Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

04.22

Bodenschutz

27. Jahrgang
4. Quartal 2022
42234

www.BODENSCHUTZdigital.de

Erhaltung, Nutzung und Wiederherstellung von Böden

Herausgegeben vom Bundesverband Boden e. V.

Die Technogenen Substrate in der Ersatzbaustoffverordnung
Bernd Steinweg, Lutz Makowsky und Michael Dohlen

„Standorttypische Humusgehalte“ gemäß § 17 BBodSchG
Thomas Vorderbrügge

Bodenschutz und Photovoltaik-Freiflächenanlagen
Henrik Helbig, Karl Auerswald, Burkhard Gödecke, Andreas Henke, Robin Stadtmann und Susanne Frey-Wehrmann

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Bodenschutz und Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Positionspapier des Bundesverbandes Boden e. V.

Henrik Helbig, Karl Auerswald, Burkhard Gödecke, Andreas Henke, Robin Stadtmann und Susanne Frey-Wehrmann

Dr. Henrik Helbig
Vorsitzender Regionalgruppe Ost des Bundesverbandes Boden e. V.; beruflich tätig im Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Dr. Robin Stadtmann
Bundesverband Boden e. V., Regionalgruppe Nord; beruflich tätig im Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen

Dr. Susanne Frey-Wehrmann
Bundesverband Boden e. V., Regionalgruppe West; beruflich tätig bei der Stadt Aachen, FB Klima und Umwelt

Burkhard Gödecke
Bundesverband Boden e. V., Regionalgruppe Nord; beruflich tätig bei der Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU), Göttingen

Prof. Dr. Andreas Henke
Vorsitzender der FG Bodenbezogene Rechtsbereiche des Bundesverbandes Boden e. V.; beruflich tätig bei Tiefenbacher Rechtsanwälte, Dresden

Prof. Dr. Karl Auerswald
Bundesverband Boden e. V., Regionalgruppe Süd; Lehrstuhl für Grünlandlehre, TU München

Zusammenfassung

Böden unterliegen in Deutschland seit langem vielfältigen Nutzungsansprüchen. Mit der Klimaerwärmung, dem Ausbau regenerativer Energien und dem Krieg in der Ukraine hat sich ein zusätzlicher Handlungsdruck aufgebaut. Der Bundesverband Boden unterstützt den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland, macht aber auch deutlich, dass die Nutzung natürlich gewachsener Böden mit Augenmaß erfolgen muss, um ihre Funktionsfähigkeit zu erhalten. Das Ziel muss sein, eine bestmögliche Verbindung von Energiewende und Bodenschutz zu schaffen. Wir beschreiben die rechtlichen Grundlagen zur Planung und Genehmigung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) sowie die positiven und negativen Wirkungen auf Böden und Bodenfunktionen. Photovoltaik auf degradierten Moorböden sehen wir als Chance, wenn bodenschonend agiert wird. Wir schlagen vor, die amtliche Flächenstatistik anzupassen, um die Aussagekraft der Nachhaltigkeitsindikatoren sicherzustellen. Die Bedeutung von PV-FFA gegenüber anderen Maßnahmen und Technologien der Energiewende wird vergleichend betrachtet. Nach Beendigung der Nutzung für Photovoltaik soll ein vollständiger Rückbau und die Wiederherstellung des Ausgangszustandes erfolgen. Die Ausführungen werden am Ende zu Kernforderungen zusammengefasst.

Schlüsselworte: Photovoltaik-Freiflächenanlage, Bodenschutz, Bodenfunktion, Bodenschutzgesetz, Baugesetz, Agriphotovoltaik, Moorböden, Flächeninanspruchnahme, Rückbau

Summary

Soils in Germany have long been subject to a variety of utilization demands. With global warming, the expansion of renewable energies and the war in Ukraine, an additional pressure for action has built up. The Federal Soil Association supports the expansion of renewable energies in Germany, but also makes it clear that the use of naturally grown soils must be carried out with sense of proportion in order to maintain their functionality. The goal must be to create the best possible combination of energy transition and soil protection. We describe the legal basis for planning and approval of ground-mounted photovoltaic plants as well as the positive and negative effects on soils and soil functions. We see photovoltaics on degraded peatland as a chance, if soil-conserving is guaranteed. We propose to adjust the official land statistics to ensure the validity of the sustainability indicators. Ground-mounted photovoltaic plants are compared to other technologies. After termination of the use for photovoltaics, a complete deconstruction and restoration of the initial state should take place. At the end we summarize our statements into key requirements.

Keywords: ground-mounted photovoltaic plant, soil conservation, soil function, soil protection law, building law, agricultural photovoltaic plant, peatland soil, land consumption, deconstruction

1. Einführung

Die Bundesregierung hat mit dem Klimaschutzprogramm 2030 die Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf einen Anteil von 65 Prozent am Stromverbrauch beschlossen. Eine tragende Rolle kommt der Solarenergie zu. So sollen bis 2030 100 Gigawatt installierte Leistung von Solaranlagen erreicht werden. Im Jahr 2020 trugen Photovoltaikanlagen zu ca. 20 Prozent der Bruttostromerzeugung bei. Bisher wird diese Photovoltaikleistung zu etwa 70 Prozent auf Dächern und an Fassaden erzeugt, der Rest entfällt auf Freiflächenanlagen, mit steigender Tendenz. Von der 2019 durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) beanspruchten Fläche (30.000 ha), entfallen 60 Prozent auf Konversionsflächen bzw. sonstige bauliche Anlagen, 26 Prozent auf Ackerflächen bzw. landwirtschaftliche Flächen in benachteiligten Gebieten und 14 Prozent auf Randstreifen an Verkehrswegen. [1]

