



PHOTOVOLTAIK
netzwerk

BADEN-WÜRTTEMBERG

Sonnenstrom – einfach gut!

PHOTOVOLTAIK IN DER LANDWIRTSCHAFT

SOLARENERGIE ERFOLGREICH EINSETZEN



Gefördert durch:

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	S. 03
Vom Landwirt zum Energiewirt – Die Chancen von Photovoltaik in der Landwirtschaft	S. 04
Photovoltaik vielfältig einsetzen	S. 06
Photovoltaik auf und an Gebäuden	S. 08
Freiflächen nutzen	S. 11
Interessenskonflikt in der Landwirtschaft	S. 14
Solarstrom von Gewässern	S. 15
Agri-Photovoltaik	S. 16
Wirtschaftlichkeit von Agri-Photovoltaik – Wichtige Einflussfaktoren	S. 18
Betreibermodelle	S. 22
Strom speichern	S. 24
Elektrifizierung von Maschinen und Geräten	S. 26
Kombination mit Bioenergie und Windkraft	S.28
Herausforderungen und Chancen der Photovoltaik in der Landwirtschaft	S. 30
Checkliste Photovoltaik in der Landwirtschaft	S. 31
Ansprechpartner und Weiterführende Informationen	S. 33

Diese Handreichung zeigt, wie vielfältig Photovoltaiksysteme in der Landwirtschaft genutzt werden können. Die individuelle Planung der Anlagen für den einzelnen Hof oder Betrieb ersetzt sie nicht. Das ist erfahrenen Fachleuten vorbehalten, ebenso die Installation der Systeme und ihre Wartung.

Gender-Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

EINLEITUNG

Diese Broschüre wendet sich an alle, die in der Landwirtschaft als Eigentümer von Flächen und Gebäuden tätig sind, wie sie Ihren Betrieb widerstandsfähig und weitgehend energieunabhängig machen können:

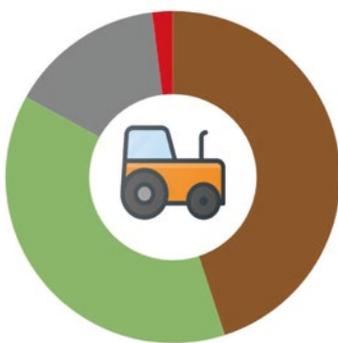
Etwa 25 % der Photovoltaikanlagen in Deutschland werden von Landwirten betrieben.¹ Dadurch gehören sie zu den führenden Investoren in der Photovoltaikindustrie und tragen damit einen wichtigen Teil zum Erreichen der Klimaschutzziele des Landes bei.² Durch die Nutzung von Photovoltaik können Betriebe nicht nur ihre Energiekosten deutlich reduzieren, sondern auch zur Nachhaltigkeit und Resilienz der regionalen Wirtschaft beitragen. In Baden-Württemberg ist ein Zubau von 4.000 MW Photovoltaik-Leistung pro Jahr notwendig³, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen. 2023 lag der Zubau bei 1.857 MW.⁴ Das Erneuerbare-Energien-Gesetz und andere regulatorische Anpassungen haben die Rahmenbedingungen verbessert, sodass Photovoltaik ein lukratives Feld für landwirtschaftliche Betriebe darstellt.

Diese Broschüre soll Ihnen Anreize geben, wie Sie Photovoltaik in der Landwirtschaft effektiv umsetzen und somit nicht nur Ihre Kosten reduzieren, sondern auch aktiv zum Klimaschutz beitragen können. Dabei werden verschiedene Varianten der Photovoltaik in der Landwirtschaft aufgezeigt, die individuell zu betrachten sind. Best Practice Beispiele helfen Ihnen dabei, von bereits umgesetzten Projekten anderer Landwirtschaftsbetriebe zu lernen. Außerdem stehen Ihnen verschiedene Fördermöglichkeiten und weitere Unterstützungsangebote zur Verfügung, die die Implementierung erleichtern und beschleunigen können. Entdecken Sie die Potenziale der Solarenergie für Ihren Betrieb und beginnen Sie heute, die Vorteile von Sonnenstrom zu nutzen.

Neben dem Solar Cluster BW und der KEA-BW stehen Ihnen bei Fragen rund um die Nutzung von Sonnenstrom auch die kompetenten Ansprechpartner der 12 regionalen Photovoltaik-Netzwerke in Baden-Württemberg beratend zur Seite. Sie finden das Netzwerk in Ihrer Region unter www.photovoltaik-bw.de.

45%

der Landfläche BWs wird von der Landwirtschaft genutzt.



Landwirtschaft (45%) Wald (38%)
Verkehr und Siedlung (15%) Rest (2%)

16%

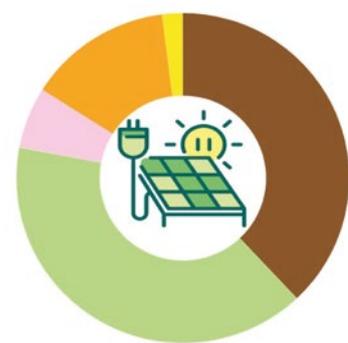
der landwirtschaftlich genutzten Fläche wird zur Herstellung von Biogas, also Energie, genutzt.



Lebensmittel (38%) Futtermittel (40%)
Sonstiges (6%) Biogas (16%)

nur 2%

der landwirt. genutzten Fläche braucht es neben den Gebäudeflächen, um den aktuellen Strombedarf BWs mit PV zu decken.



Lebensmittel (38%) Futtermittel (40%)
Sonstiges (6%) Biogas (14%)
PV-Freiflächen (2%)

Photovoltaik-Netzwerk Schwarzwald Baar Heuberg Infolyer Agri-Photovoltaik (© 2021 Photovoltaik-Netzwerke BW) .

Quelle: 2021 Photovoltaik-Netzwerke BW

¹ www.pv-magazine.de/2024/05/23/deutsche-landwirte-setzen-zur-energiegewinnung-vor-allem-auf-photovoltaik/

² DBV, PM/Stellungnahme des DBV zur Photovoltaik-Strategie des BMWK.

³ Pressemitteilung des Solar Cluster BW vom 15.01.2024 <https://solarcluster-bw.de/de/news/news-einzelansicht/suedwesten-2023-brachte-neuen-rekord-beim-photovoltaikausbau>

⁴ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft BW, 12.01.2024,

<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/presse-service/presse/pressemitteilung/pid/rekordjahr-2023-land-legt-beim-zubau-von-photovoltaik-anlagen-zu>

VOM LANDWIRT ZUM ENERGIEWIRT – DIE CHANCEN VON PHOTOVOLTAIK IN DER LANDWIRTSCHAFT

In der modernen Landwirtschaft ist es entscheidend, nachhaltige und wirtschaftlich rentable Methoden zu finden, um den Betrieb zukunftssicher aufzustellen. Die Integration von Photovoltaik bietet Landwirtschaftsbetrieben eine Vielzahl von Möglichkeiten, den Betrieb sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich zu optimieren.

Die sieben größten Vorteile der Photovoltaik

1	Energieunabhängigkeit und wirtschaftliche Stabilität	Der Einsatz von Photovoltaik ermöglicht es landwirtschaftlichen Betrieben, ihren eigenen Strom zu produzieren und dadurch die Abhängigkeit von externen Energieversorgern erheblich zu reduzieren. Dies schützt vor Preisschwankungen und Versorgungslücken auf dem Energiemarkt. Zudem werden durch den Eigenverbrauch von Solarstrom die Betriebskosten gesenkt, was zu einer schnelleren Amortisation der Investition führt.
2	Effizienzsteigerung durch technologische Integration	Photovoltaikanlagen können mit anderen modernen Technologien kombiniert werden, wie zum Beispiel mit automatisierten Bewässerungssystemen oder Klimakontrollsystemen in Gewächshäusern. Diese Integration reduziert den Wasser- und Energiebedarf und steigert gleichzeitig die Produktivität der landwirtschaftlichen Prozesse.
3	Effiziente Nutzung aller verfügbaren Flächen	Photovoltaikanlagen lassen sich sowohl auf Dächern von landwirtschaftlichen Gebäuden als auch auf Freiflächen installieren. Besonders interessant für wertvolle landwirtschaftliche Böden ist die Agri-Photovoltaik, bei der Solarmodule über Anbauflächen installiert werden, sodass gleichzeitig Nahrungsmittel und Strom erzeugt werden können.
4	Schutz landwirtschaftlicher Flächen	Die Installation von Solaranlagen kann dazu beitragen den Boden vor negativen Auswirkungen zu schützen. Als Agri-Photovoltaik-Anlagen spenden sie empfindlichen Kulturen Schatten, mindern Feuchteschwankungen in den Böden und verringern den Bedarf an Wasser und Herbiziden. Solare Zäune können zudem die Erosion durch Wind verhindern.
5	Kosteneffizienz und Ertragssicherheit	Die Photovoltaiktechnologie ist heute so weit entwickelt, dass sie im Vergleich zu anderen Energiequellen sowohl kostengünstiger als auch praktischer ist. Auf Gebäuden installierte Photovoltaikmodule erzeugen Strom zu Kosten von etwa sechs bis neun Cent (Süddeutschland) pro Kilowattstunde, während größere Freilandanlagen den Strom sogar zu noch günstigeren Konditionen zwischen vier und fünf Cent pro Kilowattstunde liefern können. ⁵

TIPP

FÖRDERPROGRAMME UND FINANZIERUNGSMÖGLICHKEITEN

Prüfen Sie Förderprogramme und Finanzierungsmöglichkeiten, z. B. mit der Förderdatenbank der KEA-BW: www.kea-bw.de/foerderdatenbank. Eine gründliche Beratung durch Experten kann Ihnen helfen, die besten Optionen für Ihren Betrieb zu finden. Sprechen Sie auch mit Landwirten, die bereits erfolgreich Photovoltaik in ihren Betrieben integriert haben. Deren Erfahrungen können Ihnen wertvolle Einblicke und praktische Ratschläge bieten.

6

Nachhaltigkeit und Umweltschutz

Photovoltaik hilft als erneuerbare Energiequelle, den CO₂-Fußabdruck der Landwirtschaft deutlich zu reduzieren. Durch die Nutzung von Solarenergie anstelle fossiler Brennstoffe fördern Landwirte nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken und leisten einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz. Noch wichtiger ist allerdings die Förderung der Biodiversität. Flächen, auf denen Photovoltaikmodule stehen, werden oft nicht mehr gedüngt und gespritzt. In der Folge finden sich dort deutlich mehr Pflanzen- und Tierarten. Eine hohe Biodiversität, eine gesunde Umwelt wiederum sorgen für einen gesunden Landwirtschaftsbetrieb: Artenreiche Flächen sind biologisch stabiler, weniger Extremwetterereignisse bedeuten weniger Ernteausfälle und weniger zusätzliche Investitionen. All diese Maßnahmen tragen nicht zuletzt auch dazu bei, das Ansehen des Betriebs als umweltfreundlich und zukunftsorientiert zu stärken.

7

Zusätzliche Einkommensquelle durch Stromvermarktung

Landwirte haben die Möglichkeit, durch die Einspeisung von Energie aus Photovoltaikanlagen ins öffentliche Stromnetz zusätzliche Einnahmen zu erzielen. Eine Option, die Wirtschaftlichkeit des Betriebs zu verbessern. Besonders die Direktvermarktung von Strom an Gemeinden, regionale Versorger oder an Fahrer von Elektrofahrzeugen bietet Potenzial für höhere Erlöse. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass die Höhe der Einspeisevergütungen und Marktpreise Schwankungen unterliegt und sich die Rentabilität dadurch verändern kann. Zudem erfordert die Direktvermarktung eine sorgfältige Planung und gegebenenfalls zusätzliche organisatorische Maßnahmen. Dies kann den Verwaltungsaufwand erhöhen, aber auch neue wirtschaftliche Chancen erschließen.⁶

PRAXISBEISPIEL: ENERGIELANDWIRT WOLFRAM WIGGERT VOM HASLACHHOF

Seit 2003 betreibt der Haslachhof eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft nach Bioland-Richtlinien. Futterpflanzen wie Luzerne-Klee-Gras werden in der Biogasanlage und im Stall genutzt. Die Gärreste dienen als Dünger und schließen den Nährstoffkreislauf. Der Haslachhof setzt auf drei Standbeine: Im Ackerbau und Grünland wird mit einer neunjährigen Fruchtfolge und dem Anbau trockenresistenter Kulturen wie Quinoa und Hanf auf 500 Hektar nachhaltig gewirtschaftet. Die Energieerzeugung erfolgt durch ein Blockheizkraftwerk, das seit 2020 den Strombedarf von 4.000 Einwohnern deckt und Wärme ins Nahwärmenetz einspeist; ergänzt wird dies durch Photovoltaikanlagen. In der Mutterkuhhaltung werden 35



Quelle: Haslachhof

Hinterwälder-Mutterkühe mit einem Wagyu-Zuchtbullen artgerecht gehalten, wobei das Fleisch direkt vermarktet wird. Der Haslachhof fördert Biodiversität mit Projekten wie dem Blühpaten-Projekt und der Teilnahme am NaPA-Projekt. Weitere Infos unter www.haslachhof.de.

⁶ Auf unserer Homepage unter www.photovoltaik-bw.de/themen/power-purchase-agreements finden Sie weitere Informationen zu unterschiedlichen Strom-Vermarktungskonzepten.

PHOTOVOLTAIK VIELFÄLTIG EINSETZEN

Photovoltaiksysteme bieten vielfältige Möglichkeiten für landwirtschaftliche Betriebe. Neben klassischen Installationen auf Dächern von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden können Solaranlagen auch auf Scheunen, Maschinenhallen oder Freiflächen montiert werden. Besonders Agri-Photovoltaiksysteme, die Solarenergie mit landwirtschaftlicher Nutzung kombinieren, gewinnen zunehmend an Bedeutung. Neben der Stromerzeugung schützen diese Systeme Pflanzen und Tiere vor extremen Wetterbedingungen. Zudem bieten Solar-Carports mit Elektrotankstellen eine attraktive Möglichkeit, den Fuhrpark zu versorgen oder zusätzliche Einnahmen durch öffentliche Nutzung zu generieren. Dies steigert auch die Attraktivität von Höfen mit touristischen Angeboten.



Quelle: solmotion project GmbH

Die **größte Agri-Photovoltaikanlage Deutschlands in Schlier** erstreckt sich über 14 Hektar an drei Standorten und kombiniert Landwirtschaft mit Stromerzeugung. Die 10 MW_p-Anlage, finanziert von fünf Bürgern sowie Landwirten, wurde von der solmotion project GmbH gebaut. Die Solarmodule stehen 3 Meter hoch und 14 Meter auseinander, um Platz für landwirtschaftliche Maschinen zu lassen. Sie können zur Ernte zur Seite gekippt werden. Derzeit wachsen unter den Modulen Grünfutter und Buchweizen, ab Herbst Brotweizen, Hafer und Dinkel. Der Verlust von 15 % Anbaufläche wird durch den Stromertrag ausgeglichen. Die 9 Millionen Euro teure Anlage ist ein Musterbeispiel für die Kombination von Ackerbau und Photovoltaik.



Quelle: Philipp Stieffenhofer, Hochschule Geisenheim University

Die **Hochschule Geisenheim** hat in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und sbp sonne den Prototyp „VitiCULT Photovoltaikmobil“ entwickelt – eine mobile Agri-Photovoltaikanlage, die Weinbau mit Solarstromerzeugung kombiniert. Die Anlage bietet flexiblen Schutz für Reben durch schatten spendende Module, die bei starkem Wind automatisch in ein Schutzgehäuse zurückfahren. Während sbp sonne das technische Konzept und die Konstruktion beisteuerte, brachte das Fraunhofer ISE seine Expertise in Agri-Photovoltaik ein. Die 4,35 kW_p starke Anlage, die 2024 in Betrieb ging, deckt eine Fläche von 90 m² ab und liefert jährlich 4.000 kWh. Unterstützt durch die BMBF-Fördermaßnahme „KMU-innovativ“, fördert das Projekt nachhaltige Lösungen für Klimaresilienz und Pflanzenschutz.



Quelle: Fraunhofer ISE

Hagelschutznetze werden häufig im Obstbau verwendet. Sie müssen regelmäßig ausgebessert und getauscht werden – Kosten ohne zusätzlichen Nutzen. Dabei lassen sie sich auch sehr gut durch PV-Module ersetzen. Solch eine Obst-Agri-PV-Anlage hat damit neben der Stromproduktion auch eine Schutzfunktion.



Quelle: Fraunhofer ISE

Am **Standort Kressbronn** wurde die Agri-Photovoltaikanlage in eine bestehende Apfelanlage (Sorte: Gala) integriert. Die Anlage hat 230 kW_p Leistung, verteilt auf 0,5 Hektar, die knapp 1.000 Photovoltaikmodule nutzt. Diese Anlage verwendet unterschiedliche Glas-Glas Modultypen, die ausreichend Licht – 40 bis 51 % – für die Bäume durchlassen. Der Anbau von Apfelbäumen unter Photovoltaikanlagen erfordert etwa 1,3 Hektar Fläche pro Megawatt installierter Leistung. Derzeit befinden sich diese Anlagen in Deutschland noch im Stadium von Forschungsprojekten und Pilotanlagen. Neben Äpfeln können auch Beerenfrüchte sowie Kern- und Steinobst unter PV-Modulen angebaut werden. Weitere Sonderkulturen wie Tomaten, Paprika und Bohnen sind ebenfalls möglich. Eine der innovativen Anwendungen dieser Technologie ist der Ersatz von Folientunneln und Hagelnetzen, was zu weniger Aufwand und Müll führt.



