverordnung (EAG-MPV) sind als Voraussetzung für die Förderfähigkeit von Photovoltaikanlagen auf einer (vormals) landwirtschaftlich genutzten Fläche oder einer Fläche im Grünland folgende verbindliche Kriterien genannt:

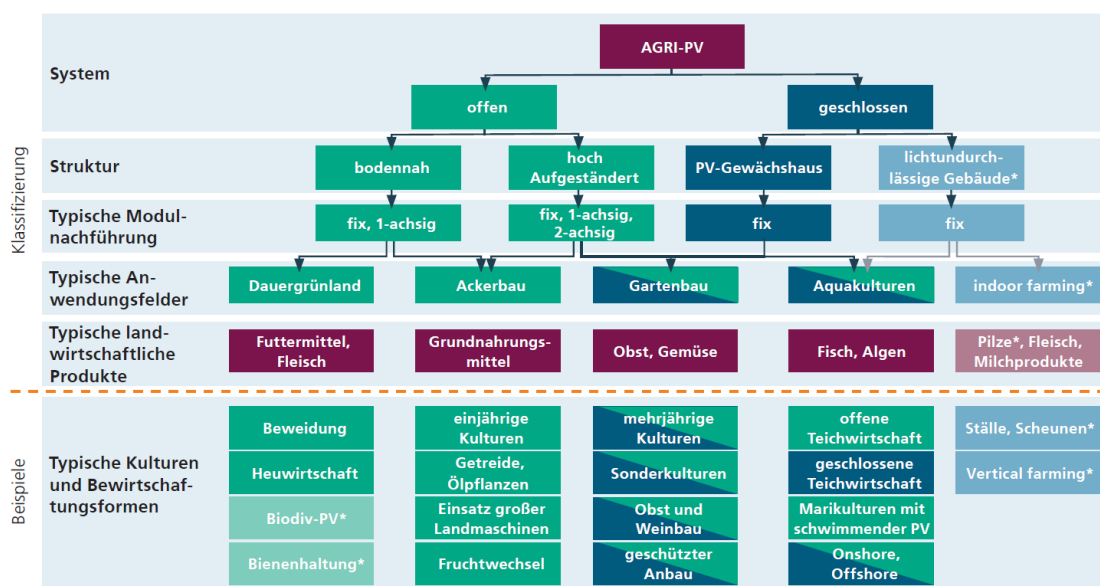
- ▶ Eine rückstandslose Rückbaubarkeit der Anlage ist zu gewährleisten.
- ▶ Der Abstand der Modultischunterkante zum Boden muss mindestens 80 cm betragen, der Reihenabstand mindestens 2 m.
- ▶ Im Rahmen der Errichtung und des Betriebs sind ergänzende Bewirtschaftungs- bzw. Biodiversitätsmaßnahmen nachzuweisen.

Für **Agri-PV-Anlagen**, also der Kombination intensiver Landwirtschaftsnutzung mit Freiflächen PV sind zusätzliche Kriterien festgelegt:

- ▶ Voraussetzung für die Förderung ist die primär landwirtschaftliche Nutzung der Fläche, die Stromproduktion darf nur von sekundärer Bedeutung sein.
- ▶ Im Detail ist dafür definiert, dass mindestens 75% der Gesamtfläche für die landwirtschaftliche Nutzung verwendet werden müssen (für pflanzliche oder tierische Erzeugnisse).
- ▶ Der Flächenverlust für Aufbauten, Unterkonstruktionen, Anlageninfrastruktur etc. darf maximal 7% der Gesamtfläche betragen.
- ▶ Die ggf. übrige Fläche (bis zu rund 20% der Fläche – zwischen max. 7% Fläche für technische Bauwerke und mind. 75% landwirtschaftliche Nutzung) ist für Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität zu nutzen.

Weitere Mindeststandards sind in raumordnungsrechtlichen Festlegungen der Bundesländer definiert. In der Burgenländischen Verordnung zur Festlegung von Eignungszonen für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind je Eignungszone individuelle Kriterien festgelegt. In Niederösterreich sind für Anlagenteile, die die Größe von 5 ha überschreiten Mindeststandards in Form eines Ökologiekonzeptes individuell zu definieren und umzusetzen. In der Steiermark sind im Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie sowohl allgemeine als auch je Vorrangzone individuelle Standards definiert.