Der Bundesverband Boden e. V. unterstützt den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland. Allerdings werden Acker- und Grünlandböden bereits durch Windenergieanlagen und Strom- und Gastrassen stark in Anspruch genommen. Dazu kommt der teils bodenbelastende Anbau von Silomais für die Biogaserzeugung. Böden erfüllen vielfältige Funktionen in der Natur und für den Menschen. Deshalb muss genau überlegt werden, welche Böden für Photovoltaikanlagen genutzt werden sollten. Das Ziel muss sein, eine bestmögliche Verbindung von Energiewende und Bodenschutz zu schaffen.

2. Rechtliche Grundlagen

Für die Planung und Genehmigung von Photovoltaik auf Freiflächen finden sich im Bodenschutzrecht konkrete materielle Anforderungen. Für die Einhaltung der rechtlichen und fachlichen Anforderungen des Bodenschutzes bei Planung, Errichtung, Betrieb und Rückbau von PV-FFA sind § 1 BBodSchG i. V. mit § 2 Abs. 2 Nr. 1–3, § 7 BBodSchG sowie die vorbeugenden Gefahrenabwehrpflichten gem. § 4 Abs. 1 BBodSchG zu beachten.

Auch in den jeweiligen Landesbodenschutzgesetzen finden sich Hinweise zum sparsamen und schonenden Umgang mit der Ressource Boden. Die rechtlichen Bestimmungen richten sich grundsätzlich unmittelbar

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

an den Pflichtigen, d. h. an Vorhabenträger, Bauausführende und Flächeneigentümer.

Die Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Boden (LABO) hat „Checklisten zur Berücksichtigung des Schutzgutes Boden für Planungs- und Zulassungsvorhaben“ [2] veröffentlicht, die für die Erarbeitung von Planungsunterlagen Hilfestellung bieten. Aktuell wird im Auftrag der LABO eine Arbeitshilfe zum „Bodenschutz bei Standortauswahl, Bau, Betrieb und Rückbau von Freiflächenanlagen für Photovoltaik und Solarthermie“ erstellt.

PV-Freiflächenanlagen werden grundsätzlich nicht von den Privilegierungstatbeständen des § 35 Abs. 1 Baugesetzbuch (BauGB) erfasst. Auch eine bauplanungsrechtliche Zulässigkeit als sonstige Vorhaben nach § 35 Abs. 2 BauGB wird in aller Regel ausscheiden, da regelmäßig eine Beeinträchtigung öffentlicher Belange vorliegen wird. Die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von PV-FFA, die im Außenbereich errichtet werden sollen, erfordert daher generell eine gemeindliche Bauleitplanung, d. h. grundsätzlich die Aufstellung eines Bebauungsplans und ggf. die entsprechende Änderung des Flächennutzungsplans. Auf die Aufstellung von Bauleitplänen besteht allerdings kein Rechtsanspruch (§ 1 Abs. 3 Satz 2 BauGB). Es obliegt daher in jedem Einzelfall der Entscheidung der für die Planung zuständigen Stadt oder Gemeinde, ein entsprechendes Verfahren einzuleiten.

In der Bauleitplanung sind im Rahmen der vorgeschriebenen Umweltprüfung die möglichen Auswirkungen auf den Boden und seine Funktionen zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Hier sind vor allem die baubedingten (Teilversiegelung durch Baustellenstraßen, Lager- und Abstellflächen, Verdichtung, Bodenumlagerung und -durchmischung) sowie anlagenbedingte Auswirkungen (Bodenversiegelung, Überdeckung von Boden durch Modulflächen) als Wirkfaktoren zu benennen (siehe Abschnitt 3).

Die DIN 19639 „Bodenschutz bei Planung und Durchführung von Bauvorhaben“ [3], DIN 18915 „Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten“ [4] sowie die DIN 19731 „Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial“ [5] sind bei der Planung und Umsetzung zu beachten. Die DIN 19639 gilt für Vorhaben mit bauzeitlicher Inanspruchnahme von Böden und Bodenmaterialien, die nach Bauabschluss wieder natürliche Bodenfunktionen erfüllen sollen, wie z. B. Böden unter forstlicher, landwirtschaftlicher, gärtnerischer Nutzung oder unter Grünflächen und Haus- und Kleingärten.

Die DIN 19639 bietet eine Grundlage zur Planung und Umsetzung des baubegleitenden Bodenschutzes mit dem Schwerpunkt der Vermeidung und Minderung physikalischer und mechanischer Bodenbeeinträchtigungen und dem Verlust von Bodenfunktionen. Es werden Kriterien zur Erstellung und zur Umsetzung eines Bodenschutzkonzeptes bereitgestellt und es werden Hinweise gegeben, wie die Planung und Umsetzung bei Bauvorhaben fachkundig begleitet und dokumentiert werden kann. Die für die Planung, Ausschreibung und Realisierung notwendigen Maßnahmen zum Bodenschutz werden bei der Erstellung des Bodenschutzkonzeptes benannt.

