

[Startseite](#) > [Sonne](#) > [Photovoltaik](#) > [Umweltaspekte](#)

## Umweltaspekte

Photovoltaik stellt eine wichtige Komponente im regenerativen Energiemix dar. Fast ein Zehntel der weltweiten PV-Leistung ist in Bayern installiert!

Da Photovoltaik-Anlagen während des Betriebs emissionsfrei sind, benötigen sie keine Mindestabstände wie z. B. Windenergieanlagen und können beispielsweise als Dachflächenanlagen direkt in bebaute Gebiete integriert werden. Aber wie bei allen Techniken muss auch hier die Frage nach den Umweltbelastungen gestellt werden.

### Umweltbelastungen bei der Herstellung

Bei der Herstellung von Solarzellen wird viel Energie benötigt. Hinzu kommt weiterer Energiebedarf für bei Transport und Installation sowie später bei Abbau und Entsorgung. Solarzellen liefern im Betrieb jedoch so viel Strom, dass sie nach bereits 0,5 - 1,5 Jahren die Energie erzeugt haben, die dafür verbraucht wurde. Bei einer erwarteten Lebensdauer von 20-30 Jahren produziert eine Solarzelle also viel mehr Energie, als für ihre Herstellung, Transport, Installation, Abbau und Entsorgung benötigt wird.

Bei der Herstellung können je nach Verfahren auch umweltschädliche Stoffe eingesetzt werden. Beispielsweise kann bei der Herstellung von Dünnschichtzellen Stickstofftrifluorid verwendet werden, das als starkes Treibhausgas bekannt ist. Durch entsprechende Verfahren kann die Emission solcher Stoffe aber verhindert werden. Zudem verlieren Dünnschichtzellen derzeit an Bedeutung, da andere Techniken mit höherem Wirkungsgrad im Preis gesunken sind.

Die Gesamtumweltwirkung der Stromerzeugung aus PV hat die bifa Umweltinstitut GmbH (bifa) mit der durchschnittlichen Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern verglichen. Die Studie aus 2013 kommt zu dem Ergebnis, dass PV-Strom nur 5-10 % der Umweltbelastungen fossiler Energieträger verursacht. Im Vergleich dazu sind die Unterschiede zwischen den einzelnen PV-Technologien gering.

### Ressourcenverbrauch und Schadstoffausstoß

In den meisten Solarzellen kommt Silizium als Halbleiter zum Einsatz. Silizium ist ein Element, das nahezu unbegrenzt verfügbar ist. Andere Solarzellentypen verwenden als Halbleiter Indium, Gallium, Tellur oder Selen, deren Verfügbarkeit deutlich eingeschränkter ist. Diese Anlagen machen jedoch nur einen kleinen Anteil der in Deutschland installierten Anlagen aus.

Solarzellen stoßen während ihres Einsatzes keine Schadstoffe aus, weshalb sie eine positive Umweltbilanz aufweisen. Sie verursachen daher auch nur sehr geringe sogenannte externe Kosten. Als externe Kosten bezeichnet man all diejenigen Kosten, die nicht vom Verursacher bezahlt werden und von der Allgemeinheit getragen werden (z. B. Kosten für Gesundheits- und Umweltschäden durch Abgase).

Die externen Kosten von Photovoltaikanlagen liegen bei etwa 1,2 Cent pro Kilowattstunde, laut der Untersuchung "Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr" (siehe "Links und Downloads") des Umweltbundesamtes.

Vergleich zu anderen Energiequellen:

- 3,8 Cent für Biomasse
- 4,9 Cent für Erdgas
- 8,9 Cent für Steinkohle
- 10,7 Cent für Braunkohle

Das bedeutet, für jede mit Photovoltaik hergestellte Kilowattstunde zahlt der Verbraucher zusätzlich zum Strompreis 1,2 Cent durch anderweitig auftretende Kosten. Für jede mit Braunkohle hergestellte Kilowattstunde zahlt er dagegen zusätzlich 10,7 Cent. Verglichen mit dem derzeitigen Energie-Mix spart jede Kilowattstunde aus PV statistisch über 6 Cent an externen Kosten ein, die ansonsten die Allgemeinheit tragen müsste.

## Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen

Während bei Dachflächenanlagen der Flächenverbrauch keine Rolle spielt, wird die Nutzung von Freiflächen für Photovoltaikanlagen mitunter kritisch gesehen.

Dazu sollte beachtet werden:

Nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) werden seit 2010 nur noch Freiflächen-PV-Anlagen vergütet, die auf folgenden Flächen aufgestellt werden:

- bereits versiegelte Flächen wie Stellplätze
- sogenannte Konversionsflächen wie Deponien, Abraumhalden, Truppenübungsplätze und Munitionsdepots
- Flächen in maximal 110 Meter Abstand von Autobahnen oder Bahnlinien.
- 2016 und 2017 können im Rahmen der Ausschreibung zur Förderung von Freiflächenanlagen jährlich auch maximal 10 Gebote auf Ackerflächen einen Zuschlag erhalten. Bedingung dafür ist, dass die Flächen in benachteiligten Gebieten liegen, auf denen die landwirtschaftliche Produktion nur erschwert möglich ist oder die nur bedingt ertragsreich sind.