Quelle: EARF / Johannes Jung/Ort: Ihringen

Die **neu errichtete Agri-Photovoltaikanlage** der Intech GmbH & Co. KG am Blankenhornsberg **in Ihringen** wird im Rahmen des RegioWIN2030-Projekts Weinbau 4.0 vom Land Baden-Württemberg und dem EFRE gefördert. Die für zehn Jahre genehmigte Anlage hat den Forschungsauftrag, die Entwicklung der Reben unter Sonnen- und Hagelschutz zu beobachten. Parallel dazu wird sie eine beträchtliche Menge Strom erzeugen. Wissenschaftler des Staatlichen Weinbauinstituts Freiburg untersuchen dabei die Leistungsfähigkeit der Anlage sowie ihren Einfluss auf Ertrag und Qualität der Weine.



Quelle: Gsun GmbH – Vino Photovoltaik in Freiburg

Das **neuartige Agri-Photovoltaiksystem über Weinreben** ermöglicht eine doppelte Nutzung der Fläche: Oben wird mit 300 kW_p Strom erzeugt, während unten auf etwa 3.500 m² Wein angebaut wird. Dies schützt die Trauben in der Region südlich von Freiburg vor Sonnenbrand und verschiebt die Erntezeit in den kühleren Oktober, was die Weinmenge erhöht. Die Verkabelung ist in der Höhe angebracht, sodass die Anlage nicht eingezäunt werden muss. Zusätzlich dient eine angrenzende Referenzfläche von 1.500 m² zur späteren Untersuchung ohne Photovoltaikmodule.^{7,8}

⁷ Bodensee-Stiftung/Vedel, Dimitri/Solarpotentiale für die Landwirtschaft?
⁸ Photovoltaiknetzwerk Baden-Württemberg

PHOTOVOLTAIK AUF UND AN GEBÄUDEN

In der Landwirtschaft sind große Dachflächen auf Ställen, Scheunen und Lagerhallen prädestiniert für die Installation von Solarmodulen. Gerade in Bezug auf die Flächenkonkurrenz ist es besonders naheliegend, möglichst viele Dächer für die Photovoltaikinstallation zu nutzen. Dies ist vielerorts bereits ein gängiges Bild. Schrägdächer erlauben die dachparallele Installation der Solarmodule ohne spezielle Aufständigung. Muss das Dach saniert werden, stellt sich die Investition deutlich günstiger dar, wenn es nach der Sanierung elektrischen Strom liefert. Die Sanierung von Dächern mit Asbestbelastung ist aufgrund der strengen Vorschriften besonders aufwendig. Wird das Dach mit Solarmodulen veredelt, kann sich diese Investition innerhalb weniger Jahre bezahlt machen.



Kaum zu sehen: Dachintegrierte Photovoltaik bei einem Neubau.

Quelle: Plattform Erneuerbare Energien BW e.V.

Vor der Installation ist die Dachstatik zu prüfen. Ist das Dach tragfähig, bietet der Markt mittlerweile für jede Konstruktion – auch für regionale Besonderheiten – zuverlässige Unterkonstruktionen an. Der Markt bietet Lösungen für fast alle Anforderungen an die Aufstellung bzw. Befestigung der Solarmodule an. Sogar Auflagen des Denkmalschutzes lassen sich mit unauffälligen solaren Elementen – solaren Dachziegel oder solaren Paneelen – erfüllen. Es gibt zum Beispiel farbige Dachsteine, die klassischen Bauprodukten ähneln und gleichzeitig sauberen Strom liefern. Zu beachten ist hier aber, dass solche solare Sonderformen oft kostspielig sind (Stand August 2024).

PRAXISBEISPIEL: EIN PHOTOVOLTAIK-BOTSCHAFTER AUS OSTWÜRTTEMBERG

Der Erlenhof in Heubach-Buch setzt neben der Landwirtschaft auf erneuerbare Energien wie Biogas und Photovoltaik. Die erste Photovoltaik-Anlage des Hofes mit 30 kW_p wurde 2003 installiert, gefolgt von einer weiteren Anlage mit 207 kW_p im Mai 2022. Karl Grötzinger hebt hervor, dass die Photovoltaik -Anlage von 2003 eine der besten Investitionen war. Die Familie ist überzeugt, dass sich Investitionen in erneuerbare Energien sich lohnen.



Quelle: Photovoltaik-Netzwerk BW/ Kuhnle & Knödler

INFO

WIRTSCHAFTLICHE KENNZAHLEN EINER PHOTOVOLTAIK-DACHANLAGE

Kosten: Ca. 900 – 1.600 €/kW_p netto (Preis sinkt mit zunehmender Anlagengröße und bei einfacher Installation, Stand August 2024)

Flächenbedarf: Ca. 5,5 – 6 m² Fläche pro 1 kW_p

Betriebskosten: Jährlich ca. 1,2 % der Investitionskosten

Stromertrag: Ø 1.100 kWh pro installiertem kW_p und Jahr (Dachneigung: 30°, Ausrichtung: Süd, Region: Baden)

Stromgestehungskosten: Ø 5,7 – 8,8 ct/kWh in Süddeutschland, Stand August 2024⁹

Haushaltsstrompreis: Ø 30 – 40 ct/kWh

Einspeisevergütung: 8,03 ct/kWh (Überschusseinspeisung bei Aufdach-Anlagen bis 10 kW_p) 6,95 ct/kWh (Überschusseinspeisung bei Aufdach-Anlagen bis 40 kW_p), Stand August 2024

Industriestrompreis: Ø 16,99 ct/kWh für kleine bis mittlere Industriebetriebe (inkl. Stromsteuer). Stand Aug. 2024¹⁰

HINWEISE ZUR AUSRICHTUNG

Bei der Planung von Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben spielt die Ausrichtung eine entscheidende Rolle für die Wirtschaftlichkeit und Anpassung an den betrieblichen Bedarf.

Eine Ost-West-Ausrichtung eignet sich besonders für Milchviehbetriebe, da die Stromerzeugung den Arbeitszeiten auf dem Hof entspricht – die höchsten Erträge werden am Morgen und am späten Nachmittag erzielt, wenn in der Regel die Melkzeiten liegen. Durch diese Ausrichtung kann die Stromproduktion optimal auf den Betriebsablauf abgestimmt und der Eigenverbrauch maximiert werden, da beide Dachflächen genutzt werden und eine gleichmäßige Verteilung über den Tag erreicht wird.



Agrarhandel Wirth in Illertissen. Dach- und Fassaden-Photovoltaik.

Quelle: Photovoltaik -Netzwerk Baden-Württemberg

Im Gegensatz dazu liefert eine Südausrichtung den höchsten Ertrag zur Mittagszeit – optimal für Betriebe, die zu dieser Zeit viel Energie benötigen. Durch eine angepasste Ausrichtung der Anlage lässt sich somit der Eigenverbrauch steigern und die Rentabilität verbessern. In Anbetracht möglicher zukünftiger Marktregelungen, wie die Diskussion um Nullvergütung bei negativen Strompreisen, kann eine Ausrichtung am tatsächlichen Betriebsbedarf langfristig wirtschaftliche Vorteile bieten.

Fassaden bieten meistens deutlich mehr Fläche als die Dächer. Dennoch wird ihr Potential oft unterschätzt. Fassadenanlagen erzeugen nur etwa 70 bis 80 Prozent des Stroms optimal ausgerichteter Dachanlagen. Der Grund: Vertikal montierte Module sind nicht optimal zur Sonne ausgerichtet. Dennoch können die großen Fassadenflächen diesen Nachteil ausgleichen. Zudem sind Solarfassaden bei tiefem Sonnenstand im Winter im Vorteil. Außerdem wirft der Schnee mitunter einen beträchtlichen Teil des Sonnenlichts zurück (Albedo-Effekt). Während Solardächer im Winter nur wenig Energie liefern, kann der Solarertrag von Fassaden beträchtlich sein. Preiswerter Sonnenstrom im Winter ist der Grund, warum in der Schweiz sehr viele Solarfassaden gebaut werden. Zu beachten ist jedoch, dass das Montagesystem der Fassaden-Photovoltaik teurer ist als das der Photovoltaikanlage auf Dächern. Dadurch ist Fassaden-Photovoltaik je nach Konstruktion um rund 25–70 % teurer als eine Aufdachanlage.¹¹

Nähere Informationen zum Thema Gebäudeintegrierter Photovoltaik sind im Leitfaden der Initiative für Bauwerkintegrierte Photovoltaikanlagen (BIPV) zu finden.¹³

Wie kann die Photovoltaikanlage finanziert werden?

Die optimale Finanzierung einer Photovoltaikanlage erfolgt durch Eigenkapital, sofern dieses verfügbar ist. Doch auch bei einer Finanzierung über eine Bank müssen Sie sich dank der Unterstützung durch die KfW keine Sorgen über hohe Zinsen machen. Um einen solchen Kredit zu beantragen, benötigen Sie einen Finanzierungs-

partner, wie beispielsweise eine Geschäftsbank, Sparkasse oder Genossenschaftsbank, der den KfW-Kredit für Sie in die Wege leitet. Photovoltaikanlagen auf/an Gebäuden sind wirtschaftlich. Die Rentabilität hängt jedoch von individuellen Standortfaktoren ab, und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung hilft, die potenzielle Rendite durch Gegenüberstellung von Kosten und Einnahmen abzuschätzen.

PHOTOVOLTAIK-RECHNER

Für eine erste Orientierung über die Höhe der Kosten und des Ertrags nutzen Sie einen der Photovoltaik-Rechner, die online kostenlos angeboten werden. Beispielsweise den Photovoltaik-Rechner der DGS oder der HTW Berlin.¹²

TIPP

¹¹ Berechnungen des ZSW; s. auch <https://bipv-bw.de/c-bipv-im-planungsprozess/c2-2-wirtschaftlichkeit/>

¹² <https://bipv-bw.de/>

¹³ PV-Rechner der DGS: www.dgs.de/service/dgs-pv-stromkostenrechner/ der HTW Berlin: <https://solar.htw-berlin.de/rechner/>

DIE RICHTIGE VERSICHERUNG

Achten Sie auch auf die Wahl der richtigen Versicherung! Insbesondere Scheunen haben ein erhöhtes Brandrisiko. Lassen Sie sich unbedingt von einer Fachperson für Versicherungen beraten, um optimalen Schutz für Ihre Photovoltaikanlage und Ihre landwirtschaftlichen Gebäude zu gewährleisten.

Rechtliches und Förderungen für Photovoltaikanlagen auf/an Gebäuden in der Landwirtschaft

EEG: Das EEG regelt die Vergütung für den ins Netz eingespeisten Strom, wobei die Höhe abhängig von der Größe der Anlage und dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme ist.¹⁴

Baurecht: Im Baurecht sind kleinere Photovoltaikanlagen auf bestehenden Gebäuden meistens genehmigungsfrei. Bei denkmalgeschützten Gebäuden und eventuell auch bei größeren Anlagen wird jedoch eine Genehmigung benötigt. In Baden-Württemberg besteht bei einer grundlegenden Dachsanierung oder Neubau unter bestimmten Voraussetzungen zudem eine Photovoltaik-Pflicht. Diese betrifft auch Nichtwohngebäude wie z.B. Scheunen. Weitere Informationen und Details zur Umsetzung finden Sie im Praxisleitfaden des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.¹⁵ Am besten

informieren Sie sich bei der zuständigen Baubehörde, um sicherzustellen, dass alle rechtlichen Anforderungen erfüllt sind.

Steuerrecht: Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Hofstellen sind unter bestimmten Bedingungen, nach dem Einkommensteuergesetz, steuerfrei. Anlagen auf einem Einfamilienhaus, die privat betrieben werden, sind bis 30 kW_p steuerbefreit, darüber hinaus steuerpflichtig. Bei Hofstellen mit mehreren Gebäuden (z.B. Wirtschaftsgebäude, Stallungen) können Photovoltaikanlagen addiert werden, wobei jede Nutzungseinheit (z.B. landwirtschaftlicher Betrieb, Hofcafé) bis zu 15 kW_p steuerfrei bleibt. Hat eine Person mehrere Anlagen, dürfen diese die Summe von 100 kW_p nicht überschreiten. Da die Regelungen komplex sein können und individuelle Faktoren eine Rolle spielen, sollte bei solchen Fragen immer eine Fachperson hinzugezogen werden.

BEISPIELRECHNUNG ZUR STEUERBEFREIUNG FÜR PV-DACHANLAGEN EINES LANDWIRTS

Landwirt Karl Bauer betreibt mehrere PV-Anlagen, die steuerlich begünstigt sein könnten:

Anlage 1: Auf dem Wohnhaus mit einer Leistung von 28 kW_p – steuerfrei, da sie die Freigrenze von 30 kW_p für Einfamilienhäuser nicht überschreitet.

Anlage 2: Auf einem Stallgebäude mit 25 kW_p – ebenfalls steuerbefreit, da sie unter der 30 kW_p-Grenze für Nebengebäude bleibt.

Anlage 3: Auf einem vermieteten Mehrfamilienhaus mit vier Wohnungen und einer Leistung von 48 kW_p – steuerfrei, da für Mehrfamilienhäuser eine Leistung von 15 kW_p pro Wohneinheit möglich ist, was in diesem Fall bis zu 60 kW_p erlaubt.

Jede Anlage ist für sich betrachtet steuerbefreit. Die Anlagen zusammen erreichen jedoch eine Gesamtleistung von 101 kW_p (28 kW_p + 25 kW_p + 48 kW_p) und überschreiten somit die 100 kW_p-Grenze für die vereinfachte Steuerbefreiung. Dadurch entfällt die Steuerbefreiung, und die Einkünfte aus allen Anlagen sind steuerpflichtig. Wäre die Summe von 100 kW_p nicht überschritten, wären alle Anlagen steuerbefreit.

Abwandlung des Beispiels:

Wäre Anlage 1 auf dem Wohnhaus stattdessen mit 34 kW_p Leistung installiert, würde sie nicht mehr unter die 30 kW_p-Freigrenze fallen und somit steuerpflichtig sein. Da sie durch diese Leistung jedoch aus der vereinfachten Steuerregelung herausfällt, wird sie nicht zur Gesamtleistung der übrigen Anlagen hinzugerechnet. Die restlichen Anlagen – also Anlage 2 (25 kW_p) und Anlage 3 (48 kW_p) – würden dann in Summe nur 73 kW_p erreichen, was unter der 100 kW_p-Grenze bleibt. Diese beiden Anlagen wären daher weiterhin steuerbefreit.

Tipp: Ehegatten können jeweils eigene begünstigte Photovoltaikanlagen betreiben.

Beispiel in Anlehnung an: www.wochenblatt-dlv.de/feld-stall/energie/solaranlage-steuer-befreien-diesen-tipps-funktioniert-574436

¹⁴ Übersicht über die aktuellen Vergütungssätze <https://www.heider-energie.de/elektrizitaetswerk/eeg-kwk-g/verguetungssaetze>

¹⁵ <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/presse-service/publikation/did/praxisleitfaden-zur-photovoltaikpflicht>

FREIFLÄCHEN NUTZEN

Baden-Württemberg hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 eine installierte Photovoltaikleistung von mindestens 24.600 MW_p zu erreichen. Um dieses Ziel zu verwirklichen und den jährlichen Zubau an Photovoltaikanlagen signifikant zu steigern, bedarf es einer Nutzung sowohl von Dach- also auch von Freiflächenanlagen. Dabei sollen etwa zwei Drittel der neuen Anlagen auf Dächern und ein Drittel auf Freiflächen realisiert werden.

Diese Regelungen sorgen dafür, dass landwirtschaftliche Flächen verantwortungsvoll genutzt werden, während der Ausbau der Solarenergie weiter voranschreitet. Die einfachste Art, große Flächen für Solaranlagen zu erschließen, sind Solarparks auf Flächen, die ohnehin kaum eine andere Nutzung zulassen. Dazu gehören Brachen, stillgelegte oder minderwertige Ackerflächen oder ehemalige Grubenareale aus dem Bergbau, die ein Landwirt zur Rekultivierung übernommen hat. Im Gegensatz zu Agri-Photovoltaik wird auf diesen Flächen dann keine Landwirtschaft betrieben. Solarparks bieten eine kostengünstige Möglichkeit zur Stromerzeugung mit hoher Flächeneffizienz. Zusätzlich kann ein 10 MW starker Solarpark jährlich etwa 6.300 Tonnen CO₂-Äquivalente einsparen und leistet damit einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz.¹⁶ Die Flächenversiegelung bleibt unter 1 % und ist damit minimal. Solarparks bieten eine attraktive Einnahmequelle und ermöglichen die Beteiligung von Kommunen sowie Bürgern.