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

3. Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Bodenfunktionen

3.1 Bodenwasserhaushalt, Bodentemperaturen und Bodenerosion

Es ist zu unterscheiden zwischen niedrigen, flächenhaften Anlagen, aufgeständerten Anlagen, unter denen eine landwirtschaftliche Bewirtschaftung möglich ist, und vertikalen, bifaziellen Anlagen (Solarzäune), zwischen denen eine Bewirtschaftung erfolgen kann. Die beiden letzteren werden als Agriphotovoltaik (Agri-PV) bezeichnet, siehe auch Kap. 5.3.

Bisher ist wenig über die Auswirkungen von PV-FFA auf Sickerverhalten und Bodenwasserhaushalt experimentell nachgewiesen, dennoch können auf Grund der physikalischen Eigenschaften einige grundsätzliche Aussagen getroffen werden.

Da die Anlagen einen Teil der einfallenden Strahlung (10–20 % je nach Konfiguration) in Strom umwandeln, ändert sich die Energiebilanz und es steht weniger Energie für Evapotranspiration zur Verfügung. Dadurch nimmt der Abfluss (Oberflächenabfluss oder Grundwasserneubildung) zu. Gleichzeitig kann es bei aufgeständerten und vertikalen Anlagen auch zu einem Ertragszuwachs bei Pflanzen kommen [6], [7], da der Verdunstungsanspruch für die Pflanzen zwar gesenkt wird, die verbliebene Strahlung aber bei aufgeständerten und bei vertikalen Anlagen normalerweise immer noch für die Photosynthese ausreicht [8], [9]. In der Summe aus landwirtschaftlicher Produktion und Agri-PV lässt sich die Flächenproduktivität um 70 % steigern [10], weshalb Agri-PV auch unter deutschen Bedingungen als ökonomisch und sozial vorteilhaft angesehen wird [11].

Bei flächenhaften Anlagen (niedrig oder aufgeständert) kommt es zu einer starken Umverteilung des Niederschlags. Die Konzentration des Wasserzuflusses unter der Abtropfkante begünstigt dort die Entstehung von Oberflächenabfluss und Erosion. Unter den Modulen hingegen versickert so gut wie kein Regenwasser mehr. Insofern wäre eine Austrocknung der Böden unter den Modulen zu erwarten. Eine Austrocknung der Böden unter den Modultischen könnte negative Auswirkungen auf die Bodenstruktur, das Bodenleben und den Humusgehalt der Böden haben. Allerdings ergaben zwei Studien ([13], [14] zitiert in [12], S. 29) kühlere Bodentemperaturen und eine höhere Bodenfeuchtigkeit unter den Modulen im Vergleich zu den Lücken zwischen den Modulreihen.

Im Abtropfbereich von flächenhaften Anlagen kann es bereits bei mittleren Regen zu Bodenerosion kommen. Hier sind besonders aufgeständerte Anlagen kombiniert mit ackerbaulicher Nutzung problematisch, während bei Grünlandnutzung das Problem geringer ist und zusätzlich durch Profilierung der Bodenoberfläche gemildert werden könnte.

Um mögliche negative Folgen von vornherein auszuschließen, müssen Anlagen in Zukunft so konstruiert werden, dass eine einigermaßen gleichmäßige Verteilung des Niederschlages gewährleistet wird. Dem konzentrierten Sickerwasseranfall unter der Abtropfkante ist durch eine Verteilung des Abflusses unter die Module, etwa mittels geneigter Lochbleche, entgegenzuwirken.

Vertikale Anlagen haben ähnliche Wirkungen wie Hecken. Sie bremsen die Windgeschwindigkeit und damit die Verdunstung und Winderosion und können daher bis etwa dem 15- bis 20-fachen ihrer Höhe ertragssteigernd wirken [10].

3.2 Organische Bodensubstanz und Bodenleben

Die Etablierung von Grasvegetation (durch Ansaat oder Selbstbegrünung) innerhalb der Anlagen dürfte in der Regel zu einer Steigerung des Kohlenstoffvorrats im Boden führen, die allerdings große Zeiträume in An-

(© Robin Stadtmann (LBEG))

Abbildung 1
Dieses Beispiel einer niedrigen flächenhaften PV-FFA illustriert die Problematik der Verschattung und Regenwasserabschirmung unter den Modulen.

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

spruch nehmen kann [15]. Ebenso kann durch die Grasvegetation im Vergleich zur Ackernutzung von positiven Wirkungen auf den Erosionsschutz und das Wasserrückhaltevermögen des Standortes ausgegangen werden.

Für Solarparks ohne landwirtschaftliche Nutzung bzw. mit nur extensiver Beweidung wird postuliert, dass sie die oberirdische Biodiversität stark fördern [16]. Über die Bodenbiodiversität ist bisher nichts bekannt. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass auch hier positive Effekte auftreten.

3.3 Mechanische und stoffliche Wirkungen

Beim Bau von Kabelgräben kommt es zu Bodenumlagerungen, Vermischungen und Zerstörung der vorhandenen Bodenstruktur. Negative mechanische Wirkungen resultieren ebenfalls aus dem Bau der Zaunanlage, den Zuwegungen und sonstiger baulicher Anlagen. Auch fundamentlose Trägersysteme, die in den Boden gerammt werden, führen zu Störungen in der Bodenstruktur. Dazu kommen baubedingte temporäre Einwirkungen bspw. durch Lagerplätze oder Befahrung mit Maschinen.