Abbildung 4: Agri-PV-Systeme und Anwendungsfelder



*Keine Agri-PV-Anwendung im engeren Sinne

Quelle: Fraunhofer ISE, 2024⁵

In Bezug auf Systeme, Ausgestaltung und Anwendungsfelder von Agri-PV stehen verschiedenste Optionen zur Verfügung, die jeweils beträchtlich unterschiedlichen Flächenbedarf und Bedingungen für die landwirtschaftliche Nutzbarkeit nach sich ziehen (siehe Abbildung 4).

⁵ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf>

Typologie von PV-Freiflächenanlagen

Auf Basis der genannten Vorgaben erscheint für die Abschätzung der Flächeninanspruchnahme eine modellhafte Typologie mit Unterscheidung nach prioritärer Ausrichtung der PV-Freiflächenanlantentypen gemäß Nutzungsschwerpunktsetzung sinnvoll, welche die Bandbreite der möglichen Flächeninanspruchnahme aufspannt:

- (a) Ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlage ohne EAG-Förderung
- (b) PV-Freiflächenanlage gem. Mindeststandards für EAG-Förderung
- (c) Agri-PV-Freiflächenanlage gem. EAG

(a) Ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlage ohne EAG-Förderung

Vorrangiges Ziel einer ertragsmaximierten PV-Anlage ist ein möglichst hoher energetischer Flächenenertrag, eine bodenschonende Bauweise spielt – wenn überhaupt – nur eine untergeordnete Rolle. Die Anlage ist dementsprechend in der Regel durch nur geringe Biodiversitätsmaßnahmen gekennzeichnet. Teilweise werden die PV-Module so bodennah errichtet, dass darunter kein natürlicher Bewuchs möglich ist. Bei manchen Anlagen werden die Flächen unter den PV-Modulen auch geschottert oder versiegelt. Aufgrund solcher Gestaltungsweisen können ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlage daher überwiegend deutlich negative Wirkung auf die Bodenfunktionen aufweisen.

Abbildung 5: Beispiel PV-Freiflächenanlage ohne EAG-Förderung



Foto: Raffael Koscher (ÖIR)

Werden PV-Freiflächenanlagen für den betrieblichen Eigenbedarf errichtet, unterliegen diese in vielen Fällen dem Genehmigungsregime der Gewerbeordnung, womit Mindestkriterien aus Förderregimen sowie naturschutzrechtliche Standards und raumordnungsrechtliche Zielvorgaben im konkreten Genehmigungsprozess keine unmittelbare Wirksamkeit haben.

Befinden sich solche Anlagen auf Flächen mit Baulandwidmung oder auf ausgewiesenen Verkehrsflächen (straßen- oder schienenbegleitend), wären diese im Rahmen des Monitorings bereits als Flächeninanspruchnahme berücksichtigt.

(b) PV-Freiflächenanlage gem. Mindeststandards für EAG-Förderung

Mindeststandards für PV-Freiflächenanlagen sind sowohl in den Förderrichtlinien gem. EAG als auch in raumordnungsrechtlichen Festlegungen im Burgenland und in Niederösterreich definiert. Entsprechend müssen PV-Freiflächenanlagen, die eine Förderung durch das EAG erhalten und/oder in einer Burgenländischen Eignungszone errichtet werden bzw. in Niederösterreich die Größe von 5 ha überschreiten, den jeweils definierten Mindeststandards entsprechen. Kurz zusammengefasst, werden eine weitgehende Erhaltung der Bodenfunktionen sowie ergänzende Biodiversitätsmaßnahmen verlangt. Dies ermöglicht zu weiten Teilen einen Pflanzenbewuchs unter den von PV-Modulen überschirmten Flächen. Der energetische Flächenertrag ist daher tendenziell geringer als bei ertragsmaximierten PV-Freiflächenanlagen (a).

Abbildung 6: Beispiel PV-Freiflächenanlage gemäß EAG Mindeststandards



Fotos: Raffael Koscher (ÖIR)

(c) Agri-PV Anlage gem. EAG

Um als Agri-PV-Anlage anerkannt zu werden und somit eine erhöhte Marktprämie zu erhalten, ist die Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Hauptnutzung erforderlich. Dazu sind Mindeststandards nach unterschiedlichen Nutzungen definiert. Zusätzlich sind ergänzende Biodiversitätsmaßnahmen vorgeschrieben. Entsprechend ist der energetische Flächenertrag dieses Typs sowohl geringer als bei ertragsmaximierten PV-Freiflächenanlagen (a) als meist auch bei PV-Freiflächenanlagen gem. Mindeststandards für EAG-Förderung (b).

Abbildung 7: Beispiele für Agri-PV – Ackerbau mit vertikalen Modulen (links) und mit nachgeführten Modulen (Mitte), Agri-PV mit Tierhaltung (rechts)



Fotos: Raffael Koscher (ÖIR)

4.3 Abschätzung der Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen

Um die Flächeninanspruchnahme für eine PV Freiflächenanlage abzuschätzen, wurden für PV-Freiflächenanlagen gem. Mindeststandards für EAG-Förderung (Typ b) und Agri-PV Anlage gem. EAG (Typ c) anhand von Praxis-Beispielen typische Konfigurationen, Modulgrößen und Abstandsflächen herangezogen.

Aus der Analyse bestehender Anlagen zeigt sich, dass sich der Flächenbedarf für technische Bauwerke und Einrichtungen, der mit Flächenversiegelung oder -verdichtung einhergeht, zwischen den Typen nur geringfügig unterscheidet. Dagegen sind – auch den EAG-Anforderungen entsprechend – deutliche Unterschiede in Bezug auf das Ausmaß prioritär landwirtschaftlich genutzter Flächen und der Biodiversitätsflächen erkennbar. Insbesondere die ergänzende Nutzung als Biodiversitätsfläche oder für extensive Beweidung ist abhängig von der Nutzung der betreffenden Fläche vor Errichtung der Anlage.

Tabelle 2: Flächennutzung durch Freiflächen-Photovoltaik nach modellhaften Anlagentypen

Typische Nutzungsanteile	Ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlage (Erfahrungswerte)	PV-Freiflächenanlage gem. EAG Mindeststandards (Erfahrungswerte)	Agri-PV (gem. EAG Vorgaben)
Flächen für technische Bauwerke und Einrichtungen	unter 10%	deutlich unter 10%	2-7% (max. 7%)
Landwirtschaftlich oder für Biodiversitätszwecke nutzbare Fläche	unter 20% (abhängig von der konkreten Ausgestaltung)	ca. 60-80% (kann anlagenabhängig nach oben und unten abweichen)	bis zu 98%; mind. 75% landwirtschaftliche Nutzung
Beeinträchtigung von Bodenfunktionen nach Abbau der Anlage	bis zu 100% (z.B. bei Schotterung)	nahe 0% (rückstandslos rückbaubar)	nahe 0% (rückstandslos rückbaubar)

Quelle: ÖIR

Technische Bauwerke und Einrichtungen beanspruchen Fläche

Gemäß rechtlichen Vorgaben sind nach EAG förderbare PV-Anlagen (Typ b und c) nach dem Ende der Nutzung rückstandslos rückzubauen. Die Beeinträchtigung der Bodenfunktionen nach Abbau der Anlage geht in diesen Fällen gegen 0%, insbesondere wenn die vertikal in den Boden gerammten Stahlfundamente bei Abbau der Anlage rückstandslos entfernt werden.

Bei der ertragsmaximierten PV-Freiflächenanlage wird in der Typologie davon ausgegangen, dass keine bodenschonenden Bauweisen gewählt wurden. Sowohl Betonfundamente (horizontal oder vertikal) als auch Schotterung und Versiegelung der Fläche kann dazu führen, dass bis zu 100% der Bodenfunktionen nach Ende der Nutzung und Abbau der PV-Module beeinträchtigt sind.