Zulässige Flächen für Solarparks in Baden-Württemberg

Idealerweise sollen Flächen mit geringem Wert einer neuen Nutzung zugeführt werden. Dabei gilt stets, dass Solarparks keine wertvolle landwirtschaftliche Nutzfläche verdrängen sollten. Die zulässige Flächenkulisse hat das Umweltministerium von Baden-Württemberg auf seiner Website veröffentlicht.¹⁷ Solaranlagen dürfen auf Acker- und Grünlandflächen in sogenannten benachteiligten landwirtschaftlichen Gebieten errichtet werden, wobei die Leistung der Anlagen bis zu 100 Megawatt betragen kann. Ein weiteres großes Potenzial bieten Flächen entlang von Straßen, Autobahnen und Bahntrassen. Gemäß EEG 2023 sind Freiflächen-Photovoltaikanlagen in einem Korridor von bis zu 500 Metern entlang dieser Verkehrswege förderfähig. Innerhalb der ersten 200 Meter können die Anlagen sogar ohne Bebauungsplan genehmigt werden. Auch Konversionsflächen wie Deponien, versiegelte Flächen und Industriebrachen dürfen für Solarparks genutzt werden.¹⁸ Um den Netzanschluss solcher Anlagen zu gewährleisten, müssen bestimmte Vorschriften eingehalten werden. Es steht den Landwirten frei, ihre Flächen an Entwickler von Solarprojekten zu verpachten, anstatt selbst als Betreiber aufzutreten. Diese Verpachtungen sind langfristig abgesichert, da

die erzeugte Solarenergie kontinuierlich Ertrag liefert. Der Badische Landwirtschaftliche Hauptverband e. V. (BLHV) bietet durch eine Tochterfirma Unterstützung bei der Umsetzung von Freiflächen-Photovoltaik-Projekten, die auf die Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Betriebe abgestimmt sind.

In Kürze: Zulässige Flächen für Freiflächenanlagen in Baden-Württemberg

- **Acker- und Grünlandflächen** in benachteiligten landwirtschaftlichen Gebieten, mit einer installierten Leistung zwischen 1 MW und 100 MW
- **Korridor von 500 m** entlang von Autobahnen und Schienenwegen, wobei die ersten 200 m privilegiert und ohne Bebauungsplan genehmigungsfähig sind
- **Konversionsflächen** wie Deponien, versiegelte Flächen und Industriebrachen

In Kürze: Flächen, auf denen Freiflächen-Photovoltaik i.d.R. nicht zulässig ist

- **Naturschutzgebiete:** Photovoltaikanlagen sind in Naturschutz-, Landschaftsschutz- und FFH-Gebieten in der Regel verboten
- **Wertvolle landwirtschaftliche Flächen:** Besonders fruchtbare Böden sind häufig von Freiflächen-Photovoltaik ausgeschlossen, um die Nahrungsmittelproduktion zu schützen
- **Kulturell/historisch bedeutsame Flächen:** Denkmalschutzgebiete und historische Stätten unterliegen strengen Auflagen. Die Genehmigung erfolgt im Einzelfall unter Berücksichtigung regionaler Vorschriften.

Eine gute Übersicht über geeignete (und durch das EEG geförderte) Flächen bietet der „Energieatlas Baden-Württemberg“ sowie das entsprechende Hinweisschreiben der Landesregierung an die kommunalen Planungsträger.

Naturschutzfachliche Mindestkriterien für Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Um eine EEG-Förderung zu erhalten, muss der Betreiber der Photovoltaikanlage aus einem Katalog von fünf naturschutzfachlichen Mindestkriterien wenigstens drei erfüllen. Ein Wechsel zwischen den Kriterien während der Betriebszeit ist möglich, solange jederzeit mindestens drei

¹⁶ Solar-Cluster Baden-Württemberg

¹⁷ www.energieatlas-bw.de/sonne/freiflaechen/benachteiligte-gebiete-in-baden-wuerttemberg

¹⁸ Eine gute Kurzübersicht bietet auch das „Infoblatt: Solarparks“ auf der Homepage des Photovoltaik-Netzwerk BW unter: www.photovoltaik-bw.de/themen/photovoltaik-freiflaechen

Kriterien erfüllt werden. Der Netzbetreiber ist über einen Wechsel zu informieren. Soweit die naturschutzfachlichen Mindestkriterien im Einzelfall dazu geeignet sind, können sie als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen berücksichtigt werden. Die Mindestkriterien enthalten Vorgaben zum maximalen Bedeckungsgrad, zur biodiversitätsfördernden Aufwertung sowie zur Pflege der Fläche, zur Durchgängigkeit für Tierarten und zur Verwendung von Reinigungsmitteln für die Module.

Der Leitfaden des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz „Naturschutzfachliche Mindestkriterien bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen“¹⁹ stellt eine Anleitung zur Verfügung, wie die rechtlich verbindlichen Anforderungen²⁰ erfüllt und somit die Potenziale des gleichzeitigen Naturschutzes ausgeschöpft werden können.

Wichtig ist dabei auch die kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Maßnahmen. Naturschutzfachlich wertvolle Flächen sind dynamisch, und die dort vorkommenden Arten sowie die Vegetation ändern sich im Laufe der Zeit. Regelmäßige Beobachtung der Vegetations- und Tierbestände stellt den Erfolg der naturschutzfachlichen Maßnahmen sicher bzw. zeigt, wo sie gegebenenfalls anzupassen sind. Durch eine naturschutzfachlich fundierte Planung, extensive Pflegekonzepte und die Schaffung von zusätzlichen Habitaten können diese Anlagen zu wertvollen Lebensräumen für viele Arten werden. Die naturschutzfachlichen Mindestkriterien stellen sicher, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien mit den Zielen des Naturschutzes in Einklang gebracht wird. So kann die doppelte Herausforderung, Klima- und Artenschutz, gemeinsam angegangen werden. Beispiele und Hinweise für die Umsetzung von BioDiv-Solarparks finden Sie unter anderem auf www.gute-Solarparks.de oder im PV-Netzwerk.

Bedeutung der Biodiversität auf Photovoltaik-Freiflächen

Biodiversität, also die Vielfalt an Arten und Lebensräumen, ist ein zentraler Baustein für das Gleichgewicht von Ökosystemen. Das Spannungsfeld „landwirtschaftlich intensiv genutzte Flächen – Artenvielfalt“ ist gut bekannt. Photovoltaik-Freiflächen bieten hier die Chance, naturschutzfachlich wertvolle Lebensräume zu schaffen und so die Biodiversität zu fördern. Durch geeignete Maßnahmen können Photovoltaik-Freiflächen zu Rückzugsgebieten für bedrohte Arten und ökologisch wertvolle Biotope werden. Allerdings könnte der Fläche theoretisch der Verlust des Ackerstatus drohen, wenngleich hierfür aktuell keine Rechtsgrundlage besteht: Wenn sich während des Betriebs der PV-Anlage schützenswerte Biotope entwickeln oder Arten ansiedeln, ist noch nicht final klar, wie die

Beurteilung der Fläche nach dem Rückbau der PV-Anlage ausfällt. Es ist auf jeden Fall möglich, die Flächenumwidmung im Zuge des baurechtlichen Verfahrens zu befristen und die Nachnutzung festzulegen. Welche Entscheidung durch die Begutachtung der Fläche nach den 20-30 Jahren der PV-Nutzung getroffen wird, ist heute freilich nicht vorherzusagen.

Rechtliches und Förderungen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in der Landwirtschaft

Die rechtlichen Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten sind komplex und erfordern sorgfältige Planung.

Baurecht: Mit der LBO-Novelle 2025 werden Freiflächen-Photovoltaikanlagen verfahrensfrei: Es wird keine Baugenehmigung mehr benötigt. Die Verantwortung liegt bei den Bauherren; ein Vorbescheid-Verfahren ist möglich. Oft benötigen Freiflächen-Photovoltaikanlagen eine Änderung des Flächennutzungsplans, da sie nicht als privilegierte Vorhaben nach § 35 BauGB gelten. Ausnahmegenehmigungen sind in benachteiligten landwirtschaftlichen Gebieten möglich. Es ist ratsam, frühzeitig mit den lokalen Behörden die baurechtlichen Anforderungen abzuklären.

Steuerrecht/Erbrecht: Der Bau von Photovoltaikanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen kann steuerliche Folgen haben, insbesondere bei der Erbschafts- und Schenkungssteuer. Flächen, die für Photovoltaikanlagen genutzt werden, zählen nicht mehr zum landwirtschaftlichen Vermögen und werden dem nicht begünstigten Grundvermögen zugeordnet, was zu höheren Steuerlasten führen kann. Besonders im Erbrecht ist Vorsicht geboten. Wenn ein Hoferbe Flächen an ein Photovoltaik-Unternehmen verpachtet, kann die Erbschafts- und Schenkungsteuer innerhalb der fünf- bzw. siebenjährigen Behaltensfrist rückwirkend anfallen. Es gibt bereits Lösungsmöglichkeiten hierfür; sprechen Sie Ihr regionales PV-Netzwerk oder eine andere Fachperson an, um diese Aspekte rechtzeitig zu klären.

Förderung nach dem EEG: Das EEG regelt die feste Einspeisevergütung über 20 Jahre für Strom aus erneuerbaren Energien, wobei einige Kriterien (s.o.) erfüllt sein müssen. Der anzulegende Wert liegt Stand April 2025 bei 6,79 ct/kWh bei Anlagen bis 1.000 kW (siehe Bundesnetzagentur – EEG-Förderung und -Fördersätze). Förderfähig sind z.B. Konversionsflächen und Flächen entlang von Autobahnen. Anlagen können aber auch außerhalb des EEG gebaut werden, wobei in diesem Fall der erzeugte Strom beispielsweise über langfristige

Stromabnahmeverträge (PPAs) direkt an Stromabnehmer verkauft wird.²¹

Solarspitzengesetz: Seit dem 25. Februar 2025 erhalten neu installierte steuerbare PV-Anlagen für die Stunden negativer Börsenstrompreise keine EEG-Vergütung mehr. Ein fairer Mechanismus regelt die anzuhängende Vergütungszeit nach Ablauf von 20 Jahren Betriebszeit: PV-Anlagen mit RLM (registrierende

Lastgangmessung) oder iMSys (intelligentes Messsystem) erhalten bei Abregelung wegen negativer Börsenstrompreise eine nachträgliche Ausfallentschädigung. Durch die Gesetzesänderung dürfen nun auch bestehende, ausgelastete Netzverknüpfungspunkte „überbaut“ werden; eine Nutzung durch mehrere Anlagenbetreibende ist möglich. Bestandsanlagen mit Inbetriebnahme vor Inkrafttreten des „Solarspitzengesetz“ genießen „Bestandsschutz“.

PRAXISBEISPIEL: PHOTOVOLTAIK-FREIFLÄCHENANLAGE IN DER LANDWIRTSCHAFT

Die Photovoltaik-Freiflächenanlage in Ernsbach im Hohenlohekreis ist ein Vorzeigeprojekt, das in nur einem Jahr von der Idee zur Inbetriebnahme führte. Auf 1,4 Hektar erzeugen rund 3.000 Solarmodule mit 1,6 Megawatt Peak jährlich etwa 1,2 Gigawattstunden Strom, genug für etwa 470 Haushalte. Anlagenbetreiber Jens Michelfelder hat sich damit ein zweites Standbein als Energiewirt aufgebaut. Der Erfolg der Anlage beruht auf der frühzeitigen Einbindung aller lokalen Akteure, einschließlich Bürgermeister Michael Foss, Ortsvorsteher Werner Engel und der zuständigen Behörden. Die Fläche befindet sich in einem benachteiligten Gebiet mit einer Ackerzahl unter 40, ist für landwirtschaftliche Kulturen ungeeignet und weist eine günstige Hanglage in Südrichtung auf. Diese Standortwahl und die vorausschauende Planung, einschließlich frühzeitiger Finanzierung und Betreiberfestlegung, waren entscheidend für den Projekterfolg.

Kenndaten der Anlage:

Leistung Freifläche: 1.574 kW_p
Durchschnittlicher Ertrag: pro Jahr 1.210 MWh $\hat{=}$ 470 Haushalte
CO₂-Vermeidung: ca. 631 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr²²



Organisierte Exkursion zur Photovoltaik-Freiflächenanlage
Quelle: Photovoltaik-Netzwerk Heilbronn-Franken

Fläche gesamt: 1,42 ha
Jahr der Inbetriebnahme: 2021
Projektierer: privat
Betreiber: Jens Michelfelder
Ort: Ernsbach

TIPP

THEMENSEITE ZUR VERTIEFUNG

Lesen Sie zur Vertiefung des Themas Freiflächen-Photovoltaik auch unsere Themenseite und die dort verlinkten Veröffentlichungen: www.photovoltaik-bw.de/themen/photovoltaik-freiflaechen

LBO-NOVELLE IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Ab Juli 2025 können Freiflächen-PV-Anlagen ohne Baugenehmigung errichtet werden. Die Bauherrin bzw. der Bauherr muss jedoch selbst prüfen, ob das Vorhaben zulässig ist und ob andere Genehmigungen erforderlich sind. Bei Verstößen kann die Bauaufsichtsbehörde den Bau stoppen, die Nutzung untersagen oder den Rückbau anordnen.

INFO

²¹ Mehr zu PPAs unter: <https://www.photovoltaik-bw.de/themen/power-purchase-agreements>

²² Einsparung ggü. dt. Strommix von 554 g/kWh aus BICO2BW abzüglich 40 g/kWh für die Vorketten der Photovoltaik ergibt eine Einsparung von 514g/kWh.

INTERESSENKONFLIKT IN DER LANDWIRTSCHAFT: PÄCHTER VERSUS GRUNDSTÜCKSEIGENTÜMER

Die Diskussion um die Nutzung von Freiflächen für Photovoltaikanlagen hat in Baden-Württemberg einen Interessenkonflikt hervorgerufen zwischen Landwirten, die Flächen pachten, und solchen, die Eigentümer ihrer Grundstücke sind. Dieser Konflikt spiegelt die unterschiedlichen wirtschaftlichen und existenziellen Herausforderungen wider.

Landwirte als Pächter

Ein erheblicher Teil der landwirtschaftlichen Flächen in Baden-Württemberg wird von Landwirten gepachtet. Diese Pachtverhältnisse sind von entscheidender Bedeutung für viele Betriebe, die auf diese Weise ihre Produktionskapazitäten sichern. Doch die Einführung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen hat diesen Pachtmarkt stark beeinflusst und führt zu mehreren Herausforderungen:

- **Marktverzerrung:** Die steigende Nachfrage nach Flächen für Photovoltaikanlagen hat die Pachtpreise in die Höhe getrieben. Investoren sind oft bereit, höhere Pachtpreise zu zahlen als landwirtschaftliche Betriebe, was zu einer Marktverzerrung führt.
- **Existenzgefährdung:** Aufgrund der attraktiven Pachtangebote durch Investoren, die Photovoltaikanlagen errichten möchten, sehen sich viele landwirtschaftliche Pächter mit Kündigungen ihrer Pachtverträge konfrontiert – eine erhebliche Bedrohung ihrer Existenz.

Landwirte als Grundstückseigentümer

Im Gegensatz dazu haben Landwirte, deren Grundstücke ihr Eigentum sind, durch die Photovoltaik neue Möglichkeiten und Vorteile:

- **Wachsendes Interesse:** Die Möglichkeit, Photovoltaikanlagen auf eigenen Flächen zu errichten oder diese an Investoren zu verpachten, hat das Interesse der Landwirte geweckt und bietet ihnen wirtschaftliche Vorteile.
- **Eigene Photovoltaikanlagen:** Durch den Bau eigener Freiflächen-Photovoltaikanlagen können Landwirte ihre Energieunabhängigkeit stärken und zusätzliche Einnahmen erzielen. Sinkende Installationskosten machen die Investition besonders attraktiv.
- **Flächenverpachtung:** Steigende Pachten bieten

Landwirten die Chance, vom Photovoltaik-Boom zu profitieren, sei es durch Verpachtung oder Beteiligung an Solaranlagen. Nach der geplanten Laufzeit von 20 Jahren können die Anlagen entweder weiter genutzt oder recycelt und die Flächen für andere Zwecke genutzt werden.

Übrigens: Ihr zuständiger Bauernverband hilft Ihnen bei Fragen ebenfalls weiter und prüft sogar Pachtverträge für Sie. Wenden Sie sich an Kreisbauernverband vor Ort oder die jeweilige Bezirksgeschäftsstelle.

Der Interessenkonflikt zwischen Pächtern und Grundstückseigentümern ist ein komplexes Thema, das sowohl Chancen als auch Herausforderungen bietet. Während Pächter durch steigende Pachtpreise und den Verlust von Flächen unter Druck geraten, profitieren Grundstückseigentümer von neuen Einkommensquellen und Investitionsmöglichkeiten durch die Nutzung von Photovoltaik. Um eine ausgewogene Lösung zu finden, die sowohl die landwirtschaftliche Produktion als auch die Energiewende unterstützt, sind politische Maßnahmen und Dialoge zwischen den beteiligten Parteien erforderlich. Die Förderung nachhaltiger und fairer Nutzung landwirtschaftlicher Flächen ist entscheidend, um die Lebensgrundlage der Bauern und unsere Nahrungsmittelversorgung zu sichern, während gleichzeitig der Ausbau erneuerbarer Energien vorangetrieben wird.

Leider gibt es auch hier einen noch nicht vollständig gelösten Konflikt zwischen Steigerung der Biodiversität im Solarpark und der Nachnutzung: Sollte sich ein schützenswertes Biotop entwickeln, könnte die Fläche – nach dem Rückbau der PV-Anlage – für nachfolgende anderweitige Nutzungen tabu sein (s. Seite 12).