Stoffeinträge in Boden und Wasser können durch Korrosion, Anlagenschäden (Sturm und Brand) und Reinigung der Panels entstehen. Sie hängen von den eingesetzten Materialien und Reinigungsmitteln sowie der Schadens- und Reinigungshäufigkeit ab.

Die Gefahr einer Bodenkontamination mit Blei und Cadmium wird in [17] (zitiert in [12], S. 30 f.) bei intakten Solarmodulen als gering eingeschätzt. Sind Halbleiterschicht, Kontakte oder Lötstellen aufgrund von Beschädigungen durch Hagel oder Brand der Witterung ausgesetzt, ist jedoch eine Auslaugung von Blei oder Cadmium denkbar. Defekte Module müssen deshalb im Sinne der Prävention entfernt werden ([21], [18], zitiert in [12], S. 31).

Die Analyse der potenziellen Umweltgefährdung durch PV-Module in Italien kam zu dem Schluss, dass die freisetzbaren Mengen einiger Metalle (Blei, Chrom, Cadmium, Nickel) zu einer Überschreitung der gesetzlichen italienischen und europäischen Grenzwerte von Boden und Wasser führen können ([19], zitiert in [12], S. 31).

Bei der energetisch-ökologischen Bilanzierung einer polnischen Photovoltaikanlage wurden Silber, Nickel, Kupfer, PA6, Blei und Cadmium als besonders problematisch für Gesundheit und Umwelt bezeichnet ([20], zitiert in [12], S. 31). Module auf Siliziumbasis enthalten allerdings kein Cadmium und Nickel ([12], S. 31).

Kontamination aus verzinkten Modulhalterungen sind bisher ohne Hinweise aus der Literatur ([18], zitiert in [12], S. 31). Am ehesten wird dies noch als mögliches Problem betrachtet, wenn Modulhalterungen bis in den Grundwasserbereich hineinragen [12].

Verschmutzende Ablagerungen auf Solarmodulen können laut unserer Internetrecherche ein erhebliches Problem darstellen und die Leistungsfähigkeit der Anlagen beeinträchtigen (z. B. [22]), wobei bei Neigungswinkeln um 30° die Verschmutzung gering ist [23]. Bisher werden PV-Anlagen überwiegend mit demineralisiertem Wasser und verschiedenen Arten von Reinigungsbürsten gereinigt [22], [23]. Aus Sicht des Bodenschutzes ist die Anwendung von chemischen Reinigungsmitteln abzulehnen.

Die Gefahr einer Schadstofffreisetzung im Falle eines Brandes (Blitzeinschlag) wird vom Bayrischen Landesamt für Umweltschutz als gering erachtet. Vorsorglich wird die Entfernung beschädigter Module empfohlen [24]. Unsere Internetrecherche ergab keine Hinweise auf entsprechende Vorfälle bei PV-FFA.

4. Photovoltaik auf Moorböden

Moorböden werden häufig landwirtschaftlich genutzt. Entwässerte, gedüngte und durch Bodenbearbeitung geprägte Moore sind aufgrund der Torfmineralisation Treibhausgas-Quellen, die deutlich zur Klimabilanz beitragen [25]. Eine vollständige Wiedervernässung kann den Treibhausgasausstoß reduzieren und Moore theoretisch sogar wieder zu Kohlenstoffsenken machen [26]. Die Nutzung degradierter Moore für Photovoltaik in Kombination mit einer Wiedervernässung könnte eine win-win-win-Situation für Klimaschutz (Reduzierung des Treibhausgasausstoßes), Boden- und Naturschutz (Erhalt des Torfkörpers, Etablierung naturnaher Moore) und Einkommen in ländlichen Räumen (Einnahmen aus Pacht bzw. Stromertrag) schaffen.

Moorböden und andere kohlenstoffreiche Böden weisen allerdings besondere Empfindlichkeiten gegenüber Baumaßnahmen und damit auch gegenüber Etablierung, Wartung und Rückbau von PV-FFA-Anlagen auf. Neben der Empfindlichkeit gegenüber Bodenverdichtung durch unsachgemäße Befahrung, zählen hierzu z. B. Gründungsmaßnahmen, die den Staukörper beeinträchtigen oder die entwässernde Verlegung von Erdkabeln.

Der Bundesverband Boden e. V. fordert, naturnahe, nicht entwässerte Moore von der Installation von PV-FFA auszunehmen, wie dies im Übrigen in der Novelle des EEG 2023 auch so vorgesehen ist.

Die Nutzung von landwirtschaftlich genutzten Moorböden für PV-FFA sollte mit einer verpflichtenden und fachgerechten Wiedervernässung (Vollvernässung) gekoppelt werden. Eine Extensivierung der Nutzung (z. B. Unterlassung von Düngung) ohne Wiedervernässung bietet keine hinreichenden Effekte zur Minderung der Torfmineralisation. Eine weitere konventionelle landwirtschaftliche Nutzung (Acker-, Weide- und Wiesennutzung) ist nach der Wiedervernässung ausgeschlossen (winterlicher Überstau, keine Befahrbarkeit und Trittfestigkeit). Eine dauerhafte Vernässung und ein schonender Rückbau der Anlagen auf der wiedervernässten Fläche muss auch nach dem Ende der Photovoltaiknutzung sichergestellt werden.