Eine Flächenkonkurrenz zu agrarisch genutzten Flächen existiert also kaum, zumindest nicht für Anlagen, die seit 2010 installiert wurden.

## Freiflächenanlagen und Naturschutz

Werden bei der Gestaltung von PV-Freiflächenanlagen auch ökologische Aspekte berücksichtigt, können sie - insbesondere in agrarisch intensiv genutzten Regionen - für Kleintiere einen Rückzugsraum bilden.

Bei geschickter Einbindung von PV-Freiflächenanlagen in vorhandene Biotop-Strukturen und Landschaftsbild können PV-Freiflächenanlagen eine ökologische Aufwertung bewirken, beispielsweise durch:

- Steigerung der Arten- und Strukturvielfalt durch Umwandlung von intensiv bewirtschaftetem Acker in extensives Grünland,
- Verbesserung der Biotopvernetzung,
- Reduzierung der Belastung durch Düngung und Pflanzenschutzmittel für die Schutzgüter Boden und Wasser,
- Reduzierung bzw. Unterlassung der Bodenbearbeitung.

Bei der Wahl des Standorts der Anlagen sollten bereits vorhandene Strukturen für die bessere Einbindung in das Landschaftsbild berücksichtigt werden. Je nach Gegebenheiten vor Ort kann zum Beispiel eine Lage am Waldrand dazu beitragen, die Anlage besser (und ohne größeren zusätzlichen Aufwand) in das Landschaftsbild einzufügen. Aber auch in ebenen Landschaften können Solarparks landschaftsverträglich errichtet werden. Ausschlaggebend ist, ob bei der Gestaltung des Solarparks die Gegebenheiten vor Ort berücksichtigt werden.

Praxisnahe Informationen und Beispiele zur ökologischen Gestaltung von PV-Freiflächen enthält der "Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen" des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz. Kommunen, Projektierer und Betreiber erhalten Anregungen von der Standortwahl bis zum Rückbau.

Ebenso wie der Kriterienkatalog für die naturverträgliche Errichtung von Freiflächenanlagen des Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) und der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft (UVS) aus dem Jahr 2005 empfiehlt der Leitfaden, dass

- Grünflächen der PV-Anlagen nur extensiv gepflegt werden (z. B. Beweidung durch Schafe).
- auf Düngung verzichtet wird, ebenso auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (ohnehin nur mit Ausnahmegenehmigung zulässig).
- die Umzäunung für Kleinsäuger und Amphibien keine Barriere darstellen darf.
- die Anlage gut in die Landschaft eingebunden sein sollte.

In Wasserschutzgebieten dürfen Freiflächenanlagen nur eingeschränkt platziert werden (mehr dazu unter "Links und Download" im LfU-PV-Leitfaden, Kapitel 3.2.4).

## Elektromagnetische Strahlung

Photovoltaikmodule erzeugen Gleichstrom. Die dabei auftretenden elektrischen und magnetischen Gleichfelder sind für die Gesundheit unproblematisch. Das elektrische Feld ist in wenigen Zentimetern kaum noch nachweisbar, das magnetische Feld nimmt im Abstand von 30 bis 50 cm Werte an, die dem natürlichen Erdmagnetfeld entsprechen.

Durch einen Wechselrichter erfolgt die notwendige Umwandlung in Wechselstrom, dabei entstehen auch höherfrequente Wechselfelder. Ein durchdachter Aufbau der Anlage reduziert die Immissionen auf ein Minimum. So sollte der Wechselrichter beispielsweise nicht in unmittelbarer Nähe von Daueraufenthaltsbereichen liegen.

## Schallbelastung

Mögliche Lärmquellen bei Photovoltaikanlagen sind der Wechselrichter und der Trafo. Das sollte bei der Installation von Dachanlagen oder Freiflächenanlagen in der Nähe von Wohnbebauung beachtet werden. Bei größeren Anlagen (ca. 1 MWp) empfiehlt es sich, vor Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage einen Schallgutachter einzuschalten.

Bei nachgeführten Freiflächenanlagen kann auch die Nachführung ein Geräusch verursachen, was jedoch bei fachmännisch installierten Anlagen in der Regel vernachlässigbar ist.