TIPP

TIPP BEI FLÄCHENVERPACHTUNG

Es ist vorteilhaft, wenn Landwirte die verpachtete Fläche selbst bewirtschaften, indem sie zum Beispiel den Grünschnitt maschinell erledigen oder Schafe zwischen den Solarmodulen weiden lassen. Solaranlagen sind aus Gründen der Betriebssicherheit und der Versicherung meist eingezäunt, sodass auch die Schafe gegen Diebstahl oder Raubtiere geschützt sind.

SOLARSTROM VON GEWÄSSERN

Baden-Württemberg ist reich an verschiedenen Gewässern, darunter Seen, Flüsse, Bäche, Tümpel, Moore, geflutete Kiesgruben und Bewässerungskanäle. Besonders die künstlichen Gewässer bieten großes Potenzial für schwimmende Solaranlagen, auch Floating-Photovoltaik genannt.

Floating-Photovoltaik bietet mehrere bedeutende Vorteile. Erstens nutzen diese Anlagen ungenutzte Wasserflächen, die in der Regel unverschattet sind. Diese Eigenschaft ermöglicht die effektive Nutzung dieser Flächen zur Stromerzeugung. Ein weiterer Vorteil ist die gesteigerte Effizienz der Solarmodule, da das Wasser eine kühlende Wirkung hat, wodurch die Module effizienter arbeiten und höhere Stromerträge erzielen. Zusätzlich sind künstliche Gewässer auf Betriebsgeländen oft nicht öffentlich zugänglich, was die Installation und den Betrieb der Anlagen erheblich erleichtert.

Bei der Implementierung von Floatingphotovoltaik-Anlagen sind jedoch auch praktische Überlegungen zu berücksichtigen. Der elektrische Anschluss erfordert oft das Verlegen starker Kabel, was sowohl Aufwand als auch Kosten mit sich bringt. Zudem kann die Rentabilität dieser Anlagen durch die Kombination mit kleinen Windrädern weiter erhöht werden. Dies bietet eine zusätzliche Energiequelle und verbessert die Gesamtwirtschaftlichkeit des Systems.

Bewässerungskanäle mit Solarüberdachung

Die Überdachung von Bewässerungskanälen mit Solarmodulen ist eine Idee, die ihren Ursprung in Indien hat und nun in Europa Anklang findet. Angesichts der immer heißeren und trockeneren Sommer wird Wasser zunehmend kostbarer. Die Beschattung der Kanäle mit Solarmodulen reduziert Verdunstungsverluste und bremst die Verlandung der Kanäle.

Für diese Installationen ist es wichtig, Inspektions- und Wartungsöffnungen zu integrieren, da die Kanäle regelmäßig instandgehalten werden müssen. Insgesamt bieten Bewässerungskanäle aufgrund ihrer Länge ein erhebliches Potenzial für die Installation von Solargeneratoren.

Moor-Photovoltaik als Sonderform

Eine Sonderform der Freiflächen-Photovoltaik ist Moor-Photovoltaik. Nach dem Solarpaket I kann Moor-Photovoltaik auf Flächen gefördert werden, die auf ehemaligen, entwässerten Moorflächen umgesetzt wird, die bisher landwirtschaftlich genutzt wurden und in Zukunft wiedervernässt werden. Eine landwirtschaftliche Nutzung durch Trockenlegung ist dann nicht mehr vorgesehen. Eventuell lässt sich eine Paludikultur^{23,24} in der Nähe oder sogar auf der Photovoltaikfläche umsetzen. Das muss aber gut geplant sein und darf den Förderbedingungen für Moor-Photovoltaik nicht widersprechen.

Eine Umsetzung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf ehemaligen Moorflächen ohne Wiedervernässung ist grundsätzlich zwar möglich, dann aber ohne Förderung (außerhalb des EEGs). Die Wiedervernässung ist aber essentiell, um die CO₂-Speicherfunktion des Moores zu reaktivieren, weshalb dringend zur Wiedervernässung geraten wird.



Quelle: KNE gGmbH

²³ Paludikultur („Paludus“ = Sumpf; Moor) ist ein Verfahren zur nassen Bewirtschaftung von Mooren mit Torferhalt oder im Idealfall sogar Torfbildung. Quelle: www.bfn.de/paludikultur

²⁴ www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE_PhotoVoltaik_auf-wiedervernaessten_Moorboeden.pdf

AGRI-PHOTOVOLTAIK

Bei der Agri-Photovoltaik werden die Solarmodule, die teilweise mehrere Meter hoch auf Stahlkonstruktionen installiert sind, mit dem Anbau von Agrarprodukten kombiniert. Solche Anlagen gibt es bereits – auch in Baden-Württemberg. Die Idee ist schon 40 Jahre alt, praktisch umgesetzt wurde sie in deutschen Musteranlagen erst in jüngster Zeit. Im Ausland gibt es schon deutlich ältere Anlagen, zum Beispiel in Japan.²⁵ Der Landwirtschaftsbetrieb kann ertragreiche Böden doppelt nutzen, indem er sie mit hochaufgeständerten Solarmodulen überdacht. Dann erntet er Feldfrüchte und Sonnenstrom zugleich.

Derzeit analysieren zahlreiche Forschungsinstitute die Auswirkungen von PV-Modulen auf die Erträge sowie den Wasserbedarf landwirtschaftlicher Flächen. Es ist abzusehen, dass die solare Überdachung sehr bald zum neuen Standard wird. Denn sie bringt zahlreiche Synergieeffekte mit sich. So wirkt sie z.B. der Auszehrung der Böden durch die Klimaerwärmung entgegen. In besonders heißen Regionen wird Ackerbau ohne solare Überdachung künftig schlichtweg unmöglich, weil enorme Hitze die Böden ausdörft und verwüstet. Mit Hilfe der Agri-Photovoltaik lassen sich vernachlässigte Böden rekultivieren, solar betriebene Wasserpumpen unterstützen die Landgewinnung.

Zudem schützen horizontale Agri-Photovoltaikanlagen nicht nur vor Hitze und Austrocknung, sondern auch vor Starkregen und (nicht zu schwerem) Hagel. Unter bodennahen Anlagen können zudem Tiere wie Schafe oder auch Hühner weiden.²⁶ Das technische Potenzial für Agri-Photovoltaik in Deutschland liegt bei etwa 1.700 GWp, mit dem Vorteil der Doppelnutzung der Flächen.²⁷

Laut der Universität Aarhus in Dänemark hat Agri-Photovoltaik in Europa ein Potenzial von bis zu 51 Terawatt (TW). Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bedingungen in den einzelnen Ländern könnte die gesamte potenzielle Stromerzeugung bei 71.500 Terawattstunden (TWh) pro Jahr liegen. Das entspricht dem 25-fachen des aktuellen Strombedarfs des Kontinents.²⁸



Quelle: ENBW

Anforderungen und Spezifikationen gemäß DIN SPEC 91434 und DIN SPEC 91492

Das Fraunhofer ISE und die Universität Hohenheim haben in Zusammenarbeit mit einem Konsortium aus Wissenschafts- und Praxispartnern sowie dem Deutschen Institut für Normung die DIN-Spezifikation DIN SPEC 91434 entwickelt. Diese legt Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung von Agri-Photovoltaikflächen fest und soll dazu beitragen, Agri-Photovoltaikanlagen klar von herkömmlichen Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) abzugrenzen.

Dies gilt als notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Markteinführung. Die DIN SPEC dient Gesetzgebern, Fördermittelgebern und Genehmigungsbehörden als Prüfgrundlage und definiert Qualitätsstandards für Bau und Betrieb von Agri-Photovoltaikanlagen.

Darüber hinaus ist geplant, auf Grundlage dieser DIN SPEC ein Prüfverfahren sowie Zertifizierungsmöglichkeiten für Agri-Photovoltaikanlagen zu entwickeln. Zudem gibt es die DIN SPEC 91492, die spezifische Anforderungen für Agri-Photovoltaikanlagen in der Tierhaltung festlegt. Beide Normen definieren, dass die landwirtschaftliche Hauptnutzung (85 % Landwirtschaft, 15 % Photovoltaik) im Vordergrund stehen muss.

Eine Reduzierung dieser Nutzung ist nur erlaubt, wenn sie zu Verbesserungen des Tierwohls, der Produktqualität oder ökologischen Standards führt. Wichtig ist der Schutz der Tiere vor spannungsführenden Bauteilen sowie der Schutz der Anlage vor Schäden durch Tiere, etwa durch Kabelverbiss.

²⁵ Schindele, S. et al. (2020) 'Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications', Applied Energy, 265, p. 114737. Abrufbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114737>.

²⁶ www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/Agri-PV.html

²⁷ www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/integrierte-photovoltaik/agri-photovoltaik-agri-pv.html

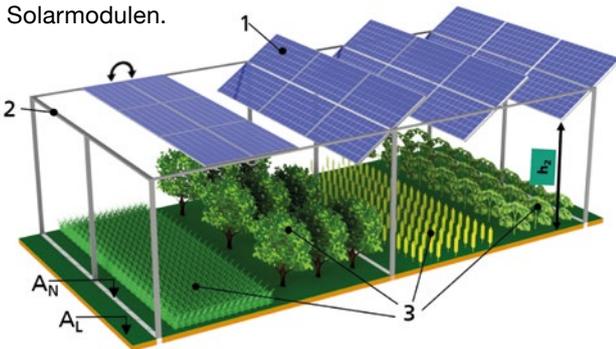
²⁸ DGS, Sonnenenergie, 03/24, Ausgabe September-November, S. 29.

Varianten der Agri-Photovoltaik

Grundsätzlich lassen sich Agri-Photovoltaikanlagen in zwei Kategorien unterteilen:

Agri-Photovoltaikanlagen der Kategorie 1 (hochaufgeständerte Anlagen):

die landwirtschaftliche Bewirtschaftung erfolgt unter den Solarmodulen.



Quelle: Fraunhofer ISE, shutterstock.com/Ulvur, BlueRingMedia

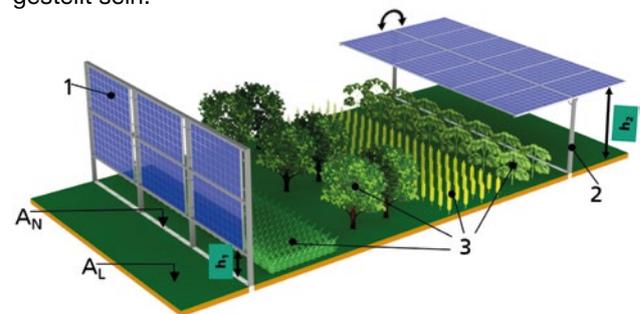
Dies ist die gängigste Form der Agri-Photovoltaik. Bei dieser Methode werden Solarmodule auf hohen Gestellen über landwirtschaftlichen Flächen installiert, wodurch ausreichend Platz und Licht für den Pflanzenanbau (und ggf. auch für die Fahrzeuge) unter den Modulen bleibt. Die Module können auch lichtdurchlässig sein (Glas-Glas-Module mit variablem Zellabstand), d. h. nur ein Teil der Sonnenstrahlen werden von den einzelnen Photovoltaikzellen auf den Modulen absorbiert, ein Teil wird durchgelassen. Ein bemerkenswertes Beispiel ist das Agri-Photovoltaikprojekt in Heggelbach, Deutschland, wo Solarmodule über einer Ackerfläche installiert wurden und erfolgreich Pflanzenanbau und Energieerzeugung kombiniert wurden.

Diese Anlagen bieten den Vorteil, dass sie die Bodennutzung maximieren und die Pflanzen vor extremen Wetterbedingungen schützen aber auch die Verdunstung von Wasser reduzieren. Allen gemeinsam ist, dass die Anlagen noch weitere Funktionen erfüllen wie beispielsweise Hagelschutz, Wasser- bzw. Feuchtmanagement (wichtig bei Schädlingen wie Pilzen) und Sonnenbrandschutz. Unterschiede gibt es vor allem in der Höhe der Anlagen: Bei Hopfen sind die Anlagen mehrere Meter hoch, bei Beeren deutlich niedriger. Insbesondere beim Beerenanbau und anderen Sonderkulturen (Hopfen, Obstplantagen, Wein und teilweise auch Speisepilze) kann Agri-Photovoltaik ihre Vorteile voll ausspielen. Das Wassermanagement aber auch die verminderte Sonneneinstrahlung helfen den meisten Sonderkulturen in Mitteleuropa. Oft können Herbizide und vor allem

Fungizide in verringertem Maß eingesetzt werden (was Geld spart und die Umwelt schont) und auch die Erträge können verbessert werden. Noch machen Sonderkulturen in Baden-Württemberg nur einen geringen Anteil der von der Landwirtschaft genutzten Fläche aus (ca. 2 %), doch reicht ca. 1 % der landwirtschaftlichen Fläche aus, um Baden-Württemberg mit Strom zu versorgen.

Agri-Photovoltaikanlagen der Kategorie 2 (vertikale Systeme):

die Bewirtschaftung erfolgt zwischen den Modulreihen (bodennahe Anlagen). Die Module können senkrecht aufgestellt sein.



Quelle: Fraunhofer ISE, shutterstock.com/Ulvur, BlueRingMedia

Diese Systeme stellen eine innovative Lösung dar, bei der Solarmodule vertikal in Reihen angeordnet werden, oft parallel zu den Pflanzenreihen oder im beweideten Grünland. Die verwendeten Module sind bifazial, d. h. beide Seiten des Moduls können Lichtenergie in Strom umwandeln. Dadurch nutzen Anlagen, die in Ost-West Ausrichtung installiert werden, die Sonnenenergie morgens und nachmittags. Mittags erzeugen sie im Vergleich zu horizontal angelegten Anlagen deutlich weniger Strom. Das ist ein Vorteil, weil Strom zur Mittagszeit oft im Überfluss vorhanden ist und an Strombörsen sehr günstig gehandelt wird. Morgens und abends können klassische Solarparks nicht viel Energie liefern, dafür liefert dann die vertikale Anlage mehr. Somit können vertikale Anlagen ökonomisch sinnvoller sein. Aber auch, wenn der Strom direkt verbraucht wird, kann eine vertikale Anlage sinnvoll sein, z. B. für Milchbauern, die morgens und abends melken. Des Weiteren spenden die Anlagen auch Schatten, der den Wasserbedarf der Pflanzen reduziert. Dies ist besonders in Regionen mit heißen und trockenen Klimabedingungen von Vorteil. Weiterhin sind Schneelasten kein Problem und auch Hagelschäden ist weniger wahrscheinlich. Schmutz setzt sich weniger fest und wird schneller abgewaschen als auf nicht senkrechten Anlagen. Zu beachten ist, dass die Maschinen (beim Mähen z. B.) oder auch Tiere in der Nähe der Module kleine Steine etc. auf die Module schleudern können.

WIRTSCHAFTLICHKEIT VON AGRI-PHOTOVOLTAIK: WICHTIGE EINFLUSSFAKTOREN

Die Wirtschaftlichkeit von Agri-Photovoltaikanlagen hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab, die sowohl die Investitionskosten als auch den späteren Ertrag beeinflussen. Um eine genaue Kalkulation und Abschätzung der Rendite vorzunehmen, müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

Installierte Leistung: Je nach Größe der Anlage variieren die Investitionskosten und die erzeugte Strommenge. Größere Anlagen bringen zwar höhere Erträge, erfordern aber auch höhere Anfangsinvestitionen.

Eingesetzte Technologie: Die Wahl der Technologie, z. B. Standard- oder bifaziale Module, beeinflusst die Effizienz der Stromproduktion und somit die Kosten und den Ertrag.

Art der landwirtschaftlichen Nutzung: Ob die Flächen für Ackerbau, Grünland oder Tierhaltung genutzt werden, hat Auswirkungen auf die Installation und den Betrieb der Anlage.

Lage der gewählten Fläche: Standortfaktoren wie Sonneneinstrahlung, Bodenbeschaffenheit und Zugänglichkeit spielen eine große Rolle bei der Wirtschaftlichkeit.

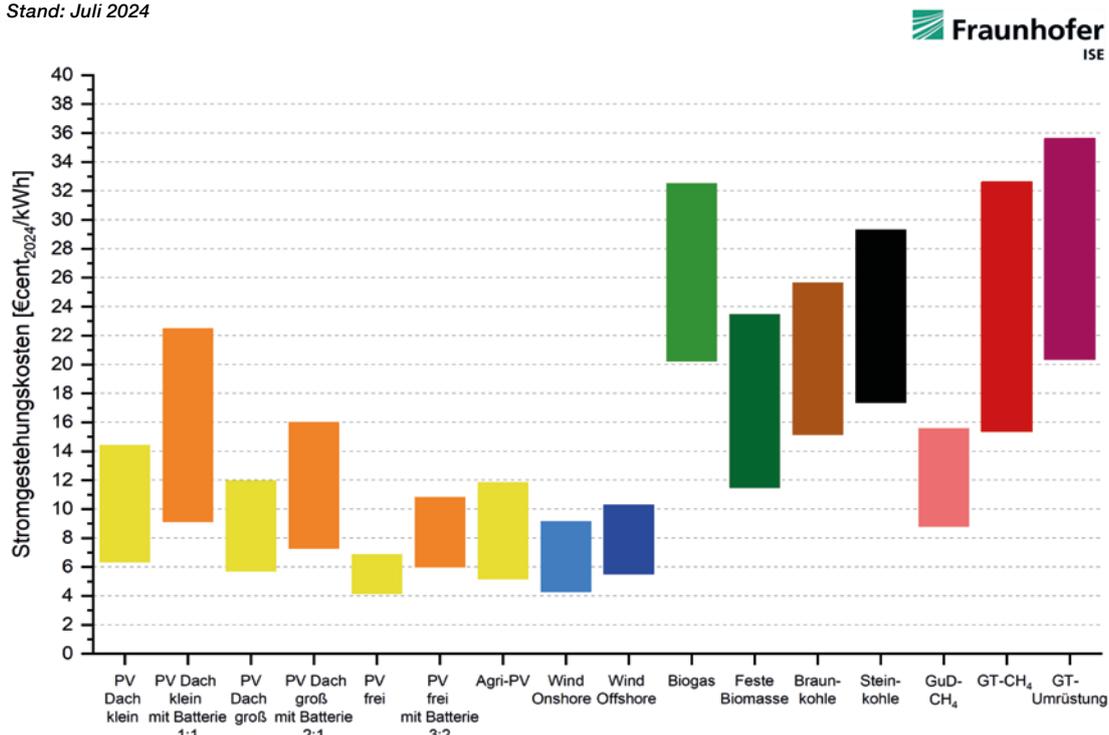
Marktschwankungen: Preise für Baumaterialien wie Stahl können stark schwanken, ebenso wie die Verfügbarkeit von Dienstleistern, was die Kosten erheblich beeinflussen kann.