Für Bau und Wartung der Anlagen müssen klare bodenschutzfachliche Vorgaben zum Bodenschutz beim Bauen erarbeitet und verbindlich vorgeschrieben werden. Es sollten Optionen geprüft werden, wie die Anlagen mit möglichst geringfügigen oder auch ohne Grün-

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

dungsmaßnahmen aufgestellt werden können. Wir empfehlen, in der gesättigten Bodenzone entweder nur unverzinkten Stahl ohne Farbanstriche oder -beschichtungen [27] oder mit speziellen, extrem korrosionsbeständigen Beschichtungen zu verbauen.

5. Flächeninanspruchnahme und Rückbau

5.1 Vorrang für nichtlandwirtschaftliche Flächen

Durch die PV-FFA kommen zusätzliche Investoren in einen ohnehin häufig bereits angespannten Flächenmarkt. Zwar wird in der EEG-Novelle 2023 in § 2 der Abwägungsbelang „erneuerbare Energien" als vorrangig eingestuft, doch aus Sicht des Bundesverbandes Boden sollten Acker- und Grünlandböden erst nach Prüfung sämtlicher anderer nichtlandwirtschaftlicher Flächenpotenziale für PV-FFA freigegeben werden. Bei der Ausweisung von Flächen für PV-FFA sollten Aspekte der natürlichen Bodenfruchtbarkeit und landwirtschaftlichen Eignung eine maßgebliche Rolle spielen.

Diese Forderung ist umso dringender, als bei der Photovoltaik noch längst nicht alle Potenziale auf und an Gebäuden und sonstigen technischen Anlagen ausgeschöpft sind, ebenso wenig wie auf devastierten bzw. anthropogen stark beeinträchtigen Böden (versiegelte, ehemals gewerblich genutzte, durch Bergbau stark veränderte Böden, Konversationsflächen, Halden usw.).

Derzeit werden von Investoren größere zusammenhängende Flächen bevorzugt. Gerade Altlasten und Altlastenverdachtsflächen aber haben oft Flächengrößen von unter 1 ha. Sofern diese Flächen nicht für den Wohn- oder Gewerbebau in Frage kommen oder naturschutzfachlich wertvoll sind, bieten sie für die Installation von Photovoltaik aus Bodenschutzsicht ideale Voraussetzungen, da diese Böden in der Regel nur einen stark eingeschränkten bodenfunktionalen Wert besitzen (vgl. [28]).

5.2 Flächenstatistik

PV-FFA tragen rechnerisch zur Flächenneuinanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen bei, da sie in der Flächenstatistik als den Industrie- und Gewerbeflächen zugehörig erfasst werden. Die Flächenneuinanspruchnahme ist aber nicht gleichzusetzen mit der versiegelten Fläche. Die versiegelte Fläche ist nur eine Teilmenge der in Anspruch genommenen Fläche und gerade bei PV-FFA häufig sehr gering (< 1 %, [29]), bei Gründung mit Betonfundament < 5 % [30].

Die Flächensparziele sollten nach Ansicht des Bundesverbandes Boden e. V. durch den Ausbau der PV-FFA nicht gefährdet werden. Eine separate Erfassung der PV-FFA in der Flächenstatistik sollte daher geprüft werden, um die Aussagekraft der Nachhaltigkeitsindikatoren sicherzustellen.

5.3 Rückbauverpflichtung

In der Planungsphase sollte auch Aufmerksamkeit auf den Rückbau der Anlagen und die Folgenutzung der Flächen gelegt werden. Eine Möglichkeit hierzu besteht gemäß § 9 Abs. 2 BauGB.

Nach § 9 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 und 2 BauGB kann in besonderen Fällen festgesetzt werden, dass bestimmte der in ihm festgesetzten baulichen oder sonstigen Nutzungen und Anlagen nur für einen bestimmten Zeitraum zulässig sind (Nr. 1) oder nur bis zum Eintritt bestimmter Umstände zulässig oder unzulässig sind. Satz 2 der Vorschrift besagt, dass die Folgenutzung festgesetzt werden soll.

Festsetzungen können alle in § 9 Abs. 2 BauGB aufgeführten Festsetzungen sein. Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden nach § 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB festgesetzt ([31], § 9 Rn. 69].

Die Festsetzung der Nutzung einer Fläche für die Aufstellung von PV-FFA kann nach § 9 Abs. 2 BauGB für einen bestimmten Zeitraum befristet werden (Nr. 1) oder ihre Zulässigkeit kann mit dem Eintritt bestimmter Umstände entfallen (sog. auflösende Bedingung). Im ersteren Fall müsste die Befristung eindeutig sein, was sich durch Festlegung eines bestimmten Datums gewährleisten lässt. Im zweiten Fall müssten die maßgeblichen Umstände mit hinreichender Bestimmtheit beschrieben werden.

Für beide Varianten lässt es § 9 Abs. 2 Satz 2 BauGB nicht nur zu, die Folgenutzung festzusetzen, dies „soll" nach dem Wortlaut der Vorschrift sogar passieren. Folgenutzungen könnten sein

- Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind, und ihre Nutzung, § 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB (die Folgenutzung ist hier eine „Nichtbebauung" mit einer bestimmten Nutzung)
- Flächen für die Landwirtschaft und Wald, § 9 Abs. 1 Nr. 18a) und b) BauGB
- Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft, § 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB
- Flächen oder Maßnahmen zum Ausgleich im Sinne des § 1a Abs. 3, § 9 Abs. 1a BauGB.