Überschirmte Fläche

Zusätzlich zu der von technischen Anlagen beanspruchten Fläche ist auch der stark beschattete und von Niederschlag abgeschirmte Teil der überschirmten Fläche durch menschliche Eingriffe verändert. Inwieweit die überschirmte Fläche für die landwirtschaftliche Produktion und als natürlicher Lebensraum nicht mehr zur Verfügung steht, hängt ganz maßgeblich von der konkreten Ausgestaltung der PV-Freiflächenanlage ab. Je nach Abstand der Unterkante der Module zum Boden und Aufstellungsmuster können diese Teilflächen aufgrund der Licht- und Wasserverhältnisse unter den Modulen als nicht landwirtschaftlich genutzte Blühlingsflächen (zur Biodiversitätssteigerung) dienen, als Wiesen für extensive Landwirtschaft (Mahd, Beweidung) oder für Intensivlandwirtschaft (Ackerbau) genutzt werden. Damit können keine exakten Werte, sondern nur Bandbreiten zur dadurch erzeugten Flächeninanspruchnahmen angegeben werden.

Der nachfolgend präsentierte Vorschlag für die Flächeninanspruchnahme als Anteil der Gesamtfläche basiert auf der Kenntnis über die Ausgestaltung bestehender PV-Freiflächenanlagen. Er versucht die Praxis der bestehenden Anwendung der ÖROK-Methodik gem. Baseline 2022 bezüglich der Definition der Flächeninanspruchnahme für konkrete Nutzungstypen zu folgen.

Die folgende Tabelle zeigt die Bandbreite der geschätzten Anteile der Flächeninanspruchnahme an der Gesamtfläche einer PV-Freiflächenanlage für die drei modellhaft dargestellten Anlagentypen. Zur Flächeninanspruchnahme wird jene Fläche gezählt, die für technische Bauwerke und Einrichtungen erforderlich ist, sowie jene überschirmte Fläche, die aufgrund ihrer starken Verschattung und Feuchtigkeitsmangel tendenziell als in Anspruch genommen definiert werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die hier genannten Werte typologische Bandbreiten beschreiben, die im Einzelfall deutlich über- oder unterschritten werden können.

Tabelle 3: Anteil der Flächeninanspruchnahme für Photovoltaik-Freiflächenanlagen an der Gesamtfläche in Bandbreiten

	Ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlage	PV-Freiflächenanlage gem. EAG Mindeststandards	Agri-PV (gem. EAG)
Anteil Flächeninanspruchnahme an der Gesamtfläche einer PV-Freiflächenanlage im Betrieb (Technikflächen plus nicht für Landwirtschaft und Biodiversität nutzbare überschirmte Flächen)	80-100% *	20-40% *	bis zu 7% *

* abhängig von der konkreten Ausführung; Quelle: ÖIR

Das Ergebnis zeigt, dass es eine sehr große Bandbreite der möglichen Flächeninanspruchnahme durch PV-Freiflächenanlagen gibt, die je nach Konzeption zwischen deutlich unter 10% und 100% liegen kann.

Zwischen den dargestellten Typen gibt es einen fließenden Übergang. Die skizzierte ertragsmaximierte PV-Anlage (Typ a) stellt einen Maximalfall dar. Je nach Anlagenplanung und Vorgaben bzw. Auflagen im Genehmigungsprozess kann die Flächeninanspruchnahme weniger sein. Auch der dargestellte Typ b zeigt nur die minimale Erfüllung der Mindestkriterien, die in vielen Fällen (u.a. auch durch planerische Vorgaben auf Landesebene oder durch Auflagen im konkreten genehmigungsfall) übertroffen werden.

Flächeninanspruchnahme hängt von der Vornutzung ab

Ob die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage als zusätzliche Flächeninanspruchnahme zu bewerten ist, hängt insbesondere von der ursprünglichen Nutzung bzw. Flächenwidmung der Fläche, vor Errichtung der PV-Anlage, ab.

Wenn eine PV-Freiflächenanlage im Bauland oder auf einer bestehenden Verkehrsfläche errichtet wird, ist dies als Flächeninanspruchnahme zu hinterfragen, da diese Flächenkategorien bereits als Flächeninanspruchnahme definiert sind. Dies trifft z.B. oft bei der Errichtung von ertragsmaximierten PV-Freiflächenanlagen Typ (a) zu. Wird im noch nicht bebauten Bauland eine PV-Freiflächenanlage gem. EAG-Mindeststandards (Typ (b)) errichtet, so könnte man sogar von einer (zumindest partiellen) Reduktion der Flächeninanspruchnahme sprechen.