Für eine fundierte Investitionsentscheidung sollten diese Randbedingungen sorgfältig geprüft werden, um die langfristige Rentabilität der Anlage sicherzustellen. Ein entscheidender Faktor ist, wie der erzeugte Solarstrom wirtschaftlich genutzt und vermarktet wird. Hierbei spielt die installierte Leistung der Anlage eine wichtige Rolle. Für Anlagen mit einer Leistung über 100 kW_p, die im Rahmen des EEG betrieben werden, besteht die Pflicht zur Direktvermarktung des Stroms, für die eine Vermarktungsprämie aufgeschlagen wird.

Größere Anlagen mit einer Leistung von über 1 MW unterliegen den Ausschreibungen für Solaranlagen und müssen sich nach den Bedingungen für Freiflächenanlagen richten. Ein zusätzlicher Technologiebonus ist für hochaufgeständerte Systeme vorgesehen, die eine Mindesthöhe von 2,10 Metern aufweisen. Dieser Bonus beträgt im Jahr 2024 1,0 Cent pro Kilowattstunde.

Für Photovoltaik-Strom aus Agri-Photovoltaikanlagen liegt der Höchstwert nach dem EEG für 2024 bei 9,5 Cent pro Kilowattstunde.²⁹ Neben der Stromvermarktung ist der Eigenverbrauch ein weiterer wichtiger Faktor. Hier

Stand: Juli 2024



Stromgestehungskosten für erneuerbare Energien und konventionelle Kraftwerke in Deutschland 2024, mit minimalen und maximalen Werten je Technologie Quelle: Fraunhofer ISE³

²⁹ Agri-PV-Vergütung: „§ 37b Höchstwert für Solaranlagen des ersten Segments – EEG 2023“: ab 2025 wird der Höchstwert durch den Durchschnitt der Zuschläge bei den Ausschreibungen des Vorjahres bestimmt, der um 8 % erhöht wird. Maximal darf dieser jedoch 9,5 ct/kWh betragen.

muss geprüft werden, wie viel des erzeugten Stroms direkt im Betrieb genutzt werden kann und wie hoch der Netzstrompreis ist. Alternativ besteht die Möglichkeit, den Strom über einen Direktliefervertrag (Power Purchase Agreement, PPA) an Großabnehmer wie Stadtwerke zu verkaufen, was eine stabile Einkommensquelle bieten kann. Eine sorgfältige Berücksichtigung all dieser Faktoren hilft, die Rentabilität der Anlage genau abzuschätzen und die beste Strategie für die Vermarktung des

erzeugten Stroms zu wählen.³⁰ Eine Grafik aus der Fraunhofer ISE-Studie zu Stromgestehungskosten (August 2024) veranschaulicht, wie Photovoltaik im Vergleich zu fossilen Brennstoffen abschneidet. Die Studie zeigt, dass die Stromgestehungskosten bei verschiedenen Arten von Photovoltaikanlagen deutlich niedriger sind als bei fossilen Energieträgern, was die wirtschaftlichen Vorteile von Solarenergie unterstreicht.

INFO

WAS SIND STROMGESTEHUNGSKOSTEN?

Stromgestehungskosten geben an, wie viel es kostet, eine Kilowattstunde Strom zu erzeugen. Sie berücksichtigen die Kosten für den Bau und Betrieb einer Anlage typischerweise über 20 Jahre im Verhältnis zur erzeugten Strommenge. So kann gut verglichen werden, wie wirtschaftlich verschiedene Arten der Stromerzeugung sind.

KOSTENANALYSE AM BEISPIEL VON PILOTPROJEKTEN

KATEGORIE 1 (HOCHAUFGESTÄNDERTE ANLAGEN)

Die Kosten einer Agri-Photovoltaikanlage lassen sich anhand realer Projekte gut veranschaulichen. Ein Beispiel ist das Pilotprojekt in Heggelbach, das 2017 auf einer Fläche von 0,34 Hektar umgesetzt wurde. Die Kosten für solche aufgeständerten Agri-Photovoltaikanlagen variieren je nach Art der genutzten Fläche. Für Ackerbauflächen liegen die Installationskosten zwischen 1.200 und 1.300 Euro netto pro kW_p, während sie bei Grünlandflächen etwas günstiger sind, mit 900 bis 1.000 Euro netto pro kW_p.

Der Flächenbedarf hängt von der Art der Nutzung ab: Für Ackerflächen werden etwa 1,4 bis 1,7 Hektar pro Megawatt benötigt, während der Bedarf bei Grünland geringer ist. Agri-Photovoltaik ermöglicht es, landwirtschaftliche Flächen sowohl für die Stromerzeugung als auch für den Anbau von Nutzpflanzen zu nutzen. Durch die Montage der Solarmodule in einer Höhe von sechs Metern bleibt genug Platz für landwirtschaftliche Maschinen und der Anbau darunter kann fortgeführt werden.

Zudem lässt das Design der Anlage ausreichend Licht für die Pflanzen durch, sodass die landwirtschaftliche Produktion nicht beeinträchtigt wird. Im Fall von Heggelbach



Heggelbach Quelle: Fraunhofer ISE

umfasst die Versuchsfläche 2,5 Hektar, von denen 2.500 m² mit einer Agri-Photovoltaikanlage ausgestattet sind (also 10 % der Fläche). Diese Anlage hat eine Leistung von 194,4 kW_p und kann damit jährlich 62 Haushalte mit Strom versorgen.

Große Abstände zwischen den Solarmodulen lassen mindestens 60 % der für Pflanzen wichtigen Strahlung durch, was den Anbau von Nutzpflanzen wie Klee gras, Sellerie, Kartoffeln und Winterweizen ermöglicht. Zusätzlich wurden bifaziale Photovoltaikmodule verwendet, die besonders effizient sind, da sie auf beiden Seiten Strom erzeugen können.^{31,32}

³⁰ Andreas Schlumberger, Solar Cluster Baden-Württemberg, Mehrwert durch Agri-Photovoltaik, Energietagung Walbeck, 12. September 2024.

³¹ <https://hofgemeinschaft-heggelbach.de/energie>.

³² Bodensee-Stiftung/Vedel, Dimitri/Solarpotentiale für die Landwirtschaft?

KOSTENANALYSE AM BEISPIEL VON PILOTPROJEKTEN

KOSTEN EINER AGRI-PHOTOVOLTAIKANLAGE KATEGORIE 2:

Die Kosten einer Agri-Photovoltaikanlage der Kategorie 2, wie im Beispiel Donaueschingen, lassen sich anhand einer bifazialen Anlage (beidseitig aktiv) mit einer Leistung von 4,1 MW_p, die im Oktober 2020 in Betrieb genommen wurde, verdeutlichen. Als erste kommerzielle Agri-Photovoltaikanlage in Deutschland, die Marktreife erreicht hat, liegen die Kosten bei etwa 550 bis 650 Euro netto pro kW_p für eine Gesamtleistung von 5 MW_p.

Die Anlage entlang der Bundesstraße B27 in Donaueschingen-Aasen ist die größte vertikale bifaziale Photovoltaik-Freiflächenanlage in Europa. Diese innovative Bauart nutzt bifaziale Photovoltaik-Module, die Sonnenlicht von beiden Seiten aufnehmen können. Die Module haben eine Nennleistung von 380 Wp und messen 1,97 m × 0,99 m. Bei Ost-West-Ausrichtung erzielt die Anlage einen Jahresertrag von etwa 1.170 kWh/kW. Auf der Fläche können Heu und Silage produziert und Weizen, Gerste, Hafer, Kartoffeln, Rüben, Leguminosen und Sonderkulturen (außer Mais wegen der Wuchshöhe) angebaut werden. Zudem können Nutztiere wie Hühner und Rinder gehalten werden.³³

In beiden Anlagenkategorien können die Module mithilfe eines Tracking-Systems der Sonne nachgeführt werden,



Solarpark Aasen von oben Quelle:Next2Sun GmbH

um den Solarertrag zu maximieren oder die Lichtverfügbarkeit für die Pflanzen gezielt zu steuern.

Der zu erwartende Stromertrag einer Agri-Photovoltaikanlage hängt wesentlich davon ab, wie viel Leistung pro Flächeneinheit installiert werden kann. Bei hoch aufgeständerten Anlagen wird dies durch den Überdeckungsgrad beeinflusst, während bei vertikal aufgeständerten Anlagen der Reihenabstand eine Rolle spielt.

Außerdem muss gewährleistet sein, dass immer noch 80 % der zuvor erzeugten Erntemenge weiterhin auf der Fläche erzeugt werden kann, damit die Anlage als Agri-Photovoltaikanlage zählt. Folglich liegt die installierte Leistung pro Flächeneinheit in der Regel unter der einer reinen Freiflächenanlage.

Rechtliches und Förderungen für Agri-Photovoltaikanlagen

Die rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen für Agri-Photovoltaikanlagen in Deutschland bieten eine Reihe von Vorteilen, die Landwirten bei der Umsetzung dieser Technologie zugutekommen. Diese Anlagen sind unter anderem umfassend im Energie-, Agrar-, Steuer- und Baurecht verankert.

Agri-Photovoltaikanlagen sind im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) unter „besondere Anlagen“ nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023 zu finden. Als besondere Anlagen gelten:

- **Ackerflächen ohne Moorboden:** Solaranlagen mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau
- **Flächen ohne Moorboden:** Solaranlagen mit Anbau von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen

- **Grünland ohne Moorboden:** Solaranlagen auf Dauergrünland (außerhalb von Natura 2000-Gebieten und bestimmten Lebensraumtypen)
- **Parkplatzflächen:** Solaranlagen auf Parkplätzen
- **Entwässerte Moorböden:** Solaranlagen mit gleichzeitiger Wiedervernässung
- **Künstliche oder veränderte Gewässer:** Solaranlagen auf solchen Gewässerflächen

GAP-Direktzahlungen: Im Agrarrecht können bis zu 85 % der landwirtschaftlichen Fläche unter einer Agri-Photovoltaikanlage weiterhin durch EU-Direktzahlungen gefördert werden, solange die Bearbeitung der Fläche möglich bleibt und die nutzbare Fläche um maximal 15 % verringert wird, wie es die GAP-Direktzahlungen-Verordnung der EU vorschreibt.

Steuerrecht: Der Bau von Solaranlagen auf landwirtschaftlichen Flächen kann dazu führen, dass diese Flächen steuerlich nicht mehr als landwirtschaftlich gelten, was zu höheren Steuern (z. B. Grundsteuer, Erbschaftsteuer) führen kann. Eine spezielle Regelung der obersten Finanzbehörden vom 15. Juli 2022 (BStBl I 2022, S. 1226) erlaubt es, dass landwirtschaftliche Flächen trotz Installation von Agri-Photovoltaikanlagen weiterhin steuerlich als landwirtschaftlich eingestuft bleiben, solange die Flächen nach der DIN SPEC 91434 als Kategorie I oder II klassifiziert sind und entsprechend genutzt werden. So können steuerliche Nachteile vermieden werden. Bitte beachten Sie auch hier bei Erbschaften oder Schenkungen die Problematik der Behaltensfrist (siehe Abschnitt Freiflächen-Photovoltaik).

Baurecht: Kleine Agri-Photovoltaikanlagen mit einer Fläche von weniger als 2,5 Hektar gelten unter bestimmten Voraussetzungen gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB als privilegierte Vorhaben. Dies bedeutet, dass pro Hofstelle eine solche Anlage errichtet werden kann, was das Genehmigungsverfahren erheblich vereinfacht.

EEG: Für aufgeständerte Agri-Photovoltaikanlagen mit einer Mindesthöhe von 2,10 m, die im Ausschreibungsverfahren erfolgreich sind, gibt es einen Technologie-Bonus von 1,0 ct/kWh im Jahr 2024. Der Höchstwert für besondere Solaranlagen im neuen Untersegment nach dem EEG beträgt 9,5 ct/kWh für 2024.^{34,35}

Exkurs: Solartracker und Solarzäune

Aus den Erfahrungen mit meterhoch aufgestellten Agri-Photovoltaikanlagen wurden Trackersysteme entwickelt, die ohne aufwändige Stahlbrücken auskommen. Sie werden reihenweise aufs Feld gestellt und richten die Modultische nach der Sonne aus. Ist eine maschinelle Bearbeitung der Fläche notwendig, stellen sie die Solarmodule senkrecht. So wird einerseits das Erntegut vor größter Hitze geschützt und viel Sonnenstrom gewonnen, andererseits erhält der Landwirt maximale Bewegungsfreiheit auf dem Feld.

Könnten ehemalige Weinbauflächen künftig für Photovoltaik-Freiflächenanlagen genutzt werden?

Der Weinbau in Baden und Württemberg steht vor großen Herausforderungen, insbesondere aufgrund des global rückläufigen Weinkonsums. Während bestimmte Weinstile wie Rosé, Weißherbst und Blanc de Noir in Württemberg weiterhin im Trend liegen und sowohl national als auch international an Beliebtheit gewinnen, stellt der allgemeine Absatzrückgang die Weinbauern vor schwierige Entscheidungen bezüglich der Nutzung ihrer Weinbauflächen.

In diesem Kontext wird die Frage diskutiert, ob Photovoltaik-Freiflächenanlagen eine sinnvolle Alternative zur Nutzung der Weinbauflächen darstellen könnten. Solche Anlagen könnten nicht nur eine zusätzliche Einnahmequelle für die Winzer bieten, sondern auch einen Beitrag zur Energiewende leisten, während die Erhaltung der Kulturlandschaft im Fokus bleibt.³⁸

Dabei sind zwei Varianten denkbar, entweder eine Wein-Agri-Photovoltaik Lösung, oder eine reine Photovoltaik-Freiflächenanlage. Wein-Agri-Photovoltaik kann dazu beitragen, dass die Weinreben besser gedeihen und der Winzer ein zweites Standbein hat. Bei einer reinen Photovoltaik-Freiflächenanlage werden die Reben entfernt und die Fläche voll belegt. Natürlich entstehen durch die exponierten Lagen in den Weinbergen weitere Herausforderungen, wie die Installation der Photovoltaik-Module in Hanglagen und vor allem die Entfernung zum nächsten Netzeinspeisepunkt.

Wenn dieser zu weit entfernt ist, lässt sich der Strom nicht kosteneffizient einspeisen. Eine Alternative dazu ist die Nutzung des Stroms vor Ort für Elektrofahrzeuge wie Autos aber auch Traktoren, Kühllager, eine Firma in der Nähe oder die Produktion von Wasserstoff. Natürlich kann die Hanglage auch ein Vorteil sein, denn oft werden Solarmodule aufgeständert, um einen bestimmten Winkel zur Sonneneinstrahlung zu bekommen, das ist je nach Lage des Weinbergs häufig.³⁹

TIPP

MEHR ÜBER AGRI-PHOTOVOLTAIK

Lesen Sie zum Thema Agri-Photovoltaik auch den Leitfaden des Fraunhofer ISE³⁶ und die Veröffentlichung des Landes Sachsen.³⁷

³⁴ Straub, P, Baurechtliche und finanzielle Aspekte von Agri-Photovoltaik-Anlagen. Kehler Institut für Angewandte Forschung (KIAF), April 2024.