Bauplanungsrechtliche Festsetzungen bedürfen der bauordnungsrechtlichen Umsetzung. Die Baugenehmigung für die PV-FFA müsste also mit einer Nebenbestimmung (z. B. Befristung, auflösende Bedingung) versehen werden. Dies gilt jedenfalls dann, wenn nicht bereits der Bauantrag eine Befristung oder auflösende Bedingung enthält.

Ohne eine klare Regelung der Folgenutzung bestünde grundsätzlich die Gefahr, dass Umwidmungssperrklausel und Bodenschutzklausel (§ 1a (2) BauGB) in der Abwägung nach Ablauf der Nutzung für PV-FFA nur noch eine untergeordnete Rolle spielen, da es sich aus planerischer Sicht nicht mehr um landwirtschaftliche Flächen handelt. Die Flächen könnten also dauerhaft der Landwirtschaft bzw. dem Außenbereich entzogen bleiben und in eine weitere bauliche Nutzung übergehen.

Eine Lösung der entstehenden Zielkonflikte könnten Agri-PV bieten. Nach [32], § 12 (6) sind dies Anlagen, bei denen die landwirtschaftlich nutzbare Fläche um höchstens 15 % verringert wird. Mit diesen Anlagen bestehen bislang allerdings nur wenige Erfahrungswerte. Materialverbrauch und erforderliche Arbeitskapazitäten

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

sollten bei der Zielfestlegung berücksichtigt werden. Die Bewertung von Agri-PV sollte nach aufgeständerten und vertikalen Anlagen differenziert erfolgen.

6. Bedeutung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen gegenüber anderen Maßnahmen und Technologien der Energiewende

Da klassische (niedrige flächenhafte) PV-FFA auf landwirtschaftlichen Nutzflächen die Anbaufläche für Nahrungsmittel einschränken, muss an dieser Stelle noch einmal betont werden, dass die Reduzierung des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren der Wirtschaft und im privaten Bereich bei der Energiewende eine primäre Rolle spielen müssen.

Die Bewertung von PV-FFA sollte das flächenbezogene Stromerzeugungspotenzial berücksichtigen. Dieses ist zwar größenordnungsmäßig vierzigmal höher, als bei Biogas-Mais, aber geringer als bei Windenergie. Ebenso ist die unterschiedliche zeitliche Verfügbarkeit von Strom aus regenerativen Quellen ein wichtiger Aspekt.

In Tabelle 1 werden Beispieldaten für Windenergie, Photovoltaik und Biogas zusammengefasst und ausgewertet. Die Datenbasis jeder Zeile ist in der Fußnote angegeben. Es handelt sich dabei um unveröffentlichte Planungsdaten bzw. Herstellerangaben.

Die Gegenüberstellung macht deutlich, dass große Windenergieanlagen (6 MW) hinsichtlich des Stromertrags je Hektar Parkfläche effizienter als Photovoltaik sind, und Biogasmais hinsichtlich des Stromertrags je Hektar relativ ineffizient ist. Biogas aus Siedlungsabfällen wäre ähnlich positiv wie Dach-PV zu bewerten.

Photovoltaik und Windenergie sind auf unterschiedliche Weise witterungsabhängig und ergänzen sich dadurch. Biogas kann witterungsunabhängig erzeugt werden, aber die Anlagen sind nicht so ausgestattet (Speicherkapazität und Generatorgröße), dass gezielt Strombedarfsspitzen bedient werden könnten, sie werden als Grundlast-Kleinkraftwerke betrieben. Eine Einspeisung ins Gasnetz könnte das Potenzial von Biogas verbessern.

Bei Photovoltaik ergeben sich unterschiedliche Stromertragskurven im Tagesverlauf. Vertikale bifaziale Agri-PV-Module in Nord-Süd-Ausrichtung haben Stromertragsmaxima am frühen Vormittag und am späten Nachmittag, horizontale Module bringen in der Mittagszeit mehr. Beide Anlagentypen würden sich daher gegenseitig ergänzen. Ein Vorteil von Photovoltaik gegenüber Windenergie liegt in der geringeren Fernwirkung auf das Landschaftsbild. Photovoltaik-Vorhaben lösen deshalb in der Regel weniger Widerstand aus, als Windpark-Planungen.

7. Bodenschutzfachliche Kernforderungen zu Planung, Installation und Betrieb von PV-FFA

- Reduzierung des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren der Wirtschaft und im privaten Bereich
- bevorzugte Nutzung von Potenzialen auf und an Gebäuden und sonstigen technischen Anlagen
- vorrangige Nutzung von nichtlandwirtschaftlichen, anthropogen überprägten Bodenflächen
- Errichtung von Photovoltaik auf degradierten, landwirtschaftlich genutzten Moorböden nur in Kombination mit einer (möglichst vollständigen) Wiedervernässung unter der Voraussetzung, dass Installation und Rückbau ohne Beeinträchtigung des Moorkörpers gewährleistet werden können
- auf landwirtschaftlich genutzten Böden Vorrang von Agri-PV gegenüber niedrigen flächenhaften PV-FFA; Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit sollten nicht mit niedrigen flächenhaften PV-FFA bebaut werden
- keine Errichtung von PV-FFA auf bodenfunktional wertvollen oder empfindlichen Böden, insbesondere Böden mit hohem Biotopentwicklungspotential (einschließlich naturnaher Moore) und Böden mit einer besonderen Archivfunktion; Bundesländer, Landkreise und Kommunen sollten freizuhaltende Böden explizit benennen bzw. ausweisen
- Sicherstellung einer Bodenkundlichen Baubegleitung; Erstellung eines Bodenschutzkonzeptes gemäß DIN 19639
- Minimierung von Bodenversiegelung, insbesondere Verzicht auf Betonfundamente und versiegelte oder geschotterte Zufahrtswege