## Brandgefahr und Verbrennungsprodukte

Im Rahmen eines Expertenworkshops wurde festgestellt, dass Photovoltaikanlagen im Vergleich mit anderen technischen Anlagen kein erhöhtes Brandrisiko darstellen. Auf eine fachgemäße Installation z. B. durch einen Handwerker ist jedoch unbedingt zu achten. Ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördertes Forschungsprojekt unterstützt diese Einschätzung. Die Ergebnisse sind in einem Leitfaden zusammengefasst, der Installateuren und Betreibern Empfehlungen gibt, wie sie die Risiken auch für ältere Anlagen minimal halten können.

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE),  
Branddirektion München und weitere:

[Leitfaden "Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung"](#)

Dünnschichtzellen wie Cadmiumtellurid-Zellen können bei Bränden Schadstoffe freisetzen. Untersuchungen zufolge liegt bei Hausbränden die Belastung dadurch allerdings unterhalb der gesetzlich festgelegten Störfallbeurteilungswerte und ist somit geringer als durch andere Gebäudeteile.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Berechnungen von Immissionen beim Brand einer Photovoltaik-Anlage aus Cadmiumtellurid-Modulen](#)

## Entsorgung von PV-Modulen

Es gibt derzeit allein in Bayern über 400.000 Photovoltaikanlagen. Diese brauchen früher oder später gesicherte Entsorgungswege. Sind PV-Altmodule zu entsorgen, sollte man sich an den Installateur wenden. PV-Altmodule können aber auch kostenlos einem Sammelsystem (z. B. dem europaweiten Rücknahmesystem PV Cycle) zugeführt werden. Mit der Sammelstellensuche der "stiftung elektro-altgeräte register (ear)" kann man die nächst gelegene Sammelstelle herausfinden. Den Link hierzu finden Sie unter "Links und Downloads" am Ende dieser Seite.

Seit Anfang 2016 ist auf Grundlage des novellierten Elektrogerätegesetzes die kostenlose Abgabe von PV-Altmodulen in haushaltsüblichen Mengen auch an kommunalen Sammelstellen möglich. In spezialisierten Behandlungsanlagen können die Hauptbestandteile (Glas, Aluminium, Kupfer) aus den Altmodulen zurückgewonnen und wiederverwertet werden. Teilweise können bereits auch bestimmte Halbleitermaterialien (z. B. Cadmiumtellurid) recycelt werden. Für den An- und Verkauf von gebrauchten Photovoltaikprodukten hat sich mittlerweile ein interessanter Zweitmarkt gebildet.

---

## Links und Downloads

### Allgemein

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen](#)

[Broschüre "Sonnenenergie" \(S. 5 f.\)](#)

Umweltbundesamt:

[Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr](#)

Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) und Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V. (Nachfolge-Organisation: Bundesverband Solarwirtschaft e.V. - BSW)

[Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen](#)

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE):

[Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland](#)

bifa Umweltinstitut GmbH:

[Ökoeffizienzanalyse von Photovoltaikmodulen](#)

EnergieAgentur.NRW:

[Broschüre "Klimaschutz mit Bürgerenergieanlagen"](#)

### **Brandgefahr und Verbrennungsprodukte**

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Berechnungen von Immissionen beim Brand einer Photovoltaik-Anlage aus Cadmiumtellurid-Modulen](#)

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE),

Branddirektion München und weitere:

[Leitfaden "Bewertung des Brandrisikos in Photovoltaik-Anlagen und Erstellung von Sicherheitskonzepten zur Risikominimierung"](#)

BSW, BFSB, Berufsfeuerwehr München, DGS, ZVEH:

[Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen](#)

VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut GmbH, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft:

[Technischer Leitfaden Photovoltaikanlagen](#)

Deutscher Feuerwehrverband e. V. (DFV):

[Handlungsempfehlungen Photovoltaikanlagen – Checkliste "Vorgehensweise im Schadensfall für stromerzeugende Solaranlagen"](#)

### **Entsorgung von PV-Modulen**

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU):

[Entsorgung von Photovoltaikanlagen](#)

stiftung elektro-altgeräte register (ear):

[Sammelstellensuche](#)

SecondSol:

[Zweitmarkt für Wiederverwendung von gebrauchten PV-Modulen](#)

## **Weitere Themen im Bereich Sonne:**

- [Solarthermie](#)
- [Photovoltaik](#)
  - [So geht's...](#)
  - [Kleine Physik](#)
  - [Arten der Nutzung](#)
  - [Praxisbeispiele](#)
  - [Potenzial](#)
  - [Umweltaspekte](#)
  - [Auslegung der Anlage](#)
  - [Förderung](#)
  - [Genehmigung](#)

- [Daten und Fakten](#)
- [FAQ](#)
- [Solarflächenbörse](#)

Hier geht es zum Kartenteil des Energie-Atlas Bayern: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten>

Bitte beachten Sie, dass nicht alle Inhalte der Internetseite im pdf wiedergegeben werden können! Um alle Inhalte sehen zu können bitten wir Sie, die gewünschte Seite im Internet zu besuchen.

Stand: 26.03.2019

© StMWi

[Zum Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie](#)