³⁵ <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/Agri-PV.html>

³⁶ www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energieewende.html?utm_source=mailing&utm_campaign=newsletter-apv-12-23-de

³⁷ <https://repository.publisso.de/resource/frl%3A6431717>

³⁸ www.weinbauverband-wuerttemberg.de/

³⁹ www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energieewende.html

Chancen und Grenzen der kombinierten Flächennutzung

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen in Deutschland zeigt eine rein wirtschaftliche Betrachtung folgende Erkenntnisse: Eine Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik kann höhere Finanzerträge erzielen als eine rein landwirtschaftliche Nutzung, jedoch steigen auch die Kosten. Ob diese Kombination einen höheren Gewinn im Vergleich zur getrennten Nutzung bringt, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Besonders im Obstbau erweist sich Agri-Photovoltaik als vorteilhaft, da hier häufig hohe Kosten für Schutzvorrichtungen anfallen. Hier können Photovoltaik-Module nicht nur Strom erzeugen, sondern gleichzeitig als schützendes Überdachungssystem fungieren, wodurch die Notwendigkeit zusätzlicher Schutzmaßnahmen entfällt.⁴⁰

Die jeweilige Ertragserwartung von Photovoltaik und Landwirtschaft ist bei einer kombinierten Nutzung in der Regel jedoch geringer als bei einer getrennten Nutzung.⁴¹ Der Ertrag aus der Photovoltaikanlage fällt geringer aus, da auf derselben Fläche weniger Module installiert werden

können. Auch die Verwendung bifazialer Module, die auf beiden Seiten Strom erzeugen, kann diesen Verlust nicht vollständig kompensieren. Der landwirtschaftliche Ertrag ist ebenfalls niedriger, was unter anderem durch eine geringere Flächennutzung und weniger direkte Sonneneinstrahlung bedingt ist. Interessanterweise konnten Versuchsreihen des Fraunhofer ISE jedoch zeigen, dass der landwirtschaftliche Ertrag unter einer Agri-Photovoltaikanlage in bestimmten Fällen sogar höher sein kann als auf einer herkömmlich genutzten Fläche. Im Hitzesommer 2018 führten die Solarmodule beispielsweise dazu, dass der Kartoffelanbau vor Austrocknung geschützt wurde, was zu einem 3 % höheren Ertrag führte. Insgesamt lag die Flächennutzungseffizienz EUR/ha der kombinierten Agri-Photovoltaiklösung bei 86 % und damit deutlich höher als bei der getrennten Nutzung, bestehend aus konventioneller Photovoltaik-Freiflächenanlage und separatem Kartoffelanbau.

BETREIBERMODELLE

Eigenverbrauch

Bei diesem Modell installieren Landwirte Photovoltaikanlagen, um ihren eigenen Strombedarf zu decken. Überschüssiger Strom wird ins öffentliche Netz oder in Batteriespeicher – auch von E-Fahrzeugen – gespeist. Dies führt zu erheblichen Einsparungen bei den Stromkosten und macht die Betriebe unabhängiger von Strompreisschwankungen. Zudem entfallen bei der Nutzung von Eigenstrom Netzentgelte und Stromsteuern: eine gute Option für landwirtschaftliche Betriebe nachhaltig zu wirtschaften.

Vorteile:

- Einsparungen bei den Stromkosten
- Unabhängigkeit von Strompreisschwankungen
- Wegfall von Netzentgelten und Stromsteuern
- Beitrag zur Nachhaltigkeit

Nachteile:

- Hohe Anfangsinvestitionen
- Wartungs- und Instandhaltungskosten
- Abhängigkeit von Sonnenstunden und Wetterbedingungen

Volleinspeisung

Bei der Volleinspeisung werden größere Photovoltaikanlagen installiert, um den gesamten erzeugten Strom in das öffentliche Netz einzuspeisen. Die Einnahmen stammen aus gesetzlich garantierten Einspeisevergütungen oder Marktprämien.

Vorteile:

- Planbare und stabile Einnahmen
- Förderung durch staatliche Programme
- Skalierbarkeit der Anlagen

Nachteile:

- Hohe Anfangsinvestitionen
- Abhängigkeit von der Vergütungspolitik
- Technische und administrative Aufwände für die Netzeinspeisung

Direktvermarktung

Bei diesem Modell wird der erzeugte Strom direkt an Abnehmer wie regionale Versorger, Unternehmen oder Gemeinden verkauft. Durch die Nutzung von Strombörsen oder speziellen Vermarktungsplattformen können die Erlöse maximiert werden. Landwirte haben die Möglichkeit, langfristige Lieferverträge abzuschließen, was zu

⁴⁰ <https://agri-pv.org/de/das-konzept/wirtschaftlichkeit>

⁴¹ Gerhards, C., Schubert, L., Lenz, C., Wittmann, F., Richter, D., & Volz, B. Agri-PV – Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik. Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft1/2020.

einer stabilen Einnahmequelle führt. Alternativ kann ein Direktvermarkter beauftragt werden. In diesem Fall ist der Aufwand geringer – der Erlös aber auch.

Vorteile:

- Höhere Erlöse durch Direktvermarktung
- Langfristige und stabile Lieferverträge
- Beitrag zur regionalen Energieversorgung

Nachteile:

- Hohe Anfangsinvestitionen
- Komplexität der Vermarktung und Vertragsverwaltung
- Abhängigkeit von Marktpreisen und Nachfrage

Verpachtung

Beim Pachtmodell verpachten Landwirte ihre Dach- oder Freiflächen an Solarunternehmen. Der Solarbetreiber übernimmt die Installation, Wartung und den Betrieb der Photovoltaikanlage. Landwirte können, wenn gewünscht, gegen Vergütung die Pflege der Flora übernehmen.

Vorteile:

- Zusätzliche Einnahmequelle ohne eigene Investitionskosten
- Langfristige und stabile Pachteinnahmen
- Kein technisches Risiko für die Landwirte

Nachteile:

- Langfristige Bindung der Flächen und weniger Einfluss auf deren Nutzung
- Abhängigkeit von den Vertragsbedingungen mit dem Solarunternehmen
- Weniger Einnahmen

Genossenschaftsmodell

Die Rechtsform der eingetragenen Genossenschaft eignet sich ideal für Vorhaben, die dezentral und unter Beteiligung der Bürger, Unternehmen und Landwirte vor Ort erneuerbare Energien voranbringen wollen. Die Genossenschaft ist eine mitgliederorientierte und damit personenbezogene Gesellschaftsform. Jedes Mitglied hat unabhängig von seiner Beteiligung grundsätzlich eine Stimme. Die eingetragene Genossenschaft ist damit eine wirtschaftsdemokratische Unternehmensform und erhöht die Akzeptanz der Projekte bei Bürgern, Beteiligten und der Landwirtschaft erheblich. Im Rahmen von Freiflächen-Photovoltaik bietet die Rechtsform einer Genossenschaft den Vorteil, dass mehrere Landwirte an einer Anlage beteiligt werden können und somit nicht ein Einzelner profitiert oder auch die Investitionen alleine stemmen muss.

In Gebieten mit vielen verschnittenen Flächen können sich verschiedene Eigentümer zusammenfinden und gemeinsam eine Anlage betreiben. Andererseits können Landwirte auch auf gepachteten Flächen eine Photovoltaikanlage betreiben. Gerade in Baden-Württemberg, wo viele Landwirte gepachtete Flächen bewirtschaften, stellt dies eine Möglichkeit dar, die Flächen nicht an externe Investoren zu verlieren, sondern die Wertschöpfung vor Ort zu halten. Die Identifizierung geeigneter Flächen ist der erste Schritt. Prioritär geeignet sind Dachflächen, versiegelte Flächen, wie Parkplätze, Deponien und Altlastenflächen, ältere Gewerbegebiete oder Lärmschutzwände an Straßen und Schienenwegen. Auf landwirtschaftliche Flächen muss jedoch nicht verzichtet werden. Auch für Landwirte sowie Bürger vor Ort bieten Freiflächen-Photovoltaikanlagen die Möglichkeit, sich ein zusätzliches Standbein bei sonst volatilen Agrarmärkten aufzubauen. Mit Anlagen, welche über das EEG gefördert werden, kann eine zusätzliche Einnahmequelle gewonnen werden, mit welcher zuverlässig über 20 Jahre gerechnet werden kann. Aber auch für Anlagen, welche außerhalb des EEG realisiert werden, lassen sich langfristige Stromabnahmen zu festgelegten Preisen vereinbaren (Power-Purchase-Agreements). Diese Form von Stromlieferverträgen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Zum einen für Anlagen, welche aufgrund ihrer Größe oder Lage außerhalb der Förderkulisse des EEG finanziert werden, aber auch aus dem Grund, dass Unternehmen zunehmend regional erzeugten Grünstrom nachfragen⁴²

Vorteile:

- Regionale Wertschöpfung: Erträge und Gewinne bleiben in der Region und stärken die lokale Wirtschaft
- Erhöhte Akzeptanz: Durch die Beteiligung der Bevölkerung wird die Akzeptanz von Photovoltaikanlagen in der Region gesteigert
- Mitbestimmung: Genossenschaftsmitglieder haben ein Mitspracherecht bei wichtigen Entscheidungen und der Nutzung der Flächen
- Verteilung der wirtschaftlichen Last: Das finanzielle Risiko wird auf mehrere Schultern verteilt

Nachteile:

- Komplexere Organisation: Die Gründung und Verwaltung einer Genossenschaft erfordert Zeit und Engagement von allen Beteiligten
- Abhängigkeit von Gemeinschaftsentscheidungen: Entscheidungen werden gemeinsam getroffen, was zu längeren Abstimmungsprozessen führen kann

⁴² Lukas Winkler, Baden-Württembergischer Genossenschaftsverband e.V.

STROM SPEICHERN

Ob der Strom aus einer Photovoltaikanlage direkt genutzt werden kann, hängt maßgeblich von zwei Kriterien ab:

1. **Ausrichtung der Photovoltaikmodule – zu welcher Tageszeit lässt sich wie viel Strom produzieren?**
2. **Strombedarf – zu welchem Tageszeitpunkt wird welche Strommenge benötigt?**

Falls der Stromertrag aus den Modulen zeitlich nicht mit dem Strombedarf des landwirtschaftlichen Betriebs anfällt, kann der erzeugte Strom in einem Speicher zwischengespeichert werden. Hierbei gibt es vielfältige Möglichkeiten, den Sonnenstrom zu speichern:

- **Batteriespeicher:** Der erzeugte Strom wird nicht umgewandelt, sondern in seiner bisherigen Form gespeichert
- **Thermische Speicher:** Wärmespeicher (Warmwasser) oder Kältespeicher (Tiefkühlzellen, Eisspeicher)
- **Druckluftsysteme:** Wird der Solarstrom nicht unmittelbar im Betrieb gebraucht, speist er einen Kompressor, der Druckluft erzeugt. Diese Druckluft steht für druckluftbetriebene Arbeitsmittel zur Verfügung

Auch ist es möglich, Sonnenstrom für Elektrolyseure zu nutzen. Sie erzeugen Wasserstoff (aus Wasser), der in Druckbehältern vorgehalten wird. Im Winter lässt sich dieser Wasserstoff in Brennstoffzellen wieder verstromen. Diese Technologie ist jedoch noch teuer und nicht marktgängig.

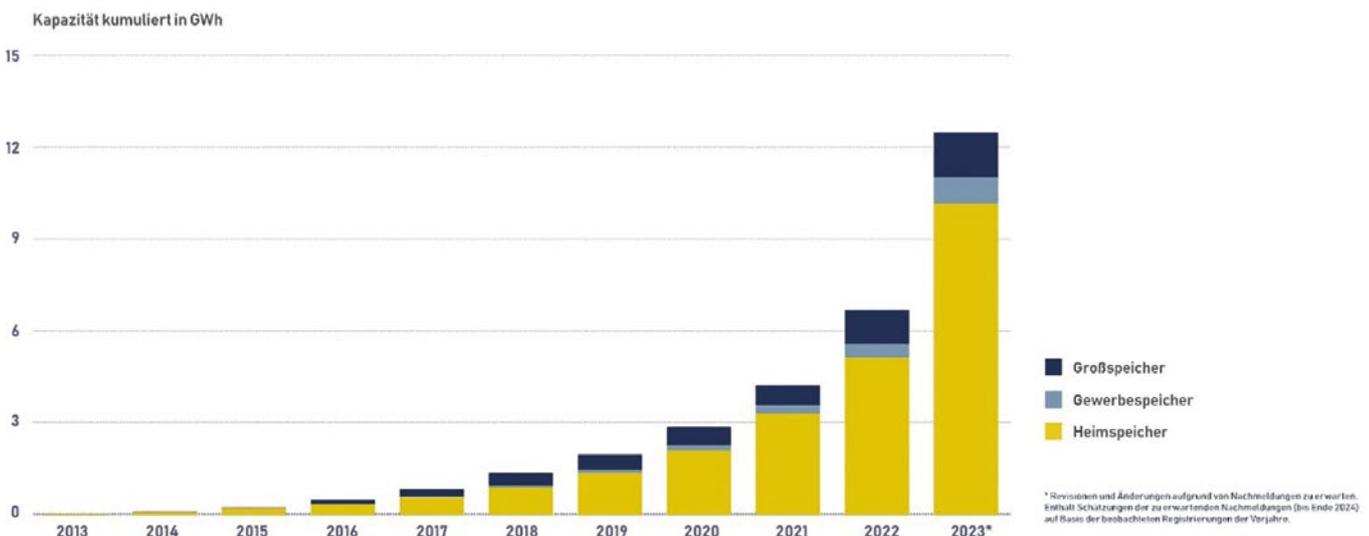
Deshalb ist immer zuerst zu überlegen, in welchen betrieblichen Prozessen Warmwasser, Heißwasser, Dampf, Kälte, Kühlung oder Druckluft gebraucht werden. Denn sie erlauben die Speicherung von Sonnenstrom ohne zusätzliche Investition.

Batteriespeicher erfreuen sich zunehmender Beliebtheit

Die Technologie der Batteriespeicher ist bereits ausgereift. Es gibt sie vom kleinen Speicher im Privathaushalt bis hin zu kommerziellen Anwendungen mit großem Energiebedarf, zu denen die Landwirtschaft zählt.

Dass die Zahl der Speicher und die insgesamt gespeicherte Strommenge jährlich steigen, belegt die nachfolgende Abbildung des Bundesverbands Solarwirtschaft (BSW). Zwar erfreuen sich die Heimspeicher der größten Beliebtheit, aber auch die Zahl der installierten Groß- und Gewerbespeicher hat in den vergangenen Jahren zugenommen.

Nach vorläufigen Schätzungen wurde im Jahr 2023 eine insgesamt installierte Batteriespeicherkapazität von fast 12,6 GWh erreicht. Diese teilt sich auf in 10,2 GWh im Heimsegment, in 0,9 GWh im Gewerbesegment und 1,5 GWh im Segment der Großspeicher auf, wobei eine kumulierte Nettonennleistung von über 8 GW zur Verfügung steht. Die aggregierte Kapazität, die sich im Jahr 2023 alleine fast verdoppelt hat, reicht rechnerisch aus, um



Speicherkapazität von Heim-, Gewerbe- u. Großspeichern in DE
Quelle: BSW Solar

den gesamten durchschnittlichen privaten Tagesstromverbrauch von etwa 1,5 Millionen 2-Personen-Haushalten in Deutschland zu speichern (Quelle: BSW Solar).

Die Systeme werden immer preiswerter,⁴³ dennoch sind Speicherbatterien mitunter mit erheblichen Investitionen verbunden. Denn größere, gewerbliche Systeme für die Landwirtschaft legt man nicht nur nach der Energiemenge (Kilowattstunden) aus, die benötigt wird, sondern auch nach der Leistungsanforderung. Die Einschaltspitzen

von Maschinen oder hoher Leistungsbedarf durch Ladestationen für E-Autos müssen abgedeckt werden. Im Bereich der elektrochemischen Speicher, die vorrangig für den Bereich der Eigenstromspeicherung von Bedeutung sind, finden aktuell vor allem Blei und Lithium als Basisbestandteil Verwendung, wobei letztere den größeren Marktanteil⁴⁴ einnehmen. Ob sich die wirtschaftliche Bilanz der gesamten Investition verbessert, ist im Einzelfall genau zu kalkulieren, zumal bei größeren Batteriesystemen die Preise attraktiver sind als bei Heimspeichern.

TIPP

EINSATZ VON STROMSPEICHERN

Um einschätzen zu können, ob der Einsatz eines Stromspeichers sinnvoll ist, sind genaue Informationen über die am Markt verfügbaren Batteriespeichersysteme nötig. Aus diesem Grund veröffentlicht das Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N. e.V.) jährlich die umfangreiche „Marktübersicht Batteriespeicher“ in der viele Speicheranlagenhersteller die Eigenschaften ihrer Speichersysteme angegeben haben.^{45,46}

PRAXISBEISPIELE: AGRI-SOLARPARK/LÖFFINGEN UND BATTERIESPEICHER/HEILIGENBERG

Agri-Solarpark in Löffingen

Gemeinsam mit dem Löffinger Landwirt Wolfram Wiggert hat Next2Sun auf knapp 12 ha Fläche eine Agri-Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 3,5 MW entwickelt. Die damit produzierte Jahresstrommenge wird mehr als 1.000 Haushalte versorgen können, während die landwirtschaftliche Produktion auf dieser Fläche zu mehr als 90 % erhalten bleibt. Des Weiteren ist ein 0,5 MW Batteriespeicher vorgesehen, der es ermöglicht, den erzeugten Strom optimal bedarfsgerecht bereitzustellen.⁴⁷ Ein Bonus sind notstromfähige Systeme (USV): Notstromsysteme springen ein und versorgen kritische Infrastruktur auch dann, wenn das öffentliche Netz ausfällt. Die Leistung liefern dann z.B. elektrische Speicher.