Auch vorbelastete Flächen wie etwa Deponien, Abbauflächen, Brownfields, aufgelassene Parkplätze, etc. sind vielfach bereits im Monitoring zur Flächeninanspruchnahme enthalten und somit stellen PV-Anlagen auf diesen Flächen eine Nachnutzung dar. PV-Freiflächenanlagen auf Flächen von kommunalen Infrastruktureinrichtungen, wie z.B. Kläranlagen oder Wasserbehältern sind aufgrund der kombinierten Nutzung ebenso als zusätzliche Flächeninanspruchnahme zu hinterfragen.

5. Fachvorschlag Zusammenfassung und Empfehlungen

Die folgende Tabelle fasst die fachlich abgeschätzten Bandbreiten der Flächeninanspruchnahme für PV-Freiflächenanlagen und Windkraftanlagen auf Basis der rechtlichen und technischen Gegebenheiten sowie der bestehenden Praxis zusammen. Sie zeigt die deutlichen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen modellhaften Anlagentypen zur erneuerbaren Stromerzeugung in Bezug auf die Erhaltung und parallele Nutzbarkeit der natürlichen Bodenfunktionen.

Nur geringer Anteil von Windparks und PV-Freiflächenanlagen ist als Flächeninanspruchnahme zu bewerten (Ausnahme: ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlagen)

Auf Basis der Definition der ÖROK ist – mit Ausnahme der ertragsmaximierten PV-Freiflächenanlagen – ein relativ geringer Anteil der Flächen von Windparks und PV-Freiflächenanlagen als Flächeninanspruchnahme zu werten. In Windparks liegt der langfristige Verlust von Bodenfunktionen bei bis zu 2% der Windparkfläche (durchschnittlicher Wert bei gruppierter Anlage in einem Windpark).

Bei Agri-PV-Anlagen gemäß EAG-Standards liegt der Anteil der in Anspruch genommenen Fläche aufgrund der prioritären landwirtschaftlichen Nutzung bei maximal 7%. Wenn man bei PV-Freiflächenanlagen gem. EAG Mindeststandards die Summe aus Technikflächen und Teilen der überschirmten Fläche als Flächeninanspruchnahme wertet, liegt der Anteil in der Regel zwischen ca. 20% und 40%. Ertragsmaximierte PV-Freiflächenanlagen weisen dagegen einen Anteil der Flächeninanspruchnahme von bis zu 80-100% auf. Diese Bandbreiten für modellhafte Anlagentypen hängen von der konkreten Ausführung einer Anlage ab und können im Einzelfall deutlich von den angegebenen Werten abweichen.

Tabelle 4: Anteil der Flächeninanspruchnahme von Windparks und PV-Freiflächenanlagen an der Gesamtfläche in Bandbreiten

	Windkraftanlagen in Windparks	Ertragsmaximierte PV-Freiflächen- anlage	PV-Freiflächen- anlage gem. EAG Mindeststandards	Agri-PV (gem. EAG)
Flächeninanspruchnahme im Betrieb (Technikflächen plus nicht für Landwirtschaft u. Biodiversität nutzbare überschirmte Flächen)	bis zu 2%	80-100% *	20-40% *	bis zu 7% *
Land-/forstwirtschaftlich oder für Biodiversitätszwecke nutzbare Fläche	mind. 98%	0-20%*	60-80%*	mind. 93%* mind. 75% landwirtschaftliche Nutzung
<i>Beeinträchtigung von Bodenfunktionen nach Abbau der Anlage</i>	<i>bis zu 2%</i>	<i>bis zu 100%*</i>	<i>nahe 0%</i>	<i>nahe 0%</i>

* Werte sind abhängig von der konkreten Ausführung einer Anlage und können im Einzelfall auch über- oder unterschritten werden; Quelle: ÖIR

Bewertung einer PV-Freiflächenanlage als Flächeninanspruchnahme hängt von Vornutzung ab

Ob die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage tatsächlich als Flächeninanspruchnahme zu bewerten ist, hängt insbesondere aber auch von der ursprünglichen Nutzung der Fläche vor Errichtung der PV-Anlage, ab. Zusätzliche Flächeninanspruchnahme entsteht nicht, wenn Flächen umgenutzt werden, die bisher bereits per Definition als in Anspruch genommen bewertet worden sind.