Energie-Erzeugung	Daten-Basis	Stromertrag	CO_2-Einsparung	Anbaufläche Inanspruchnahme	Stromertrag
		je Parkfläche			je Anbaufläche
		[kWh/ha/a]	[t/ha/a]*		[kWh/ha/a]
Windenergie	(1)	1.636.400	1.091,5	< 3 %	> 545.000.000
Dach-PV	(2)	1.020.000	680,3	0 %	∞
Freiflächen-PV	(3)	900.000	600,3	100 %	900.000
Freiflächen-PV	(4)	600.000	400,2	100 %	600.000
Agri-PV (vertikal)	(5)	400.000	266,8	≤ 15 %**	> 2.660.000
Biogas aus Mais	(6)	18.730	12,5	100 %	18.730

* CO_2-Einsparung gegenüber Strommix mit 0,667 kg CO2/kWh, unabhängig vom Anbauflächenverlust;

** Vorgabe für den Erhalt der GAP-Förderfähigkeit nach GAP-Direktzahlungen-Verordnung vom 24.02.2022. Datengrundlagen: (1) Windpark-Prognose Landkreis Verden: 66 ha, 6 Anlagen x 6 MW, 108 Mio. kWh/a Prognose; (2) Planungsdaten Landkreis Heidekreis: 2,5 ha Dachfläche, 3 MWp, 850 MWh/MWp; (3) Anbieter-Angaben zu Neuanlage; (4) Referenzdaten bestehender Alt-Anlagen; (5) Anbieter-Angaben zu Neuanlage; (6) bei 50 t/ha Silomais-Ertrag (nach FNR-Daten)

Tabelle 1
Flächenbezogene Stromerträge der Erneuerbaren im Vergleich, sowie rechnerische CO_2-Einsparungen gegenüber dem konventionellen Energiemix (eigene Darstellung)

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin

Lizenziert für den Bundesverband Boden.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

- Verkabelung weitgehend oberirdisch (an den Modulen bzw. in überirdischen Kanälen aus Tonrohren o. ä.), Bodeneingriffe auf Minimum reduzieren
- rückbauoptimierte Zaunanlagen, Minimierung von Fundamenten
- Schutz vor Bodenerosion, gleichmäßige Verteilung des Regenwassers
- kein Einsatz von synthetischen Reinigungsmitteln
- keine Düngung und kein Herbizid- und Pflanzenschutzmittel-Einsatz außer bei Agri-PV-Anlagen nach GAPDZV 2022 [32]
- nach Beendigung der Nutzung für Photovoltaik vollständiger Rückbau, Wiederherstellung des Ausgangszustandes
- Monitoring möglicher Schadstoffeinträge; weitgehende Reduzierung von Schadstoffen in Modulen und Trägeranlagen
- Anpassung der Flächenstatistik, um den Anteil der PV-FFA an der Flächeninanspruchnahme quantifizieren zu können

Literatur

[1] BMUV: Naturschutz und Photovoltaik. Stand: 21.04.2021. https://www.bmuv.de/themen/naturschutz-artenvielfalt/naturschutz-biologische-vielfalt/naturschutz-und-energie/naturschutz-und-photovoltaik, abgerufen am 24.09.2022.

[2] LABO (2018): Checklisten Schutzgut Boden für Planungs- und Zulassungsverfahren Arbeitshilfen für Planungspraxis und Vollzug.

[3] DIN 19639 Bodenschutz bei der Planung und Durchführung von Bauvorhaben.

[4] DIN 18915 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Bodenarbeiten.

[5] DIN 19731 Bodenbeschaffenheit – Verwertung von Bodenmaterial.

[6] Goetzberger, A. (1981): Kartoffeln unter dem Kollektor. Sonnenenergie 3/81, S. 19–22.

[7] Goetzberger, A. & Zastrow, A. (1982): On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. Int. J. Solar Energy 1.1, 55–69.

[8] Dinesh, H. & Pearce, JM. (2016): The potential of agrivoltaic systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews 54, 299–308, https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.024.

[9] Dupraz, C.; Marrou, H.; Talbot, G. & Ferard, Y. (2011): Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: Towards new agrivoltaic schemes. Renewable Energy 36, 2725–2732, DOI: 10.1016/j.renene.2011.03.005.

[10] Weselek, A.; Ehmann, A.; Zikeli, S.; Lewandowski, I.; Schindele, S. & Högy P. (2019): Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. Agron. Sustain. Dev. 39, 35. https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3.

[11] Trommsdorff, M. (2016): An Economic Analysis of Agrophotovoltaics: Opportunities, risks and strategies towards a more efficient land use. Constitutional Economics Network Working Paper Series, ISSN No. 2193–7214, CEN Paper No. 03-2016.

[12] Schlegel, J. (2021): Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt. Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Literaturstudie, 12. November 2021, 72 S.

[13] Makaronidou, M. (2020): Assessment on the local climate effects of solar parks. 5604481 B, 237 pages. https://doi.org/10.17635/LANCASTER/THESIS/1019.