Batteriespeicher in Heiligenberg

Das Projekt mit dem derzeit größten Batteriespeicher in Baden-Württemberg steht in Heiligenberg am Bodensee. Hubert Bechinger betreibt laut eigenen Angaben noch immer Land- und Forstwirtschaft auf sechs Siebtel der Fläche. Doch der Schwerpunkt hat sich komplett gewandelt: Zusätzlich verfügt er nun über einen 12 ha großen Solarpark mit Batteriespeicher (3 Schiffscontainer) und einer PV-Dachanlage. Die Solaranlagen gingen 2022 ans Netz; Im Februar 2024 folgte der Batteriespeicher. Die Energieproduktion trage zum Umsatz das Zwanzigfache bei.

Notstrom und unterbrechungsfreie Stromversorgung

Wird der gesamte Betrieb trotz Netzausfall nahtlos weiter versorgt, spricht man von unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV⁴⁸). Es ist ratsam, das Photovoltaik-Stromspeicher-System zunächst für den Normalbetrieb auszulegen und zu optimieren. Ein oder zwei zusätzliche Speichersysteme decken den Notfall ab – im gebotenen Umfang, damit der Blackout nicht zum Ruin führt.

Solare Generatoren lassen sich problemlos mit anderen Technologien koppeln. Viele Betriebe verfügen über dieselbetriebene Notstromaggregate, die nicht selten in die Jahre gekommen sind. Es ist möglich, sie weiterhin als Backup vorzuhalten. Früher oder später werden sie jedoch durch Batteriespeicher ersetzt, die in Millisekunden reagieren und ein funktionsfähiges Inselnetz aufbauen. Das schafft kein Dieselaggregat.

⁴⁴ Nach Informationen des Bundesverband Solarwirtschaft sind die Preise seit 2014 für Batteriespeichersysteme um jährlich 6% gesunken. Die Kosten für Lithium-Ionen-Speicher lagen im Jahr 2022 bei etwa 800 -1.200 €/kWh Speicherkapazität. Quelle: www.maschinenring.de/photovoltaik-batteriespeicher.

⁴⁵ www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/energie/photovoltaik/batteriespeicher.htm

⁴⁶ <https://solar.htw-berlin.de/studien/stromspeicher-inspektion-2024/>

⁴⁷ Abrufbar unter www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/

⁴⁸ <https://invest.next2sun.de/loeffingen>

⁴⁹ unterbrechungsfreie Stromversorgung

ELEKTRIFIZIERUNG VON MASCHINEN UND GERÄTEN

Die Elektrifizierung von mobilen Arbeitsmitteln und Fahrzeugen ersetzt Diesel und Benzin durch elektrischen Strom. Die Kostenvorteile von selbst erzeugtem Sonnenstrom lassen sich auch hier nutzen, um erhebliche Einsparungen zu generieren. Denn auch Agrardiesel wird immer teurer und mit Abgaben belegt, um die Emissionen zu senken. Der Kostendruck durch konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor dürfte in den kommenden Jahren weiter steigen.

Fuhrpark elektrifizieren

Noch sind E-Autos teurer, aber die Lernkurve der Branche zeigt eindeutig auf erschwingliche Modelle mit hohen Reichweiten und sinkenden Preisen. Landwirte brauchen in der Regel nicht unbedingt große Reichweiten, die sich aus besonders großen, leistungsfähigen Batterien ergeben. Mit kleinen Fahrzeugen für kurze Distanzen kann die Elektrifizierung des Fuhrparks beginnen. E-Fahrzeuge sind von steigenden Treibstoffpreisen unabhängig. Außerdem sind die Betriebskosten niedriger als die der klassischen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Mittel- bis langfristig zahlt sich der Umstieg auf Elektromobilität deshalb aus. Vollelektrische Fahrzeuge brauchen keine Abgasuntersuchung (ASU), sie dürfen in die Umweltzone einfahren und sind leise. Die hohen Kosten für die Anschaffung solcher E-Fahrzeuge kann man umgehen, indem man sie least – in betrieblichen Fuhrparks durchaus gängige Praxis. Die bekannte Tankstelle für Agrardiesel mit lauten Pumpen und Ölabscheidern reduziert sich auf saubere Batterieschränke für die Leistungsspeicher und Ladesäulen für die Autos. Der Platzbedarf für die Energieversorgung des Fuhrparks sinkt.

Wartungskosten sinken

Vollelektrische Systeme sind viel einfacher konstruiert als jene mit Verbrennungsmotoren. Sie haben weniger Bau- und somit Verschleißteile. Folglich sinken die Wartungskosten für den Fuhrpark und den großen Maschinenbestand. Batterieelektrische Maschinen sind

TIPP

FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Das Verkehrsministerium Baden-Württemberg fördert seit 2022 elektrische Nutzfahrzeuge.⁴⁹ Bundesförderungen finden Sie unter www.foerderdatenbank.de/

in der Landwirtschaft noch nicht Standard, ihre Einführung wird einige Zeit dauern. Dennoch sind Landwirte gut beraten, vorab die Verfügbarkeit von unschlagbar günstigem Sonnenstrom aus eigener Erzeugung zu erhöhen. Früher oder später wird der Strombedarf für Fahrzeuge und Maschinen deutlich anwachsen – sicher nicht auf einen Schlag, aber schrittweise.

Vision: Landmaschinen fahren autonom

Schläge und Weiden gelten nicht als öffentliches Straßenland. Man kann sie relativ gut mit Sensoren ausstatten, sodass vollelektrische Maschinen autonom über die Äcker fahren – um Geräte zur Bodenbearbeitung zu schleppen, zu säen oder zu ernten. Die Prototypen der neuen Generation kommen deshalb ohne Fahrerkabine aus. Denn Elektrifizierung, Solarisierung und Digitalisierung wachsen zusammen: Die mobilen Maschinen werden per Laptop und GPS gesteuert. Ist es notwendig, sie über öffentliches Straßenland hinweg auf andere Schläge umzusetzen, nimmt sie ein Tieflader auf und erledigt den Transport. Das heißt, mit der Elektrifizierung werden die Arbeitskosten für die Bedienung solcher Maschinen deutlich sinken.

PRAXISBEISPIEL: E-TRAKTOR MIT 140 PS

E-Traktor mit 140 PS
Akkukapazität: 200 kWh (bei voller Ladung ca. 5 bis 8 Stunden einsatzfähig)

Vorteile:

- In Kombination mit eigener Photovoltaik-Anlage: kostenloses Tanken des E-Traktors mit eigenem Sonnenstrom
- Der Akku des Traktors kann als Stromspeicher verwendet werden, um damit zum Beispiel Melkmaschinen im Kuhstall zu betreiben
- Akku kann gewechselt werden, wenn er leer ist und

keine Zeit zum Laden bleibt

- Leiser Betrieb
- Emissionsfreier Betrieb

Nachteile:

- Nicht für schwere Arbeiten geeignet
- Teurer als nichtelektrische Vergleichsfahrzeuge (bis zu 30 Prozent teurer in der Anschaffung als ein vergleichbarer Dieselschlepper, Förderung bereits berücksichtigt)
- Das Aufladen mit Strom dauert bis zu acht Stunden
- Schwerer Wechselakku (250 Kilogramm)⁵⁰

PRAXISBEISPIELE: TRAKTOREN 75C ELECTRIC UND E100 VARIO

Auf der Agritechnica 2023 wurden u. a. zwei Modelle vorgestellt:

1. Case IH stellte den Farmall 75C Electric vor,

einen vollelektrischen Kompakttraktor, der zusätzlich über autonome Betriebsfunktionen verfügt. Der Traktor dient außerdem als stationäre Energiequelle für 220-V-Geräte. Der Farmall 75C kann sogar an Tesla-Ladesäulen aufgeladen werden. Dank der Gleichstrom-(DC)-Ladefunktion lässt sich die Batterie in weniger als einer Stunde von 10 auf 80 Prozent laden. Der Farmall 75C Electric ist baugleich mit dem New Holland T4 Electric Power, was beide

Traktoren zu fortschrittlichen, emissionsfreien Alternativen im modernen Ackerbau macht.⁵¹

2. Fendt präsentiert den e100 V Vario erstmals als Standard-Traktor. Dieser vollelektrische Traktor verfügt über eine 100 kWh Batterie und bringt bis zu 90 PS auf. Als Einsatzzeit gibt der Hersteller ungefähr 5 Stunden an. Es kann zwischen insgesamt drei Einsatzmodi gewählt werden: ECO, Dynamic und Dynamic+. Je nachdem, ob der Fokus auf maximaler Reichweite, Performance oder zusätzlicher Leistung über einen begrenzten Zeitraum liegt.

Parkplätze solar überdachen

Verständlicherweise ist der Spritbedarf in der Landwirtschaft sehr hoch. Um die Kostenbilanz des Betriebs nachhaltig zu verbessern, liegt in der Solarisierung und Elektrifizierung der Fuhrparks ein mächtiger Hebel. Hinzu kommt, dass der Betrieb die mit fossilen Brennstoffen

verbundenen Abgaben einsparen kann, etwa CO₂-Steuern. Um die notwendige Energie für elektrische Fahrzeuge aller Art zu erzeugen, bietet es sich an, Stellplätze und Parkflächen solar zu überdachen. Der Strom wird damit genau dort gewonnen, wo er auch verbraucht wird.⁵²

ALLE INFORMATIONEN ...

... rund um solarüberdachte Parkplätze sind auf unserer Homepage und den dort zum Download zur Verfügung stehenden Publikationen zu finden.⁴⁹

TIPP

E-Ladestationen für Gäste und Besucher

Hat sich ein landwirtschaftlicher Betrieb zur Elektrifizierung der betriebseigenen Fahrzeuge entschieden und Lademöglichkeiten installiert, bietet sich eine weitere Nutzungsmöglichkeit an. Indem Sonnenstrom für die E-Autos der Gäste und Besucher angeboten wird, zieht die der Landwirt Kunden für touristische oder

gastronomische Angebote an. Große Supermarktketten bieten Ladestationen mittlerweile flächendeckend an, um zahlungskräftiges Klientel anzulocken. Auch der Hofladen oder die Gaststube kann seinen Besuchern den Ladestrom vom Dach liefern, während die Gäste einkaufen oder eine Mahlzeit einnehmen.

INFO

BAUERNHOF-CAMPING

Als zusätzliche Einnahmequelle bieten manche Höfe Bauernhof-Camping an. Dies kann in Form einiger weniger Stellplätze für Wohnmobile geschehen bis hin zur Zeltplatz-Wiese oder beidem. Auch diese Gäste sind potenzielle Abnehmer des selbst produzierten Solarstroms – in diesem Fall nicht zum Laden der Elektroautos, jedoch zum Betreiben des Kühlschranks, Föns oder zum Laden ihrer elektrischen Geräte.

Landwirtschaft versorgt E-Autos

Mineralölkonzerne und Energieversorger rüsten die Autobahntankstellen mit Schnellladestationen aus. Abseits der Abfahrten schreitet der Ausbau langsamer voran. Hier können Landwirte zusätzliche Einnahmen erzielen. Ladepunkte im (halb)öffentlichen Raum unterliegen jedoch speziellen Vorschriften zur Eichung der Zähler,

elektrischen Installation und bzgl. der Abrechnungssysteme. Die Planung und gesetzeskonforme Installation kann an spezialisierte Dienstleister oder lokale Energieversorger abgegeben werden. Auch hier besteht die Möglichkeit, Stellflächen für E-Autos und Ladepunkte an Projektentwickler zu verpachten.

⁵¹ www.agrarheute.com/technik/traktoren/elektrischer-traktor-case-ih-tesla-saeule-laden-612222

⁵² Mehr dazu auf unserer Homepage unter www.photovoltatik-bw.de/themen/photovoltaik-parkplaetze

KOMBINATION MIT BIOENERGIE UND WINDKRAFT

Wärmeenergie aus Holz

In der Geschichte der Menschheit hat Holz als Rohstoff auch für die Energieerzeugung eine lange Tradition. Gerade in Baden-Württemberg kann Holz einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten. Denn Baden-Württemberg zählt mit seinem Waldanteil von 38,1 % der Landesfläche zu den walddreichsten Bundesländern; 30 % des in Deutschland produzierten Schnittholzes stammen allein aus Baden-Württemberg. Sowohl Größe der Waldfläche als auch der Umfang der wirtschaftlichen Nutzung sind für die Holzenergie von Bedeutung, da sowohl Brennholz als auch Nebenprodukte zur Energiegewinnung genutzt werden können. Nebenprodukte entstehen beispielsweise bei der Forst- und Waldpflege (z. B. Hackschnitzel) und in Sägewerken und holzverarbeitender Industrie (Hackschnitzel, Sägespäne u. a. als Pellets).

Holz ist hierbei ein sogenannter „CO₂-neutraler“ Energieträger, da bei der Umwandlung in Wärme nicht mehr CO₂ frei wird, als während des Wachstums eingelagert wurde und sowieso bei der Verrottung des Holzes frei würde.⁵³ Aus dem ohnehin regenerativen Energieträger Holz lässt sich effizient Wärme, aber auch Strom erzeugen. Holz empfiehlt sich dabei insbesondere auch auf Grund seiner hohen Flexibilität in der Energiebereitstellung als wertvolle Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energien.

Zu beachten ist jedoch, dass die Handhabung des Brennstoffs (Lagerung, Bestückung der Kessel) mitunter erhebliche Kosten verursachen kann. Die Entsorgung der Asche sowie die Beseitigung von Schlacke ist ein weiterer Posten, der nicht unterschätzt werden sollte.

Zudem gelten Holzfeuerungen als Anlagen, die dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) unterliegen. Sie brauchen Filter, um Abgase und Partikel (Ruß) zu vermeiden. Außerdem sollte Wert auf eine nachhaltige Waldbewirtschaftung gelegt werden (nicht mehr ernten als nachwachsen kann).

Strom und Wärme aus Biogas

Als Energiequelle, die direkt speicherbar ist, ergänzt Biogas den erneuerbaren Strom aus Sonne, Wind & Co. in idealer Weise. In Baden-Württemberg gibt es zahlreiche Betriebe, die Biogasanlagen betreiben.⁵⁴ Grünschnitt und andere Silage wird mit Gülle im Fermenter vergoren. Das gewonnene Biogas (Methan) wird in gasbetriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW) verstromt. Die Abwärme der BHKW kann für Heizzwecke, zur Kühlung, Prozessenergie oder Warmwasserbereitung genutzt werden.

PRAXISBEISPIEL: BIOHOF ELMENGRUND IN MAUENHEIM

Der Hof Elmengrund in Mauenheim engagiert sich seit vielen Jahren für erneuerbare Energien. Im ersten Bioenergiedorf Baden-Württembergs hat der Betrieb Photovoltaikanlagen auf seinen Gebäuden installiert.

Diese Anlagen produzieren zuverlässig Strom und tragen damit erheblich zum Klimaschutz bei. Für landwirtschaftliche Betriebe bieten sich solche Anlagen besonders an, sei es zur Eigenstromnutzung oder zur Verpachtung der Dachflächen.



Quelle: Photovoltaik-Netzwerk BW/ Kuhnle & Knödler

Sonnenstrom und Windkraft

Noch effizienter ist die Kombination aus Sonnen- und Windstrom. Photovoltaikanlagen erzeugen den Großteil ihrer Energie in den sonnenreichen Monaten von Frühjahr bis Herbst, während Windkraftanlagen besonders in den windstarken Wintermonaten hohe Erträge liefern. So ergänzen sich beide Energiequellen optimal und sorgen

für eine kontinuierliche Stromversorgung über das ganze Jahr hinweg. Landwirtschaftsbetriebe verfügen oftmals über ausreichend Fläche, um fernab von Siedlungen kleinere Windräder zu installieren. Sie leisten zwischen 20 und 100 Kilowatt und werden an niedrigeren Masten errichtet (unter 50 m). Zum Vergleich: Moderne Windenergieanlagen

an Land weisen bei einer durchschnittlichen Nabenhöhe von 130 m und einem Rotordurchmesser von 120 m eine Leistung von über 3,2 Megawatt auf. In freistehendem Gelände mit guten Windbedingungen laufen die Windräder zwischen 2.500 und 3.500 Stunden im Jahr, vornehmlich in Herbst und Winter. Eine Turbine mit 50 Kilowatt (ca. 25-30 m hoher Turm) liefert demnach beachtliche 125.000 bis 175.000 Kilowattstunden. Zu beachten ist, dass Windenergieanlagen bis 10 m Höhe verfahrensfreie Vorhaben gemäß Landesbauordnung (LBO) Baden-Württemberg sind. Höhere Anlagen sind genehmigungspflichtig.

Klug geplant, kann sich ein landwirtschaftlicher Betrieb aus Wind und Sonne durchaus autark versorgen – oder beinahe autark. Das Stromnetz wird lediglich als Superbatterie genutzt, um Reststrom zu kaufen oder um Überschüsse einzuspeisen. Wie Solarfelder sind Windrotoren sinnvollerweise durch Zäune und Überwachungstechnik zu sichern. Es handelt sich um technische Systeme mit hohen elektrischen Spannungen und Stromstärken, die nicht ohne Weiteres zugänglich sein sollten. Laufende Betriebsüberwachung durch geeignete Monitoringsysteme ist auch in der Windkraft selbstverständlich.



Quelle: naturstrom

HERAUSFORDERUNGEN UND CHANCEN DER PHOTOVOLTAIK IN DER LANDWIRTSCHAFT

Photovoltaik bietet für landwirtschaftliche Betriebe vielfältige Möglichkeiten, sei es auf Dachflächen, Freiflächen oder durch Agri-Photovoltaik. Doch neben den vielen Vorteilen gibt es auch einige Herausforderungen, die kritisch beleuchtet werden müssen.

Ein zentraler Aspekt ist die wirtschaftliche Belastung durch die Anfangsinvestitionen. Besonders kleine und mittlere Betriebe sehen sich oft mit hohen Kosten konfrontiert, die trotz staatlicher Förderungen schwer zu stemmen sind. Dachanlagen sind in der Regel genehmigungsfrei und einfach zu installieren, bieten jedoch oft weniger Kapazität als Freiflächenanlagen.

Zudem erfordert die Statik vieler älterer Gebäude teure Umbauten, um Solarmodule sicher zu installieren. Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen stellen ebenfalls eine große Investition dar und können in der Region auf Widerstand stoßen, selbst wenn unfruchtbare Ackerflächen in Solarparks umgewandelt werden. Hier ist die Flächennutzung ein sensibles Thema, da landwirtschaftliche Produktion nicht zugunsten der Energiewende eingeschränkt werden sollte.

Bei Freiflächenanlagen wird häufig die Sorge geäußert, dass wertvolle Anbauflächen für Nahrungsmittel verdrängt werden. Diesem Aspekt stehen jedoch sowohl die Maßgabe gegenüber, nur minderwertige Ackerflächen für eine Freiflächenanlage zu verwenden als auch die Option, auf guten Böden Projekte durch Agri-Photovoltaik zu realisieren, bei denen Flächen doppelt genutzt werden können – für die Energieerzeugung und den Anbau von Pflanzen.

Diese Modelle haben großes Potenzial, erfordern jedoch eine hohe Anfangsinvestition und technische Expertise. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen sind zwar gegeben, jedoch oft komplex. Genehmigungsverfahren, bürokratische Hürden und unterschiedliche Fördermöglichkeiten auf Landes- und Bundesebene machen es für Landwirte mitunter schwer, den Überblick zu behalten.

Zudem gibt es regionale Unterschiede in der Flächenkulisse und Anforderungen an Freiflächen-Photovoltaikanlagen,

die eine individuelle Beratung unumgänglich machen. Ein weiterer kritischer Punkt bei der Integration von Photovoltaikanlagen in der Landwirtschaft bleibt der schleppende Netzausbau, der mit der zunehmenden Anzahl an Anlagen nicht Schritt hält. Ohne entsprechende Netzinfrastruktur riskieren viele Projekte Verzögerungen oder begrenzte Einspeisemöglichkeiten, was die wirtschaftliche Flexibilität und die Effizienz der Energiewende in diesem Bereich erheblich beeinträchtigen kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Photovoltaik für landwirtschaftliche Betriebe eine äußerst attraktive und nachhaltige Möglichkeit darstellt, Energiekosten zu senken, die Abhängigkeit von externen Energieanbietern zu reduzieren und eine zusätzliche Einkommensquelle zu schaffen. Durch die Eigenversorgung mit Solarstrom wird nicht nur die Kostensicherheit erhöht, sondern auch die Unabhängigkeit gestärkt, da Betriebe ihre Energiebedarfe weitgehend selbst decken können. In Zeiten steigender Energiepreise und Unsicherheiten auf den globalen Energiemärkten bietet dies einen erheblichen Vorteil.

Darüber hinaus trägt die Nutzung von Photovoltaik zur Klimaschutzstrategie des Bundes bei, indem der CO₂-Ausstoß reduziert wird. Die doppelte Nutzung der Flächen, wie bei Agri-Photovoltaik, bietet eine weitere Möglichkeit, Landwirtschaft und Energieproduktion optimal zu kombinieren, ohne wertvolle Ackerflächen zu verlieren. Auch wenn Herausforderungen bei Finanzierung, Planung und gesetzlichen Vorgaben bestehen, sollte das niemanden abschrecken. Die Vereinfachung von Genehmigungsverfahren und der Bürokratieabbau müssen auf anderen Ebenen angestoßen werden.

Durch gezielten Austausch mit Solarunternehmen und Forschungseinrichtungen sowie die Nutzung bestehender Förderungen können Betriebe dennoch den Photovoltaik-Ausbau vorantreiben und sich zukunftssicher aufstellen.

PRAXISBEISPIEL: BAUERNHOF IN BAYERN ERPROBT AUTARKEN BETRIEB

Der Huabahof in der Gemeinde Königsdorf ist autark. Wissenschaftlich begleitet testet Familie Demmel hier, wie zukunftsfähige und ressourcenschonende Landwirtschaft aussehen kann. Dazu gehören eine PV-Anlage auf

dem Dach, elektrische Fahrzeuge und Maschinen sowie ein Energiemanagementsystem. Ohne Fördermittel sei dies aber noch zu teuer zum Nachahmen.

CHECKLISTE PHOTOVOLTAIK IN DER LANDWIRTSCHAFT

1. Bedarfsanalyse und Zielsetzung

- Eigenbedarf ermitteln:** Wie viel Energie benötigen Sie aktuell?
Welche Einsparungen erwarten Sie durch Eigenverbrauch?
- Ziel der Anlage festlegen:** Eigenverbrauch, Netzeinspeisung oder eine Kombination?
- Art der Photovoltaik-Anlage auswählen:** Dachanlage, Freiflächenanlage oder Agri-Photovoltaik?
Welche passt am besten zu meinem Betrieb?

2. Finanzierung und Fördermöglichkeiten prüfen

- Finanzierungsbedarf ermitteln:** Eigenkapital vorhanden? Kredite erforderlich?
Möchte ich die Fläche verpachten?
- Förderprogramme in Baden-Württemberg:** Förderungen der KfW, L-Bank
oder spezifische Landesprogramme prüfen
- Wirtschaftlichkeitsberechnung:** Kalkulation der Investition.
- Versicherung:** Passende Versicherungsangebote für die Photovoltaik-Anlage einholen.

3. Standortanalyse und Eignungsprüfung

- Dachanlage:**
 - Photovoltaik-Pflicht beachten:** Seit 2022 gilt in Baden-Württemberg eine Photovoltaik-Pflicht für neu gebaute oder grundlegende renovierte Wohn- und Nichtwohngebäude sowie große Parkplätze.
 - Statik prüfen:** Ist das Dach tragfähig genug für die Photovoltaik-Module?
 - Ausrichtung und Neigung:** Optimale Ausrichtung und Neigungswinkel überprüfen.
 - Verschattung:** Gibt es Bäume oder Gebäude, die Schatten auf das Dach werfen?
- Freiflächenanlage:**
 - Flächenverfügbarkeit:** Geeignete Flächen vorhanden?
 - Bodenbeschaffenheit:** Ist der Boden stabil genug für die Installation? Naturschutzrechtliche Einschränkungen?
 - Einspeisepunkt:** Entfernung zum nächstgelegenen Netzanschlusspunkt prüfen. Rechtzeitig Einspeisebegehren stellen.
- Agri-Photovoltaik:**
 - Landnutzung:** Kann die Fläche weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden?
Ist der Standort für Agri-Photovoltaik geeignet?
 - Varianten der Agri-Photovoltaik:** Welche Variante ist für meine Fläche passend?

4. Rechtliches und Genehmigungsfragen klären

- Dachanlage:**
 - Photovoltaik-Pflicht umsetzen:** Erfüllt die geplante Anlage die gesetzlichen Anforderungen der Photovoltaik-Pflicht?
 - Baugenehmigung:** Prüfen, ob eine Baugenehmigung erforderlich ist, besonders bei denkmalgeschützten Gebäuden.
 - Bauamt kontaktieren:** Klärung der lokalen Vorschriften.



Freiflächenanlage:

- Flächenkulisse:** Ist der Bau einer Photovoltaik-Freiflächenanlage auf der vorgesehenen Fläche erlaubt?
- Baugenehmigung:** Notwendige Genehmigungen einholen (nur noch bis LBO-Novelle – voraussichtlich im Juli 2025 – in Kraft tritt).
- Naturschutzrechtliche Genehmigungen:** Genehmigungen klären/einholen

Agri-Photovoltaik:

- Naturschutzrechtliche Genehmigungen:** Genehmigungen klären/einholen
- Agrarrechtliche Fragen:** Bleibt die Fläche weiterhin als landwirtschaftliche Fläche eingestuft?
- Förderprogramme:** Informieren Sie sich über spezielle Förderungen für Agri-Photovoltaik.
- Baugenehmigung:** Besondere Genehmigungen für die Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik prüfen.

5. Angebote einholen und Vertrag abschließen

- Fachbetrieb auswählen:** Holen Sie mehrere Angebote von qualifizierten Fachbetrieben ein.
- Technische Planung:** Lassen Sie eine detaillierte technische Planung erstellen.
- Wartungsvertrag:** Klären, ob Wartung und Instandhaltung im Vertrag enthalten sind.

6. Installation und Inbetriebnahme

- Baubegleitung:** Überwachen Sie den Bauprozess oder beauftragen Sie einen Experten.
- Netzanschluss:** Organisieren Sie den Netzanschluss in Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber.
- Inbetriebnahme:** Lassen Sie die Anlage durch den Fachbetrieb in Betrieb nehmen.
- Anmeldung:** Melden Sie die Anlage beim Netzbetreiber und im Marktstammdatenregister an.

7. Betrieb, Wartung und Monitoring

- Regelmäßige Wartung:** Planen Sie regelmäßige Wartungen, um die optimale Leistung der Anlage sicherzustellen.
- Ertragsüberwachung:** Installieren Sie Monitoring-Systeme, um die Leistung der Anlage zu überwachen und Abweichungen frühzeitig zu erkennen.
- Versicherungsschutz:** Überprüfen Sie regelmäßig den Versicherungsschutz und passen Sie diesen gegebenenfalls an.

Hinweis: Diese Checkliste ist als grobe Übersicht und Anhaltspunkte zu verstehen. Viele Schritte können und sollten, wenn möglich parallel ablaufen, um wertvolle Zeit zu sparen. Sollten Sie den Bau einer Anlage in Betracht ziehen, wenden Sie sich unbedingt an Fachpersonal. Zögern Sie auch nicht, sich bei Fragen an uns zu wenden. Das Photovoltaik-Netzwerk Baden-Württemberg steht Ihnen gerne zur Seite und hilft Ihnen, die richtigen Kontakte zu knüpfen. Unsere Beratung ist neutral und kostenlos.



ANSPRECHPARTNER



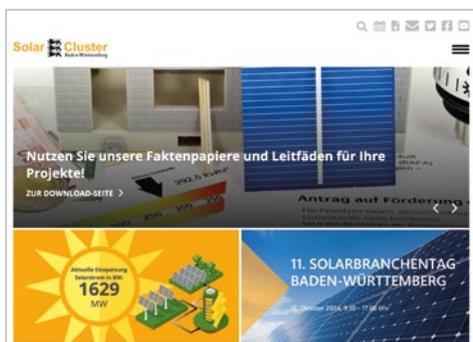
Homepage der 12 regionalen Netzwerke im Verbund des Photovoltaik-Netzwerks Baden-Württemberg

Quelle: www.photovoltaik-bw.de

Photovoltaik-Netzwerk Baden-Württemberg

Zwölf regionale Photovoltaik-Netzwerke treiben den Ausbau der Photovoltaik voran – und bringen dafür Interessierte, Photovoltaik-Akteure und Verantwortliche zusammen. Worum es geht? Die Menschen für die Solarenergie zu begeistern. Aktiv im Netzwerk sind Energieagenturen, Genossenschaften, Stadtwerke, Installationsbetriebe, Hochschulen, Unternehmen, Kommunen, Landkreise etc. Alle können mitwirken und das Netzwerk für ihre Projekte nutzen – egal ob auf dem Dach, an der Fassade oder auf der Freifläche. Die zwölf regionalen Netzwerke werden durch das Solar Cluster BW und die KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg koordiniert und vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert.

www.photovoltaik-bw.de



Solar Cluster Baden-Württemberg e.V.

Das Solar Cluster Baden-Württemberg e.V. vertritt und vernetzt über 70 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus allen Teilen der solaren Wertschöpfungskette. Ziele der südwestdeutschen Branchenvereinigung sind der beschleunigte Ausbau der Solarenergie in Baden-Württemberg und die Unterstützung der regionalen Solarbranche. Seinen Mitgliedern bietet der Verein zahlreiche Möglichkeiten, Kontakte zu Unternehmen, Forschung und Politik zu knüpfen, regelmäßige Veranstaltungen sowie eine starke Stimme in der Öffentlichkeit.

www.solarcluster-bw.de



Impressum

Herausgeber	Solar Cluster Baden-Württemberg e.V. Meitnerstr. 1, 70563 Stuttgart Mail: info@solarcluster-bw.de www.solarcluster-bw.de
V.i.S.d.P	Andreas Schlumberger (Solar Cluster BW)
Idee und Konzept:	Antonia Gordt und Irina Kroo (Solar Cluster BW)
Autoren	Irina Kroo (Solar Cluster BW) Antonia Gordt (Solar Cluster BW) Dr. Immanuel Schäfer (Bodensee-Stiftung) Heiko Schwarzbürger (Alfons W. Gentner Verlag GmbH & Co. KG, basierend auf dem Original, stark überarbeitet)
Titelbild	Solarpark Zwiefaltendorf. EnBW / Fotograf: Uli Deck
Satz und Layout	www.kissundklein.de , Konstanz
Druck	Welker Druck, Neckarsulm.
Papier	klimaneutral gedruckt auf 100 % Altpapier.
Auflage	1. Auflage (April 2025)

Dieser Leitfaden ist im Rahmen des Projekts Photovoltaik-Netzwerk Baden-Württemberg entstanden. Das Photovoltaik-Netzwerk wird vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert.

Copyright: Alle im vorliegenden Leitfaden veröffentlichten Inhalte sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei Solar Cluster Baden-Württemberg e.V. Nachdruck, Aufnahme in Datenbanken, Onlinedienste und Internetseiten sowie Vervielfältigung auf Datenträgern und Verarbeitung sind – auch in Auszügen – nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung durch Solar Cluster Baden-Württemberg e.V. gestattet.

Haftungsausschluss: Die Inhalte des vorliegenden Leitfadens wurden von den Autoren nach bestem Wissen und Kenntnisstand zusammengestellt. Trotz sorgfältiger Prüfung aller Inhalte kann der Leitfaden nach kurzer Zeit oder z. B. nach Änderungen von Gesetzen oder anderen Rahmenbedingungen nicht mehr aktuell sein. Daher wird für die Inhalte, die Richtigkeit und Vollständigkeit des vorliegenden Leitfadens keine Haftung oder Gewähr übernommen. Soweit der Inhalt dieses Leitfadens ganz oder in Teilen zur Grundlage eigener Entscheidungen gemacht wird, übernehmen die Autoren und der Herausgeber keine Verantwortung oder Haftung. Der Leitfaden stellt eine Einführung in die Thematik dar und die genannten Vorschläge ersetzen keine Planung oder Prüfung im Einzelfall.

Gefördert durch:  Baden-Württemberg
Ministerium für Umwelt, Klima
und Energiewirtschaft

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Förderprogramme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft von Baden-Württemberg:
<https://um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/informieren-beraten-foerdern>

Förderangebote des Ministeriums für Landwirtschaft in Baden-Württemberg:
<https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/unser-service/foerderprogramme>

Förderdatenbank der KEA-BW
www.kea-bw.de/foerderdatenbank

Modelregion Agri-Photovoltaik Baden-Württemberg
www.agripv-bw.de

Fraunhofer Leitfaden Agri-Photovoltaik
www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html

Systemanwendungen Agri-Photovoltaik
www.baywa-re.de/de/solar/systemanwendungen/agri-pv

Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
www.pv-fakten.de

Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
www.bmel.de

Zahlen und Daten zur Energiewende und Photovoltaik in BW „Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2022“
Umweltministerium Baden-Württemberg (2023)
www.um.baden-wuerttemberg.de

Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg, Photovoltaik-Pflicht für Gebäude und Parkplätze inkl. Verordnung
(Details zur Umsetzung)
www.um.baden-wuerttemberg.de

Baden-Württembergischer Genossenschaftsverband e.V.
www.wir-leben-genossenschaft.de

Übersicht der Flächenkulisse „Energieatlas Baden-Württemberg“
www.energieatlas-bw.de

Photovoltaik Faktenblätter
www.photovoltaik-bw.de/themen

Photovoltaikrechner der DGS
www.dgs.de/service/kooperationen/pvrechner/

NABU
www.nabu.de

Landesbauernverband in Baden-Württemberg e. V. (LBV)
www.lbv-bw.de/

Badischer Landwirtschaftlicher Hauptverband e.V. (BLHV)
www.blhv.de/

WIR FÜR SIE DA – IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Die Akteure des Photovoltaik-Netzwerks Baden-Württemberg unterstützen Sie als Unternehmen gerne mit Informationen, Beratung, Wissen, Erfahrungen und Veranstaltungen



www.photovoltaiik-bw.de



Quelle: Solar Cluster Baden-Württemberg



BADEN-WÜRTTEMBERG

Sonnenstrom – einfach gut!

Nutzen Sie die **Chance**,
die Photovoltaik bietet –
sichern Sie sich langfristig stabile Erträge,
senken Sie Ihre Energiekosten und
leisten Sie gleichzeitig
einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz.

Jetzt ist der richtige Zeitpunkt,
Ihr Potenzial als Energiewirt zu entdecken und
Ihren Betrieb zukunftssicher aufzustellen!



www.photovoltaik-bw.de