[14] Schindler, B. Y.; Blaustein, L.; Lotan, R.; Shalom, H.; Kadas, G. J. & Seifan, M. (2018): Green roof and photovoltaic panel integration: Effects on plant and arthropod diversity and electricity production. Journal of Environmental Management, 225, 288–299. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.017.

[15] Van Vooren, L.; Reubens, B.; Broekx, S.; De Frenne, P.; Nelissen, V. ; Pardon, P. & Verheyen, K. (2017): Ecosystem service delivery of agri-environment measures: A synthesis for hedgerows and grass strips on arable land, Agriculture, Ecosystems & Environment, 244, 32–51. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.015.

[16] Peschel, R.; Peschel, T.; Marchand, M. & Hauke, J. (2019): Solarparks – Gewinne für die Biodiversität. Herausgeber Bundesverband Neue Energiewirtschaft (bne) e. V., 73 S.

[17] AL-agele, H. A.; Proctor, K.; Murthy, G. & Higgins, C. (2021): A case study of tomato (Solanum lycopersicon var. Legend) production and water productivity in agrivoltaic systems. Sustainability, 13(5), 2850. https://doi.org/10.3390/su13052850.

[18] Badelt, O.; Niepelt, R.; Wiehe, J.; Matthies, S.; Gewohn, T.; Stratmann, M. & von Haaren, C. (2020): Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE). Auftraggeber: Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz.

[19] Tammaro, M.; Salluzzo, A.; Rimauro, J.; Schiavo, S. & Manzo, S. (2016): Experimental investigation to evaluate the potential environmental hazards of photovoltaic panels. Journal of Hazardous Materials, 306, 395–405. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.12.018.

[20] Piasecka, I.; Bałdowska-Witos, P.; Piotrowska, K. & Tomporowski, A. (2020): Eco-Energetical Life Cycle Assessment of Materials and Components of Photovoltaic Power Plant. Energies, 13(6), 1385. https://doi.org/10.3390/en13061385.

[21] Ebert, T. & Müller, Ch. (2011): Schadstoffe in Photovoltaik-Freiflächenanlgen – Eine Gefahr für den Boden? Bodenschutz 16, 69–74. https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2011.03.04.

[22] https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/photovoltaik/betrieb/reinigung; abgerufen am 24.09.2022.

[23] https://de.wikipedia.org/wiki/Photovoltaik#Verschmutzung_und_Reinigung; abgerufen am 24.09.2022.

[24] https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/boden_pv_tagung.pdf; abgerufen am 24.09.2022.

[25] Höper, H. (2022): Treibhausgasemissionen der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden in Niedersachsen. Geofakten 38. Hannover, LBEG. https://nibis.lbeg.de/doi/DOI.aspx?doi=10.48476/geofakt_38_1_2022.

[26] Greifswald Moor Centrum (2022): Informationspapier des Greifswald Moor Centrum zu Photovoltaik-Anlagen auf Moorböden. Stand: 03/2022. https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/Positionspapier_PV-auf-Moor_fin.pdf.

[27] Bayrisches Landesamt für Umwelt (2013): Planung und Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten. https://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_129.pdf.

[28] MLUK (2021): Vorläufige Handlungsempfehlung des MLUK zur Unterstützung kommunaler Entscheidungen für großflächige Photovoltaik-Freiflächensolaranlagen (PV-FFA). 14 S.

[29] MUKE (2018): https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Erneuerbare_Energien/Sonnenenergie/Hinweise-zum-Ausbau-von-Photovoltaik-Freiflaechenanlagen.pdf; abgerufen am 24.09.2022.

[30] ARGE Monitoring PV-Anlagen (2007): Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von Planung von PV-Freiflächenanlagen. https://www.bauberufe.eu/images/doks/pv_leitfaden.pdf; abgerufen am 24.09.2022.

[31] Battis U.; Mitschang, S. & Reidt O. (2022): Baugesetzbuch Kommentar. 15. Aufl.

[32] GAPDZV 2022: Verordnung zur Durchführung der GAP-Direktzahlungen (GAP-Direktzahlungenverordnung) vom 24.01.2022. BGBl Teil I Nr. 4, S. 139 ff.

Anschriften der Autoren/-innen

Dr. Henrik Helbig
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt
An der Fliederwegkaserne 13, 06130 Halle/Saale
Henrik.Helbig@sachsen-anhalt.de

Dr. Robin Stadtmann
Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen
Referat L2.1 Bodenschutz, Bodenkundliche Landesaufnahme
Stilleweg 2, 30655 Hannover
robin.stadtmann@lbeg.niedersachsen.de

Dr. Susanne Frey-Wehrmann
Stadt Aachen, FB Klima und Umwelt
Reumontstraße 1, 52064 Aachen
susanne.frey.wehrmann@mail.aachen.de

Burkhard Gödecke
Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (IGLU)
Bühlstraße 10, 37073 Göttingen
burkhard.goedecke@gmx.de

Prof. Dr. Andreas Henke
Tiefenbacher Rechtsanwälte
Caspar-David-Friedrich-Str. 6, 01219 Dresden
Henke@tiefenbacher.de

Prof. Dr. Karl Auerswald
Technische Universität München
Lehrstuhl für Grünlandlehre
Alte Akademie 12, 85350 Freising
auerswald@tum.de

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin