

Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen



natur



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Impressum

Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
Fax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung/Text/Konzept:

LfU, Referat 52, Heidemarie Niedermeir-Stürzer,
LfU, Ökoenergie-Institut Bayern, Simone Klett

Helmut Wartner, Wartner & Zeitler Landschaftsarchitekten bdla + Stadtplaner, Bismarckplatz 18, 84034 Landshut
Beiträge zu Kapitel 4.1

Marion Linke, Ruth Dries, Marion Linke + Klaus Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA, Papiererstr. 16, 84034 Landshut
Beiträge zu Kapitel 3.3, 5.1 und 6.1

Jörg Ermisch, Ermisch & Partner, Landschaftsplanung, Gartenstr. 13, 91154 Roth
Gesamtüberarbeitung

Bildnachweis:

Alle Abbildungen: Bayerisches Landesamt für Umwelt, sofern keine abweichenden Angaben gemacht sind.

Übrige Abbildungen:

Jörg Ermisch, Ermisch & Partner, Landschaftsplanung, Gartenstr. 13, 91154 Roth

Barbara Grundner-Köppel (BGK), Landschaftsarchitektin, Katharinenplatz 7, 84453 Mühldorf an Inn

Fa. Isarkies GmbH & Co. KG, Am Steinberg 1, 84051 Unterwattenbach

Klaus Leidorf, Klaus Leidorf Luftbilddokumentation, Bachstr. 7 B, 84172 Buch am Erlbach

Marion Linke / Ruth Dries, Marion Linke + Klaus Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA, Papiererstr. 16, 84034 Landshut

Helmut Wartner, Wartner & Zeitler Landschaftsarchitekten bdla + Stadtplaner, Bismarckplatz 18, 84034 Landshut:

Druck:

Pauli Offsetdruck e. K., Am Saaleschlößchen 6, 95145 Oberkotzau

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

Stand:

Januar 2014

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung und Zielsetzung	5
2	Ausgangssituation bei der Planung und Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen	5
2.1	Auswirkungen der Vergütungsregelung auf die Standortwahl	5
2.2	Genehmigungsrechtliche Situation	6
2.3	Bauleitplanung: Wirkungsmöglichkeiten der Gemeinde	7
2.4	Umweltprüfung und Eingriffsregelung	8
2.4.1	Umweltprüfung	8
2.4.2	Eingriffsregelung	8
2.4.3	Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (saP)	9
3	Die richtige Standortwahl	10
3.1	Grundsätze	10
3.2	Kriterien für Standortwahl und -bewertung	11
3.2.1	Geeignete Standorte	11
3.2.2	Eingeschränkt geeignete Standorte	11
3.2.3	Nicht geeignete Standorte	12
3.2.4	Standorte in Landschaftsschutz- und Wasserschutzgebieten	13
3.3	Möglichkeiten der räumlichen und planerischen Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen – Beispiel aus der Planungspraxis	14
3.4	Weitere Aspekte bei der Standortwahl	15
4	Planungshinweise für Photovoltaik-Freiflächenanlagen nach ökologischen Kriterien	16
4.1	Natur- und Landschaftsschutz	16
4.1.1	Einbindung in Natur und Landschaft	17
4.1.2	Einbindung / Nutzung vorhandener (Biotop-)Strukturen	17
4.1.3	Einbeziehung des vorhandenen Reliefs und der Topographie	19
4.1.4	Neuanlage einer Eingrünung (Gehölze / Hecken)	20
4.1.5	Möglichkeiten für Minimierungs- und Ausgleichsmaßnahmen	21
4.2	Aspekte des Wasserschutzes	23
4.3	Konstruktive Gestaltung	24

4.3.1	Gründung	24
4.3.2	Aufständigung und Aufstellung	25
4.3.3	Ableitung des Niederschlagswassers	27
4.4	Nachbarschutz	28
4.4.1	Lärmschutz	28
4.4.2	Verminderung und Vermeidung von Blendwirkung durch Reflexionen	28
5	Bau	29
5.1	Ökologische Baubegleitung (Umweltbaubegleitung)	29
5.2	Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von nachteiligen Auswirkungen während der Bauphase	29
6	Betrieb	30
6.1	Naturschutz	30
6.1.1	Umsetzung eines Pflegekonzeptes	30
6.1.2	Monitoring und Effizienzkontrolle	32
6.2	Umsetzung eines Öffentlichkeitskonzeptes	32
6.3	Reinigung der Module: Minimierung des Stoffeintrags	33
7	Rückbau	33
8	Glossar	35
9	Weiterführende Literaturhinweise	38
10	Anhang Praxisbeispiele	40
11	Tabellenanhang zu Kapitel 2	66

1 Einführung und Zielsetzung

Die Photovoltaik (PV) ist ein wichtiger Baustein der Energiewende. Das Bayerische Energiekonzept „Energie innovativ“ sieht bis 2021 einen ökonomisch, ökologisch und energiewirtschaftlich sinnvollen Ausbau der installierten Photovoltaik-Leistung in Bayern auf insgesamt 14.000 MW_p vor. Damit sollen 16 % des bayerischen Stromverbrauchs gedeckt werden. Ende 2013 waren in Bayern rund 460.000 Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von rund 10.200 MW_p installiert. Das ist mehr als ein Viertel der Photovoltaikleistung in Deutschland. Nur etwa 0,5 % der Anlagen in Bayern sind Freiflächenanlagen, allerdings stellen diese rund ein Fünftel der Leistung zur Verfügung (ENERGIE-ATLAS BAYERN; BUNDESNETZAGENTUR).

Bei der Installation von Photovoltaikanlagen an oder auf Gebäuden oder bereits versiegelten Flächen werden keine zusätzlichen Flächen für die Energieerzeugung beansprucht. Freiflächenanlagen – sogenannte Solarparks – nehmen zwar in den meisten Fällen bislang unversiegelte Flächen in Anspruch, mit einer durchdachten Standortwahl und einer Planung, die ökologische, Landschafts- und Umweltbelange berücksichtigt, ist ihre Errichtung und ihr Betrieb jedoch aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes mit einer ökologischen Energiewende vereinbar.

Das Ziel dieses Leitfadens ist es, anhand guter Beispiele ein Leitbild für ökologische Freiflächenanlagen vorzustellen sowie Planern, Behörden, Kommunen und Betreibern Empfehlungen für die Standortwahl, die Planung und die ökologische Gestaltung von Freiflächenanlagen sowie gelungene Beispiele aus der Praxis zu zeigen.



Abb. 1:
Freiflächenanlage mit
Ausgleichsmaßnahme

2 Ausgangssituation bei der Planung und Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen

2.1 Auswirkungen der Vergütungsregelung auf die Standortwahl

Neben praktischen Kriterien für die Standortsuche (vgl. Kapitel 3) ist die Standortwahl aus wirtschaftlicher Sicht auch durch Fördermaßnahmen beeinflusst. Vor allem beim EEG können sich die Rahmenbedingungen mittelfristig ändern. Deshalb wird empfohlen, sich vor Planung und Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, über den jeweiligen Stand der Fördermöglichkeiten zu erkundigen.

Mit der Änderung des EEG (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien – Erneuerbare-Energien-Gesetz) 2010 wurde die Vergütung für Freiflächenanlagen an Standorte auf Konversionsflächen sowie auf Flächen entlang von Autobahnen oder Schienen eingeschränkt. Die Wahl eines geeigneten Standorts, der sich außerdem noch gut in das Landschaftsbild einfügt, wurde durch diese Vorgaben zusätzlich erschwert. Zu beobachten sind daher ein teils flächendeckender Zubau entlang von Autobahnen und Gleisen, auch in landschaftlich sensiblen Gebieten, sowie die Installation von Photovoltaikanlagen auf Konversionsflächen.

Der Hintergrund für die oben erwähnte Änderung des EEG 2010 war die Absicht des Gesetzgebers, gute Ackerböden für die landwirtschaftliche Nutzung zu erhalten, außerdem sollte den Anforderungen des Natur- und Landschaftsschutzes verstärkt Rechnung getragen werden. Nach den bisherigen Erfahrungen zeichnet sich jedoch ab, dass die aktuelle Regelung zur Vergütung auf Konversionsflächen aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes erhebliche Probleme verursachen kann, insbesondere dann, wenn landschaftsplanerische Fragen wie Standortwahl und Einbindung in die Landschaft von rein gewinnorientierten Interessen wie der maximalen Flächennutzung verdrängt werden.



Abb. 2: „Landschaftsbildprägend“: Photovoltaik-Anlage ohne Einbindung entlang einer Straße
© J. Ermisch



Abb. 3: Vorbelastung: Photovoltaikanlagen beidseits entlang der Straße in langgezogenen Streifen
© J. Ermisch

Aufgrund der Entwicklung der Modulpreise ist in einigen Jahren mit dem Erreichen der Rentabilität von Photovoltaikanlagen auch ohne die Vergütung durch das EEG zu rechnen. Standorte, die außerhalb der genannten förderungswürdigen Flächenkategorien liegen, könnten dann für Investoren wieder interessant werden. Dieser Leitfaden soll daher unabhängig von den Vergütungskriterien des EEG diejenigen Aspekte der Standortwahl aufzeigen, die sowohl aus naturschutzfachlicher Sicht als auch im Hinblick auf landschaftsplanerische Gesichtspunkte als optimal angesehen werden.

2.2 Genehmigungrechtliche Situation

Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind – anders als Windenergieanlagen – keine privilegierten Anlagen nach § 35 Abs. 1 Baugesetzbuch (BauGB). Für die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist daher grundsätzlich eine gemeindliche Bauleitplanung (Flächennutzungsplan und Bebauungsplan) erforderlich. Auf die Aufstellung von Bauleitplänen besteht allerdings kein Rechtsanspruch (§ 1 Abs. 3 Satz 2 BauGB).

Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind nach Art. 57 Abs. 2 Nr. 9 Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Regel verfahrensfrei, d. h. sie können ohne Baugenehmigung errichtet werden, wenn sie im Geltungsbereich einer städtebaulichen Satzung oder örtlichen Bauvorschrift nach Art. 81 BayBO liegen,

die Regelungen über die Zulässigkeit, den Standort und die Größe der Anlage enthält und wenn sie den Festsetzungen der jeweiligen Satzung entsprechen. Detaillierte Informationen zur bau- und landesplanungsrechtlichen Behandlung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen liefern eine Reihe von Schreiben der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (OBB) (Schreiben der OBB vom 19.11.2009 / 14.01.2011 / 02.12.2011). Abgesehen von dem durch das Inkrafttreten des Landesentwicklungsprogramms Bayern 2013 (LEP 2013) ausgelösten Änderungsbedarf gelten die genannten Schreiben bis auf weiteres fort.

Für Anlagen an Gewässern kann je nach Abstand eine Genehmigungspflicht nach Art. 20 Bayerisches Wassergesetz (BayWG) bestehen. In Überschwemmungsgebieten sind Ausnahmegenehmigungen nach § 78 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erforderlich. Für Anlagen auf Deponien ist ebenfalls zu prüfen, ob spezielle Genehmigungsanforderungen bestehen (vgl. Deponie-Info 2 „Photovoltaikanlagen auf (ehemaligen) Deponien“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt).

Wird das anfallende Niederschlagswasser gesammelt, ist für die Einleitung in das Grundwasser (Versickerung) oder in oberirdische Gewässer eine wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung gemäß § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erforderlich, soweit nicht die Voraussetzungen der erlaubnisfreien Versickerung oder des Gemeindegebrauchs erfüllt sind (vgl. auch Kapitel 4.3.3).

2.3 Bauleitplanung: Wirkungsmöglichkeiten der Gemeinde

Die jeweilige Kommune hat die Möglichkeit, im Rahmen eines städtebaulichen Entwicklungskonzepts (siehe auch Kapitel 3.3) oder kommunalen Energienutzungsplans aktiv lenkend tätig zu werden. Dabei werden nach fachlichen und rechtlichen Kriterien im Rahmen einer Standortalternativenprüfung geeignete Bereiche oder mögliche Standorte innerhalb des Gemeindegebiets für die Gewinnung erneuerbarer Energien festgelegt. Ein solches Standortkonzept kann zum Beispiel im Zuge der Aufstellung bzw. Fortschreibung des örtlichen Landschaftsplanes erstellt werden (siehe hierzu auch Abschnitt 3.3). Eine interkommunale Zusammenarbeit mit benachbarten Gemeinden ist dabei anzustreben, da Eignungsflächen, Standorte und Gebiete für Versorgungsnetze aneinander grenzen können.

Gemäß § 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB ist ein solches Energiekonzept bzw. ein solcher Energienutzungsplan, sofern er von der Gemeinde beschlossen wurde, bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigen.

Im Flächennutzungsplan bietet sich die Darstellung einer „Fläche für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien – Sonnenenergie“ (Sondergebiet) an, vgl. auch § 5 Abs. 2 Nr. 2 Buchst. b BauGB.

Von der im Flächennutzungsplan für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ausgewiesenen Fläche geht (anders als bei raumbedeutsamen Windenergieanlagen) allerdings keine Ausschlusswirkung für den übrigen Planungsraum aus. Dennoch steht der Gemeinde mit der Bauleitplanung ein starkes Steuerungsinstrument zur Verfügung, da die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Außenbereich in der Regel nur auf der Grundlage einer gemeindlichen Bauleitplanung zulässig ist.

Im Bebauungsplan wird die Fläche dann regelmäßig als „Sondergebiet für regenerative Energien - Sonnenenergie“, also als Sondergebiet im Sinne von § 11 Abs. 2 Baunutzungsverordnung (BauNVO), festgesetzt werden. Hier können nähere Regelungen, etwa über die überbaubaren Grundstücksflächen, über Nebenanlagen und auch über gesetzlich notwendige Flächen und Maßnahmen zum Ausgleich im Zusammenhang mit der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (vgl. §§ 1a Abs. 3, 9 Abs. 1a BauGB) getroffen werden.

Das LEP 2013 enthält zudem erstmals die Möglichkeit, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen in den Regionalplänen auszuweisen.

2.4 Umweltprüfung und Eingriffsregelung

2.4.1 Umweltprüfung

Im Rahmen der Bauleitplanung zur Ausweisung von Flächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist eine Umweltprüfung durchzuführen sowie ein Umweltbericht zu erstellen (§ 2 Abs. 4 BauGB). Aufgabe und Inhalt der Umweltprüfung ist hierbei, alle Belange des Umwelt- und Naturschutzes zusammenzuführen, zu prüfen und die Ergebnisse in einem Umweltbericht den Behörden und der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorzulegen. Das Ergebnis der Umweltprüfung ist in der Abwägung zu berücksichtigen.

Bei der Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind hauptsächlich bau- und anlagebedingte Projektwirkungen zu erwarten. Eine detaillierte Auflistung möglicher Auswirkungen enthält die Tabelle 11 im Anhang. Die möglichen Beeinträchtigungen der Schutzgüter sind in der Tabelle 12 im Anhang dargestellt.

2.4.2 Eingriffsregelung

Jede Photovoltaik-Freiflächenanlage stellt aufgrund ihrer technischen Gestalt, Größe und weiterer Faktoren einen Eingriff in Natur und Landschaft dar. Die damit verbundenen erheblichen Beeinträchtigungen von Naturhaushalt und Landschaftsbild sind vorrangig zu vermeiden und, sofern dies nicht möglich ist, zu kompensieren.

Soweit eine Bauleitplanung für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen erforderlich ist (Regelfall), gilt die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. Im Rahmen der Bauleitplanung ist über Vermeidung, Ausgleich und Ersatz nach den Vorschriften des Baugesetzbuchs zu entscheiden, § 18 Abs. 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG). Nach § 1a Abs. 3 Satz 1 BauGB sind die Vermeidung und der Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft im Sinne der Eingriffsregelung nach dem Bundesnaturschutzgesetz im Rahmen der Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB zu berücksichtigen.

Soweit eine Bauleitplanung für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen ausnahmsweise nicht erforderlich ist und sich das Vorhaben im Außenbereich befindet (§ 18 Abs. 2 Satz 2 BNatSchG), gelten die naturschutzrechtlichen Bestimmungen des BNatSchG (§§ 14 – 17 BNatSchG).

Weitergehende Ausführungen hierzu enthält unter anderem der Leitfaden „Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft – Eingriffsregelung in der Bauleitplanung“.

Ermittlung des Ausgleichbedarfs

Bei der Ermittlung des Ausgleichbedarfs sind projektbedingte Auswirkungen, insbesondere auf das Landschaftsbild, die Erholung in der freien Landschaft und die Zerschneidung von ungestörter freier Landschaft sowie die Beeinträchtigung der Tierwelt durch Lebensraumzerschneidung und durch direkte Beeinträchtigung bestimmter Arten zu berücksichtigen.

Grundsätze

Folgende Grundsätze gelten derzeit für die Ermittlung des Ausgleichbedarfes bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen:

Das vorrangige Ziel der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung ist die Vermeidung einer (erheblichen) Beeinträchtigung von Natur und Landschaft durch 1. Standortwahl, 2. entsprechende Minimierungsmaßnahmen und 3. die Kompensation nicht vermeidbarer Beeinträchtigungen. Aus naturschutzfachlicher Sicht sind für einen optimalen Ausgleich Ausgleichsmaßnahmen mit einem engen funktionalen

Bezug zu den beeinträchtigten Funktionen möglichst in räumlicher Nähe zum Ort des Eingriffs anzustreben.

Für die Ermittlung des Kompensationsbedarfs gilt das Schreiben der OBB vom 19.11.2009. Für Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden dazu in Bayern folgende Leitlinien herangezogen:

- Die Bezugsbasis für die Bemessung des Kompensationsbedarfs ist die gesamte mit Solarmodulen überstellte Anlagenfläche (eingezäunte Fläche = Stellfläche der Solarmodule). Für die Ermittlung des Kompensationsbedarfes gilt somit folgende Regel:

**Kompensationsbedarf = Basisfläche (eingezäunte Fläche) x Kompensationsfaktor
(in der „Normallandschaft“ 0,2).**

- Nicht zur Basisfläche hinzu gerechnet werden mindestens 5 m breite Grünstreifen und Biotopflächen innerhalb der Anlage, die zum Beispiel der optischen Gliederung dienen. Entsprechend dem Leitfaden „Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft - Eingriffsregelung in der Bauleitplanung“ wird generell die Kategorie I, Typ B mit dem Kompensationsfaktor 0,2 - 0,5 herangezogen. Wenn es sich dabei um keine sensible Landschaft handelt (Landschaftsbild, Erholung), liegt der Ausgangswert in der Regel bei 0,2 (vgl. hierzu auch Schreiben der OBB vom 19.11.2009, S. 11).
- **Anmerkung Sonderfall Anlagen mit Ost-West-Ausrichtung:** Bei zweiachsig nachgeführten Anlagen wird nur ein geringer Anteil der Fläche überdeckt, bei fest installierten Ost-West-ausgerichteten Anlagen wird die darunter liegende Fläche fast vollständig von den Modulen überdeckt. Der Kompensationsbedarf sollte in solchen Fällen unter Berücksichtigung des erhöhten Verschattungsgrades durch die Anlage angepasst werden.
- Eingriffsminimierende Maßnahmen sowohl innerhalb als auch außerhalb der Anlage können den Kompensationsbedarf um bis zu 50 % verringern (z. B. von 0,2 auf 0,1). Die Verringerung des Kompensationsbedarfs kann dabei allerdings nicht durch punktuelle Einzelmaßnahmen, sondern nur durch ein umfassendes Minimierungskonzept erzielt werden. Beispiele hierfür sind unter anderem die Verwendung von standortgemäßem, autochthonem Saat- und Pflanzgut sowie die Neuanlage von Biotoperelementen (z. B. Lesesteinhaufen, Kleingewässer) in Verbindung mit einer sinnvollen Biotopvernetzung zur umgebenden Landschaft.
- Bei einer Eingrünung der Anlage (insbesondere mit Hecken und Gehölzen) ab 5 m Breite kann der Grünstreifen als Kompensationsmaßnahme anerkannt werden.

Im Übrigen findet grundsätzlich der Leitfaden „Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft - Eingriffsregelung in der Bauleitplanung“ bei der Ermittlung des Kompensationsbedarfs für Photovoltaik-Freiflächenanlagen Anwendung, da in der Regel eine Bauleitplanung erforderlich ist (vgl. Abschnitt 2.2). Die vereinfachte Vorgehensweise nach Abschnitt 3.1 des Leitfadens gilt allerdings nur für reine oder allgemeine Wohngebiete und ist deshalb auf Freiflächenanlagen nicht anwendbar.

Anmerkung: Für Konversionsflächen gelten bei der Ermittlung des Ausgleichsbedarfs die gleichen Regelungen wie auf anderen Flächen.

2.4.3 Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (saP)

Im Rahmen der speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung (saP) ist zu klären, ob und in welchem Umfang die Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 BNatSchG erfüllt sind. Bei Planungen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen kann es unter Umständen auch zu Konflikten mit artenschutzrechtlichem Hintergrund kommen. Das LfU hat eine Internet-Arbeitshilfe erarbeitet, die die saP und dabei insbesondere die Abschichtung der saP-relevanten Arten für die bearbeitenden Planungsbüros und die Naturschutzbehörden erleichtern soll (<http://www.lfu.bayern.de/natur/sap/index.htm>).

3 Die richtige Standortwahl

3.1 Grundsätze

Vermeidung und Minimierung von Eingriffen durch die richtige Standortwahl

Das Ziel jeder Planung muss es sein, die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, die durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen als landschaftsfremde Objekte regelmäßig erfolgt (vgl. BfN 2009), soweit als möglich zu vermeiden bzw. zu minimieren. Eine gut durchdachte Standortwahl für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist hier das Mittel der Wahl. Für die räumliche und planerische Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen steht auf kommunaler Ebene die Bauleitplanung mit dem Flächennutzungsplan einschließlich Landschaftsplan sowie dem Bebauungsplan mit dem Grünordnungsplan zur Verfügung. Das Aussparen von Teilflächen von der Überbauung / Überplanung und die Erhaltung wertvoller Landschaftsstrukturen ist bei einer flächenintensiven Nutzung wie den Freiflächen-Photovoltaikanlagen ein ganz wesentlicher Aspekt. Daneben bedeutet eine gute Einbindung in die Landschaft ebenfalls die Vermeidung von Eingriffen in das Landschaftsbild und damit die Möglichkeit einer Verringerung des Ausgleichsbedarfs.

Ziele und Grundsätze der Raumordnung

Bauleitpläne sind nach § 1 Abs. 4 BauGB den Zielen der Raumordnung zwingend anzupassen. Demgegenüber sind die Grundsätze der Raumordnung in der bauleitplanerischen Abwägung zu berücksichtigen (vgl. Art. 3 Abs. 1 Satz 1 BayLplG, Bayerisches Landesplanungsgesetz). Von Bedeutung für die Standortwahl sind im Wesentlichen die im Folgenden genannten Grundsätze des LEP 2013:

- Freileitungen, Windkraftanlagen und andere weithin sichtbare Bauwerke (wie etwa Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Ergänzung d. Verf.) sollen insbesondere nicht in schutzwürdigen Tälern und auf landschaftsprägenden Geländerücken errichtet werden (LEP (G) 7.1.3).
- Photovoltaik-Freiflächenanlagen sollen möglichst auf vorbelasteten Standorten realisiert werden (LEP (G) 6.2.3). Das LEP erwähnt hier in der Begründung ausdrücklich Verkehrswege, Energieleitungen oder Konversionsstandorte, jeweils mit dem Ziel, ungestörte Landschaftsteile zu schützen.
- Die Forderung einer Siedlungsanbindung besteht mit dem aktuellen LEP nicht mehr. Für die raumverträgliche Einbindung der Anlagen können in den Regionalplänen nunmehr Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen festgelegt werden (LEP (G) 6.2.3).

Landschaftsschutz und Siedlungsanbindung

Entsprechend dem bisherigen LEP 2006 wurden Photovoltaik-Freiflächenanlagen als Siedlungsflächen behandelt. Durch die damit erforderliche Anbindung an geeignete Siedlungen sollte die Zersiedelung und Zerschneidung der Landschaft verhindert werden. Mit dem Landesentwicklungsprogramm 2013 entfällt die bisherige Pflicht zur Siedlungsanbindung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen (s.o.). In der Praxis erwies sich die Pflicht zur Siedlungsanbindung in manchen Fällen als Hindernis für eine gute Einbindung einer Anlage in die Landschaft, wie etwa bei abgelegenen, kaum einsehbaren Standorten ohne Siedlungsanbindung, welche aus Gründen des Landschaftsschutzes zu bevorzugen wären. Sofern es ohne Beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes möglich ist, sollten bevorzugt angebundene Standorte ausgewählt werden, um die Zerschneidung der Landschaft zu minimieren.

3.2 Kriterien für Standortwahl und -bewertung

Aus planerischer Sicht sind für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen grundsätzlich solche Flächen geeignet, die bereits eine hohe Vorbelastung aufweisen und auf denen folglich keine oder nur geringe Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu erwarten sind.

3.2.1 Geeignete Standorte

Im Folgenden sind diejenigen Flächen dargestellt, die für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen **vorrangig geeignet** sind (Bereiche mit geringem Konfliktpotential):

Im besiedelten Raum (außer Grünflächen)

- Siedlungsbrachen, soweit sie nicht für höherrangige Nutzungen im Zuge der Innenentwicklung genutzt werden
- Versiegelte Flächen und Altlastflächen (nach Klärung des Sanierungsbedarfs)
- Lärmschutzeinrichtungen

Im Außenbereich, sofern ohne besondere ästhetische oder ökologische Funktionen

- Flächen im räumlichen Zusammenhang mit größeren Gewerbegebieten im Außenbereich
- Sonstige brachliegende, ehemals baulich genutzte Flächen im Außenbereich
- versiegelte Konversionsflächen aus wirtschaftlicher und militärischer Nutzung
- Abfalldeponien und Altlastflächen (sofern mit Umweltaanforderungen, Sanierungserfordernis und bauordnungsrechtlichen Anforderungen vereinbar)
- Pufferzonen entlang großer Verkehrsstrassen, Lärmschutzeinrichtungen
- Sonstige durch Infrastruktureinrichtungen veränderte Landschaftsausschnitte, z.B. Hochspannungsleitungen
- Flächen ohne besondere landschaftliche Eigenart, wie Ackerflächen oder Intensivgrünland



Abb. 4:
Solarpark in einer sogenannten vorbelasteten Landschaft: Hochspannungsleitungen und Bahnstrecke
© J. Ermisch

3.2.2 Eingeschränkt geeignete Standorte

Standorte, bei denen die Belange des Naturschutzes und des Landschaftsbildes bei der **Abwägung** besonders zu berücksichtigen sind:

- Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG, Art. 17 BayNatSchG) und Naturparke (§ 15 BayNatSchG), siehe Abschnitt 3.2.4
- Landschaftliche Vorbehaltsgebiete, regionale Grünzüge gemäß Regionalplänen; Biosphärenreservate (§ 15 BayNatSchG)
- Kulturhistorisch und geomorphologisch bedeutsame Gebiete, insbesondere Hanglagen und denkmalgeschützte Objekte
- Gebiete von besonderer landschaftlicher Schönheit und Eigenart, die nicht unter die ausschließenden Kriterien des OBB-Schreibens vom 19.11.2009 fallen
- Gebiete im Nahbereich von Aussichtspunkten
- Extensives Grünland
- Erholungsgebiet

3.2.3 Nicht geeignete Standorte

Standorte, die aus Gründen des Naturschutzes und des Landschaftsbildes grundsätzlich nicht geeignet sind:

- Nationalparke, Naturschutzgebiete und Naturdenkmäler (§ 23 BNatSchG), für die das Veränderungsverbot nach Art. 54 Abs. 3 BayNatSchG gilt, geschützte Landschaftsbestandteile nach § 29 BNatSchG; oftmals auch kleinflächige Landschaftsschutzgebiete
- besondere Schutzgebiete nach § 32 BNatSchG (Natura 2000-Gebiete) soweit die Erhaltungsziele betroffen sind; Wiesenbrütergebiete
- Amtlich kartierte Biotope, Lebensräume und Elemente des Biotopverbundes, Wuchs- und Fundorte besonders oder streng geschützter Arten des BNatSchG und der Bundesartenschutzverordnung sowie von Rote-Liste-1- und -2-Arten
- Im Ökoflächenkataster zum Ausgleich und Ersatz von Eingriffen festgelegte Kompensationsflächen
- Bereiche, die aus Gründen des Landschaftsbildes, der naturbezogenen Erholung und der Sicherung historischer Kulturlandschaft von herausragender Bedeutung sind, z. B. im optischen Wirkungsbereich landschaftsprägender Denkmäler, weithin sichtbarer Hang- und Kuppenlagen, Bereiche mit besonderer Ensemblewirkung, schutzwürdige Täler, landschaftsprägende Höhenrücken
- In den Landschaftsplänen als Kern- und Vorrangflächen für den Naturschutz ausgewiesene Gebiete
- Alpenplan Zone C
- Geotope
- Gewässer, Gewässerrandstreifen
- Gewässer-Entwicklungskorridore
- Flächen mit herausragender Ertragsfähigkeit des Bodens

Die oben gezeigte Einteilung der Standorte in geeignet / eingeschränkt geeignet / nicht geeignet lehnt sich an die Standortkategorien im Schreiben der Obersten Baubehörde vom 19.11.2009 an, wobei im vorliegenden Leitfaden der Schwerpunkt auf den Kriterien des Natur- und Landschaftsschutzes liegt.

Darüber hinaus bestehende weitere einschränkende Kriterien, zum Beispiel aus wasserwirtschaftlicher Sicht, sind im Schreiben der Obersten Baubehörde dargestellt.

3.2.4 Standorte in Landschaftsschutz- und Wasserschutzgebieten

Landschaftsschutzgebiete

Im Einzelfall ist die Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage auch in einem Landschaftsschutzgebiet (LSG) nicht ausgeschlossen.

Ein Bebauungsplan bzw. Flächennutzungsplan, dessen Festsetzungen bzw. Darstellungen den Regelungen einer Landschaftsschutzverordnung widersprechen, ist grundsätzlich unzulässig. Maßstab für eine derartige Beurteilung ist in jedem Fall der jeweilige Schutzzweck der LSG-Verordnung. Sieht die entsprechende Verordnung kein Verbot der Aufstellung von Bauleitplänen mit der Folge der baulichen Inanspruchnahme dieser Flächen vor, kann die Gemeinde für das entsprechende Gebiet einen Bebauungsplan aufstellen. Sieht die Landschaftsschutzverordnung dagegen ein Bauverbot vor, ist die Aufstellung von Bauleitplänen nur möglich, wenn für die geplante bauliche Nutzung die Erteilung einer Ausnahme oder Befreiung von diesen Bestimmungen rechtlich möglich ist und auch sonst nichts entgegensteht. Die Landschaftsschutzverordnung darf durch die nach dem Bebauungsplan zulässigen Veränderungen des Schutzgebiets jedoch nicht (teilweise) „funktionslos“ werden.

Daneben besteht grundsätzlich die Möglichkeit, die Landschaftsschutzverordnung anzupassen oder aufzuheben.

Empfohlen wird die Einführung eines Zonierungskonzepts, das geeignete Standorte für die Realisierung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Landschaftsschutzgebiet ausweist. Zuständig für die Erarbeitung solcher Zonierungskonzepte sind die für den Erlass der jeweiligen Schutzgebietsverordnung zuständigen Gebietskörperschaften (Landkreise, Bezirke). Der Ordnungsgeber hat durch eine entsprechende Änderung der Verordnung die Möglichkeit, gezielt und beschränkt auf solche Vorhaben die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Landschaftsschutzgebiet zu steuern (vgl. § 22 Abs. 1 Satz 3 BNatSchG), ohne dass die betreffenden Flächen insgesamt die Schutzwirkung des Landschaftsschutzgebiets verlieren.

Die (prophylaktische) Herausnahme der Fläche aus dem LSG ist dagegen in der Regel kein geeignetes Mittel, um tatsächliche oder vermeintliche Konflikte mit dem Inhalt der LSG-Verordnung zu lösen.

- Die mit der Errichtung der Anlage verbundenen Beeinträchtigungen, beispielsweise des Landschaftsbildes, werden dadurch nicht gelöst. Dies gilt auch für die damit häufig einhergehenden negativen Auswirkungen auf benachbarte Flächen, die innerhalb des Landschaftsschutzgebietes verbleiben.
- Besonders fragwürdig aus fachlicher wie auch aus rechtlicher Sicht wäre die Herausnahme von Kernflächen oder die "Durchlöcherung" des Schutzgebietes bei wiederholten Herausnahmen.
- Eine Reintegration vormals herausgenommener Flächen in das Schutzgebiet, nach einem (späteren) Rückbau der Photovoltaik-Freiflächenanlagen, ist in der Praxis nicht zu erwarten.

Allenfalls am Rand des Schutzgebietes, in für die Substanz des Schutzgebietes nachrangigen Bereichen, kann daher im Einzelfall auch die Herausnahme von Flächen aus dem Schutzgebiet (randliche Erweiterung von "Nicht-LSG-Flächen") ein geeignetes Mittel darstellen.

Wasserschutzgebiete

Wasserschutzgebiete als Standorte für Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind immer im Einzelfall zu bewerten, der Schutzzweck des Gebiets muss gesichert bleiben. Ausgeschlossen ist der Fassungsbe- reich (Zone I).

In der weiteren Schutzzone (Zonen III A, III B) sind Photovoltaikanlagen in der Regel unter bestimm- ten Maßgaben möglich. So ist beim Bau wie auch beim Rückbau darauf zu achten, großflächigen Bo- denabtrag und eine tiefe Lockerung der Deckschicht zu vermeiden, notwendige Auffüllungen sind nur mit unbelastetem natürlichem Bodenmaterial zulässig. Wartungsarbeiten an Fahrzeugen sowie Betan- kungen sind nur außerhalb des Schutzgebietes möglich. Es sind Trockentransformatoren oder ester- befüllte Öltransformatoren mit Auffangwanne einzusetzen. Auch für die Kabelverlegung gelten speziel- le Anforderungen.

Sofern die engere Schutzzone (Zone II) aus Sicht des Wasserschutzes als Standort grundsätzlich in Betracht kommt, sind zusätzliche Aspekte zu berücksichtigen. So ist zum Beispiel ein Abstand von 100 Metern zur Fassung einzuhalten. Transformatoren sollen außerhalb der engeren Schutzzone und zudem nicht im zentralen Anstrombereich der Brunnen liegen. Die örtliche Schutzgebietsverordnung ist zu beachten. Die Gründung der Modultische und Gebäude ist möglichst flach auszuführen, und ei- ne Beweidung der Fläche ist nicht zulässig.

Die genannten Anforderungen sind nicht abschließend. Ausführliche Erläuterungen sind im **Merkblatt Nr. 1.2/9** des Bayerischen Landesamtes für Umwelt „**Planung und Errichtung von Freiflächen- Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten**“ enthalten.

3.3 Möglichkeiten der räumlichen und planerischen Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen – Beispiel aus der Planungspraxis

Standortsuche auf kommunaler Ebene

In der Praxis wird innerhalb eines Gemeindegebietes auf der Grundlage des Flächennutzungsplans mit Hilfe einer GIS-Bearbeitung ein Standortpotential erarbeitet. Anhand nachvollziehbarer Kriterienka- taloge werden Vorgaben zur Ermittlung potenziell geeigneter Flächen durch eine mehrstufige Vorge- hensweise gemacht.

In einem **ersten Schritt** werden die **Ausschlussflächen** gekennzeichnet, in denen die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen aus tatsächlichen oder rechtlichen Gründen nicht möglich ist: insbesondere Waldflächen, bestehende Siedlungen, gesetzlich geschützte Biotope, Vorrangflächen für Bodenschätze laut Regionalplan, herausragende Kulturlandschaften sowie weithin einsehbare Kuppenlagen.

In einem **zweiten Schritt** werden Bereiche ermittelt, in denen **Restriktionen** vorliegen und die sich daher nur bedingt für die Photovoltaik eignen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um landschaftli- che Vorbehaltsgebiete laut Regionalplan, ertragreiche Böden – somit im Stadtgebiet v. a. die charak- teristischen Sonderkulturen –, Talräume und weitere gewässernahe Grünflächen sowie bedeutende Gebiete für Tourismus und Naherholung.

In einem **dritten Schritt** werden **topographisch günstige Flächen** ermittelt und dargestellt, welche die verschiedenen Anforderungen an eine **Eignung** für eine Freiflächen-Photovoltaiknutzung erfüllen.

Dies sind beispielsweise flach geneigte oder ebene Flächen, vorzugsweise mit Südexposition, aber auch ost- und westexponierte Hänge und ebene Flächen. Eine Nordexposition ist in der Regel nur bis ca. 3° bzw. 5 % Neigung wirtschaftlich, da ansonsten ein größerer Flächenbedarf entsteht.

Durch eine schrittweise Überlagerung der verschiedenen Kriterien ergeben sich die im Plangebiet potenziell geeigneten Flächen. Ein besonderer Wert liegt hierbei in der Transparenz der Vorgehensweise. Durch die Darstellung der Zwischenstufen in Karten kann eine hohe Nachvollziehbarkeit erreicht werden. Für den Laien wird ersichtlich, warum bestimmte Flächen geeignet, bedingt geeignet oder nicht geeignet sind. Die Studie stellt für die Kommune eine Abwägungsgrundlage in zukünftigen Bauleitplanverfahren dar. Der Standortbewertung liegen die Grundlegendaten des aktualisierten Flächennutzungsplans zugrunde.

Das **Ergebnis**, ein sogenanntes **Standortpotenzial**, zeigt dann die Einteilung des Gemeindegebietes in geeignete, bedingt geeignete und nicht geeignete Flächen. Hierbei erfolgt keine abschließende Gewichtung der einzelnen Kriterien. Gerade auch eine mögliche Unverträglichkeit mit benachbarten Nutzungen (Wohngebiete), die Überprägung des Formenschatzes von Natur und Landschaft und die Einsehbarkeit von Ferne bzw. in vis-à-vis-Situationen gilt es zu berücksichtigen. Zu kleinteilige Flächen werden nicht weiterverfolgt.

Im Anschluss an eine solche Studie bietet es sich an, Erkenntnisse aus der Standortstudie in Grundsatzbeschlüssen zu regeln. So kann zum Beispiel festgelegt werden, dass nur ein bestimmter prozentualer Anteil der Gemeindefläche mit PV-Freiflächenanlagen überplant werden soll oder dass Anlagen ab einer bestimmten Größe einer besonders intensiven Prüfung zu unterziehen sind. Für die Erstellung von Bebauungsplan, Grünordnungsplan und Umweltbericht sollte ein qualifizierter Fachplaner beauftragt werden.

Konfliktfreiheit

Bei der Anlage derartiger großmaßstäblicher Strukturen ist die Konfliktfreiheit des Standortes ein wesentlicher städtebaulicher und landschaftsplanerischer Aspekt.

Die oben beschriebene Vorgehensweise stellt sicher, dass weitgehend konfliktfreie Standorte zur Umsetzung kommen, die unter anderem folgende Punkte sicherstellen:

- Erhalt des Ortsrandbildes, insbesondere bei noch intakten dörflichen Strukturen
- Berücksichtigung der Erholungseignung
- Geringe technische Überprägung
- Beachtung von Respektabständen zu wertvollen Elementen im Ortsbild (Friedhof, Kirche, Übernachtungsbetriebe und Gastronomie (v. a. Außengastronomie) sowie weitere Gebäude mit besonderer Bedeutung für die Menschen) und im Landschaftsbild.

Zugleich müssen die Schutzabstände zu Infrastruktureinrichtungen, zum Beispiel Leitungstrassen, eingehalten werden.

3.4 Weitere Aspekte bei der Standortwahl

Die Auswahl eines Standorts erfolgt von Seiten des Antragsstellers zunächst nach wirtschaftlichen Aspekten. Vorrangige Kriterien sind dabei die Wahl einer vergütungsfähigen Fläche (s. Abschnitt 2.1) sowie der Abstand zum Einspeisepunkt.

Globalstrahlung und Sonnenscheindauer

Die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaik-Anlage an einem ausgewählten Standort beruht auf der Globalstrahlung und der Sonnenscheindauer. Hierzu stehen langjährige Daten zur Verfügung, die bayernweit ortsgenau im Energie-Atlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de) recherchiert werden können. Die Datengrundlage hierfür liefert der Bayerische Solaratlas des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie.

Netzanbindung

Es empfiehlt sich, frühzeitig mit dem Netzbetreiber den möglichen Verknüpfungspunkt abzustimmen. Dabei muss auch berücksichtigt werden, dass das Kabel möglicherweise nicht auf dem kürzesten Weg verlegt werden kann, weil zum Beispiel der Grundstückseigner die Zustimmung nicht erteilt oder Gründe des Naturschutzes einen Eingriff in den Boden nicht zulassen. Erhebliche Eingriffe in Natur und Landschaft durch die Herstellung der Netzanbindung sind zu vermeiden.

4 Planungshinweise für Photovoltaik-Freiflächenanlagen nach ökologischen Kriterien

Die Planung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen nach ökologischen Kriterien setzt zum einen voraus, dass die Investoren und Auftraggeber Landschaftsarchitekten frühzeitig und von Anfang an in die Konzeption einbeziehen und andererseits die Planer die vorhandenen Qualitäten erkennen, bewahren und die sich bietenden Chancen nutzen. Wenn Planer bestehende Grünstrukturen, randliche Biotope und topographische Gegebenheiten kreativ aufgreifen und mit Hecken, Streuobstwiesen, Flachwasserzonen, Wiesenansaat mit autochthonem Saatgut oder vielleicht sogar künstlerischen Elementen („land art“) anreichern, sind Freiflächenanlagen nicht mehr bloß monofunktionale Kraftwerke, sondern können über Mehrfachfunktionen auch das Landschaftsbild bereichern.

Für eine ökologische und landschaftsplanerisch hochwertige Planung ist es daher wichtig, dass sich Landschaftsarchitekten und Kommunen nicht mit den standardisierten Mindestanforderungen zufrieden geben – wie zum Beispiel den vielerorts üblichen drei Metern Heckenstreifen – sondern sich im Rahmen der Eingriffsregelung Gestaltungsspielräume verschaffen und diese nutzen.

Anteil der Planungskosten

Bei einer Planung für einen ca. 10 Hektar großen Solarpark sind hierbei für die Grünordnungsplanung, eine spezielle artenschutzrechtliche Prüfung sowie eine ökologische Baubegleitung im Umfang von zwei Ingenieurwochen insgesamt rund 26.000,- Euro an Honorarkosten (Stand 2013) zu kalkulieren. In Relation zur Investitionssumme von rund 6.000.000,- Euro, die aktuell bei einer Leistung von 4,5 MW_p zu veranschlagen ist, ein geringer Kostenposten, der gut angelegt ist (Stand 2012).

4.1 Natur- und Landschaftsschutz

Positive Umweltwirkungen

Positive Wirkungen von Freiflächenanlagen auf Natur und umgebende Landschaft können sich dann ergeben, wenn durch die Errichtung einer Freiflächenanlage Flächen mit bislang geringer Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz (intensiv genutzte Ackerlandschaften, stark überprägte Konversionsflächen) aus naturschutzfachlicher Sicht aufgewertet werden (Umwandlung in extensiv bewirtschaftetes Grünland, Magerrasen etc.), vgl. Abb. 5 und 6.

Im Einzelnen können dies sein:

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



Abb. 5: Gewerbliche Geländedenutzung; der Bereich rechts unten im Bild ist jetzt mit einer Freiflächenanlage belegt (s. Abb. 6).
© Fa. ISARKIES GmbH & Co. KG



Abb. 6: Entwicklung der Ausgleichsmaßnahmen auf der Konversionsfläche
© Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA

4.1.1 Einbindung in Natur und Landschaft

Verschiedene Faktoren tragen zur Wirkung einer Anlage auf das Landschaftsbild bei, wie zum Beispiel die Sichtbarkeit oder Erkennbarkeit der Anlagen in Abhängigkeit vom Relief oder die Lage zur Horizontlinie. Jeder Standort ist daher im Einzelfall auf seine möglichen Wirkungen auf das Landschaftsbild zu untersuchen und zu bewerten. Ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung einer gelungenen Einbindung in die Landschaft ist die Lesbarkeit der Strukturen bzw. der Landschaft hinter einer Freiflächenanlage. Bei der Gestaltung sind Topographie und ortstypische Landschaftselemente zu berücksichtigen.

Weitere bestimmende Faktoren sind die Anordnung und Größe der Anlage, die Modulhöhe, Typ und Ausführung der Anlage sowie mögliche bereits bestehende Vorbelastungen, zum Beispiel durch Einrichtungen der technischen Infrastruktur (Hochspannungsleitungen, Gebäude, Hauptverkehrsachsen etc.).

4.1.2 Einbindung / Nutzung vorhandener (Biotop-)Strukturen

Beim Bau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind bestehende Biotopstrukturen zu erhalten. Die vorhandenen Strukturen (etwa Wälder, Feldgehölze, Heckenstrukturen) in der Umgebung und auf der Freiflächenanlage selbst sollten nach Möglichkeit zur Einbindung der Anlage in Natur und Landschaft genutzt oder entsprechend ergänzt werden, um diesen Zweck zu erreichen.

Wald / Waldränder

Ein Beispiel hierfür sind Waldränder und Säume im Bereich des von Bäumen verschatteten Gebietes. Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Waldnähe werden häufig, je nach Größe und Form, durch den Wald teilweise oder vollständig verdeckt. Aber auch nicht verdeckte Anlagenbereiche fallen weniger auf, wenn sie vor einem Wald liegen. Der Wald gibt einen natürlichen Rahmen vor, wodurch die Anlage als weniger störend empfunden wird. In der Fernwirkung überwiegt die Horizontlinie des Waldes (vgl. Abb. 7, 8).



Abb. 7, 8 : „Abtauchen“ der Anlage vor Horizontallinie des Waldes

Auch für die Nahwirkung kann ein Wald zu einer besseren Einbindung beitragen. Durch die natürlichen Strukturen (hier Baumkronen) werden die streng geometrisch ausgerichteten Anlagen als weniger „hart“ und fremdkörperartig empfunden (vgl. Abb. 9). Je nach Blickrichtung, nach Spiegelungsgrad und Farbe der Module und Anlagenteile können diese Effekte unterschiedlich stark sein (Abb. 10). Die Auswirkungen von zweifach nachgeführten Moveranlagen - sogenannten Trackern -, welche mit Höhen von fünf Metern und mehr das Landschaftsbild in einem höheren Maße belasten, als herkömmliche feste Module, könnten durch entsprechende Positionierung in Waldnähe erheblich verringert werden.



Abb. 9: Aufhebung der technischen Struktur durch Einbindung vorhandener natürlicher Elemente (Einzelbäume)
Veröffentlichung mit Genehmigung der Hallertauer Handelshaus GmbH



Abb. 10: Reduzierte Wahrnehmbarkeit und Auffälligkeit der Anlage durch bestehende Strukturen, hier Wald im Hintergrund

Hecken, Feldgehölze

Bereits auf der Fläche oder angrenzend vorhandene Hecken- oder Gehölzstrukturen, sind – neben ihrer ökologischen Funktion – für eine bessere Integration der Anlage in die Landschaft zu erhalten. Heckenriegel können eine ähnliche Wirkung für die Einbindung der Anlagen in die Landschaft übernehmen wie Wälder.

Bei größeren Freiflächenanlagen können Heckenstrukturen innerhalb der Anlage die Flächenwirkung der Anlage auflockern (vgl. Abb. 11). Wurden solche Bereiche vorher von der Bevölkerung als Verbindungs- bzw. Wanderweg genutzt, sollten diese aus der Zäunung herausgenommen werden.



Abb. 11:
Heckenriegel innerhalb
der Anlage
© J. Ermisch

4.1.3 Einbeziehung des vorhandenen Reliefs und der Topographie

Natürliches Relief

Zur Einbindung einer Anlage in die umgebende Landschaft kann die natürliche Oberflächengestalt genutzt werden. Die Positionierung der Anlagen auf leichten Hanglagen (vgl. Abb. 12), die von Gegenhängen umgeben sind, kann die Einsehbarkeit der Anlage stark begrenzen. Flächen in natürlichen Mulden oder Senken bieten sich ebenfalls als geeignete Standorte an. Auf die Errichtung von Anlagen auf weit einsehbaren Hangflächen, beispielsweise in traditionellen, kleinstrukturierten Kulturlandschaften, ist zu verzichten



Abb. 12:
Fernwirkung einer Anlage bei Nutzung des natürlichen Reliefs
© Büro Wartner & Zeitler

Künstliche Geländestrukturen - Nachnutzung von ehemaligen Abbauflächen

Flächen, die durch anthropogene Nutzungen entstanden sind, wie etwa Kies-, Lehm- oder Sandabbaugruben, können sich als Standorte für Photovoltaikanlagen eignen. Die ehemaligen Rohstoffabbaugebiete weisen in der Regel senken- bzw. grubenartige Strukturen auf. Die Photovoltaikanlagen „verschwinden“ dann aufgrund ihrer meist nur geringen Höhe unterhalb der natürlichen Geländeoberkante (vgl. Abb. 13).

Da sich auf den ehemaligen Kies- oder Lehmgruben häufig wertvolle Standorte und Lebensräume entwickelt haben, ist die Standorteignung aus naturschutzfachlicher Sicht stets im Einzelfall zu beurteilen. Gegen ehemalige Kies- und Lehmgruben, die vollständig verfüllt wurden und auf denen als Nachnutzung eine intensive ackerbauliche oder andere landwirtschaftliche Nutzung stattfindet, bestehen aus naturschutzfachlicher Sicht keine grundsätzlichen Vorbehalte.



Abb. 13:
Verringerung der Sichtbarkeit nach außen: Freiflächenanlage unterhalb Geländeoberkante in ehemaliger Kiesgrube
© Barbara Grundner-Köppel, Landschaftsarchitektin Mühldorf a. Inn

4.1.4 Neuanlage einer Eingrünung (Gehölze / Hecken)

Ist eine gute Einbindung der Anlage in Natur und Landschaft mit den oben genannten Maßnahmen nicht zu erreichen, etwa mangels geeigneter Strukturen oder Geländegegebenheiten in der Umgebung des geplanten Standorts, sind bei der Planung geeignete Maßnahmen zur Eingrünung festzulegen. Die Eingrünung ist dabei den jeweiligen naturräumlichen Gegebenheiten bzw. der Eigenart der Umgebung anzupassen. Je nach Standort sind dichte Heckenanpflanzungen, lockere Strauchpflanzungen oder auch Pflanzung von Einzelbäumen und Baumreihen möglich. Aus naturschutzfachlicher Sicht wäre eine Breite von zehn Metern wünschenswert, um ausreichend Raum für die Entwicklung der Hecke zu haben und auch die entsprechenden Wege zur Pflege der Pflanzungen ausweisen zu können. Der Grenzabstand zu Nachbarflächen von vier Metern ist dabei ebenfalls unbedingt zu berücksichtigen.

Wenn die Anlage nicht vollständig sichtsverschattet werden soll, können Lücken in der Anpflanzung gelassen werden. In Bereichen, von denen keine Verschattungswirkungen ausgehen, können durch einzelne (Laub-)Gehölze oder Gehölzgruppen weitere positive Effekte erzielt werden. Zu empfehlen sind Maßnahmen, die zu einer möglichst hohen Strukturvielfalt der Landschaft beitragen. In jedem Fall sind regionaltypische Arten aus autochthonem Pflanzmaterial auszuwählen. Die Verwendung möglichst vielfältiger Arten mit unterschiedlichen Wuchsformen und -höhen trägt zur Auflockerung der linearen Struktur einer Photovoltaikanlage bei.

Um eine möglichst hohe ökologische Wertigkeit zu erreichen, ist die Entwicklung von unterschiedlichen Saumbiotopen im Anschluss an die Pflanzungen anzustreben (vgl. Abb. 14). Neuanpflanzungen benötigen einige Zeit, bis sie ihre volle Wirkung erreichen (vgl. Abb. 15). Ist zum Beispiel eine mög-

lichst schnelle Sichtverschattung gewünscht, sind bei der Planung entsprechend weit entwickelte Pflanzen zu verwenden.



Abb. 14: Jungpflanzung



Abb. 15: Anpflanzung nach acht Jahren

4.1.5 Möglichkeiten für Minimierungs- und Ausgleichsmaßnahmen

Innerhalb der Anlage

Die landschaftspflegerischen Gestaltungsmöglichkeiten bei Freiflächenanlagen sind grundsätzlich vielfältig.

Zu beachten ist jedoch, dass es sich bei Maßnahmen innerhalb der Anlage im Regelfall nur um Minimierungsmaßnahmen handeln kann, da durch die Zäunung und die erforderliche Anlagenpflege funktionale Einschränkungen gegeben sind. Ausnahmefälle können neu anzulegende größere und zusammenhängende Biotopstrukturen innerhalb einer Photovoltaikanlage darstellen, wenn in diese später nicht mehr eingegriffen werden muss.

Verwendung von autochthonem Saatgut

Die Verwendung von standortgemäßem, autochthonem Saat- und Pflanzgut (bei Saatgut Mindestanteil an Kräutern 8 %) ist eine Maßnahme zur Eingriffsminimierung, die häufig eingesetzt wird (vgl. Abb. 16). Soll gleichzeitig eine Aushagerung des Standortes erreicht werden, ist darauf zu achten, dass die Anlagengestaltung einen einfachen Abtransport des Mähgutes zulässt, das heißt, dass genügend Abstand zwischen den Modulen sowie eine ausreichende Höhe der Modultische gegeben sind.



Abb. 16: Bewuchs in der Anlage bei Verwendung von autochthonem Saatgut
© Büro Wartner & Zeitler

Einzelelemente (Steinhaufen, Totholz, Kleingewässer etc.)

Einzelelemente wie Lesesteinhaufen, Totholz oder Tümpel (Abb. 17, Abb. 18) in der Photovoltaik-Freiflächenanlage lockern den gesamten, technisch geprägten Eindruck der Anlage deutlich auf. Daneben bieten diese Elemente für bestimmte Tierarten wichtige (Teil-)Lebensräume für Nahrung, Fortpflanzung, Unterschlupf, Sonnen usw. Es sollte nur ortstypisches Material verwendet werden.

Sukzession auf Teilflächen der Anlage zulassen

Als einfache, aber wirkungsvolle Maßnahme, beispielsweise zur Förderung von Reptilien und Amphibien, bieten sich Initialstandorte mit der Möglichkeit der Entwicklung von Pionierstadien an. Hierfür müssen lediglich Teile der Anlage von der Einsaat ausgenommen werden und Kleinstrukturen, wie Vertiefungen, wie sie beim Bau der Anlagen entstehen, zum Beispiel Wasserpfützen, Reifenspuren oder ähnliches, in denen sich Wasser sammeln und stehen bleiben kann, erhalten bleiben. Für den Erfolg einer solchen Maßnahme ist die Verbindung zu geeigneten Strukturen (Hecken, Gräben, Wiesen, sonstige Trittsteinbiotope) außerhalb der Anlage von großer Bedeutung.



Abb. 17: Tümpel im Solarpark



Abb. 18: Kleingewässer im Solarpark
© Büro Wartner & Zeitler

Vorhandene Biotopstrukturen

Werden Anlagen im Bereich vorhandener Biotopstrukturen oder auf anderen naturschutzfachlich hochwertigen Flächen errichtet, so ist während des Bauablaufs sicherzustellen (z. B. mit einer ökologischen Baubegleitung), dass diese nicht beeinträchtigt werden. Durch eine entsprechende Pflege sind die vorhandenen Biotopstrukturen zu erhalten.

Außerhalb der Anlage

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Umsetzung der Ausgleichmaßnahmen in unmittelbarer Nähe zum Eingriff wünschenswert. Neben den vorab innerhalb der Anlage beschriebenen Maßnahmen bieten sich z. B. die Pflanzung von Obstbäumen, die Anlage von Streuobstwiesen (Abb. 19, 20) und Baumhainen, die Etablierung von blütenreichen Wiesen oder die Schaffung von Flachwasserzonen an.

Die Ausgleichsflächen müssen hierbei für die gesamte Betriebszeit der Anlage durch entsprechende Verträge oder Dienstbarkeiten dauerhaft gesichert sein und bedürfen eines Monitorings (siehe auch Kapitel 6.1.2) sowie gegebenenfalls einer zielgerichteten Pflege, um die angestrebten Biotopfunktionen zu erreichen und dauerhaft sicher zu stellen.



Abb. 19, 20: Obstbäume als Ausgleichsmaßnahme in unmittelbarer Nähe zur Anlage

Sonderfall: Flächen mit wertvollen Biotopstrukturen (militärische Konversionsflächen, ehemalige Abbaugelände)

Diejenigen Teilflächen von Konversionsflächen, auf denen sich bereits wertvolle Biotopstrukturen entwickelt haben, sind von einer Überbauung auszunehmen und in ein Pflegekonzept einzubinden, um sie längerfristig zu erhalten. Hierfür gibt es bereits Beispiele, wie die Flachlandmähwiesen in einem FFH-Gebiet auf einer Konversionsfläche, welche in ein zwanzigjähriges Pflegemanagement einschließlich Monitoring eingebunden wurden und somit die Lebensraumqualität langfristig erhalten werden konnte.

4.2 Aspekte des Wasserschutzes

Bodeneingriffe

Die Gründung von Modultischen und Stationshäusern, das Anlegen von Baustraßen und das Verlegen von Erdkabeln sowie spätere Rückbaumaßnahmen erfordern Bodeneingriffe. Dadurch erhöht sich das Risiko eines direkten Eintrags von Stoffen in das Grundwasser besonders während der Bau- bzw.

Rückbauphase. Unter dem Aspekt des Grundwasserschutzes sind daher die Bodeneingriffe in Tiefe und Fläche so gering wie möglich zu halten, um die natürliche Grundwasserschutzfunktion nicht erheblich zu mindern.

Verankerung

Unabhängig davon, ob der Anlagenstandort in einem Wasserschutzgebiet liegt (vgl. Absatz 3.2.4), sollten Modulverankerungen, die die gesättigte Bodenzone erreichen, nicht aus verzinktem Stahl bestehen. Bei Kontakt mit Wasser können sich aus der Korrosionsschicht an der Oberfläche der Stahlprofile Zink-Ionen lösen. Aufgrund der hohen Ökotoxizität von Zink für aquatische Organismen ist dies unbedingt zu vermeiden (vgl. auch Kapitel 4.3.3).

In der ungesättigten Bodenzone bestehen keine Bedenken gegen den Einsatz von verzinkten Stahlprofilen, da der Niederschlagseintrag an der Verankerung sehr gering ist.

Transformatoren

Der durch Photovoltaik erzeugte Gleichstrom muss in Wechselstrom mit einer vorgegebenen Spannung umgewandelt werden. Für die Spannungsänderung sind Transformatoren notwendig, die üblicherweise wassergefährdende Öle als Isolier- und Kühlmittel enthalten.

Der ungewollte Austritt dieser Öle in die Umwelt kann durch Aufstellung der Transformatoren in Auffangwannen vermieden werden, die den Anforderungen der Anlagenverordnung (VAwS - Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe) entsprechen. Aus ökologischer Sicht ist jedoch sogenannten Trockentransformatoren oder estergefüllten Transformatoren der Vorzug zu geben, da diese keine wassergefährdenden Stoffe enthalten (siehe Merkblatt 1.2/9 des LfU).

4.3 Konstruktive Gestaltung

4.3.1 Gründung

Die Gründung der Module richtet sich nach der Bodenart, der möglichen Gründungstiefe und den Anforderungen, die durch die Modultische vorgegeben werden. Die Windlasten, die auftreten können, haben einen wesentlichen Einfluss auf die notwendige Gründung. Bei Photovoltaikanlagen auf wirtschaftlichen Konversionsflächen, wie zum Beispiel Deponien, bestehen in der Regel noch weitergehende Anforderungen, wie zum Beispiel eine geringe Gründungstiefe, um Drain- und Dichtungsschichten nicht zu beschädigen. Weitergehende Informationen enthält das **Merkblatt Deponie-Info 2 „Photovoltaik auf (ehemaligen) Deponien“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt**.

Die Gründung der Modultische ist nach Möglichkeit so zu gestalten, dass wenig Fläche versiegelt wird. Gerammte (Abb. 21) oder geschraubte Profile oder spezielle Pfosten bieten sich hier an.



Abb. 21:
Verankerung mit gerammten Profilen

4.3.2 Aufständering und Aufstellung

Unterkonstruktion

Die Gestalt der Unterkonstruktion ergibt sich ebenfalls aus der Art und Anzahl der Module je Modultisch. Üblich sind vor allem Konstruktionen aus verzinkten Stahl und Aluminium. Auch Holz, zum Teil in Kombination mit Stahl (Abb. 22), wird häufiger verwendet. Werden die Holzelemente wettergeschützt montiert, sind keine Probleme innerhalb der angenommenen Einsatzzeit von 25 bis 30 Jahren zu erwarten.



Abb. 22:
Unterkonstruktion aus
Stahlprofilen und Holz-
trägern

Aufstellung und Einzäunung

Eine große Auswirkung auf die Fläche hat die gewählte Aufstellung der Modulreihen. Die Ausrichtung der Module erfolgt üblicherweise nach Süden, um einen möglichst hohen Energieertrag zu gewährleisten. Immer häufiger sind jedoch auch einachsige nachgeführte Anlagen zu sehen, die in Ost-West-Richtung geführt werden.

Im Regelfall werden in den Bebauungsplänen für fest aufgeständerte Anlagen Höhenbegrenzungen für die Systemoberkante festgesetzt, die zwischen 2,5 m und 4,5 m über dem natürlichen Ausgangsniveau des Geländes liegen. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen jedoch, dass sich, zumindest bei aus landschaftsplanerischer Sicht grundsätzlich geeigneten Standorten, keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Auswirkungen auf das Landschaftsbild ergeben. Jedoch sollte die Fernwirkung der Anlage am jeweiligen Standort überprüft und, falls erforderlich, eine entsprechende Anlagenhöhe festgesetzt werden.

Bei niedrigen Systemhöhen ist zwar von Süden gesehen eine geringere Horizontabschattung gegeben, die Einzelreihen stehen aber meist deutlich dichter, so dass in Ost-West-Richtung eine geringere optische Durchlässigkeit gegeben ist und die spätere Pflege der Anlage unter Umständen dadurch erschwert wird.

Bei höheren Modultischen und ausreichendem Spielraum bei der zulässigen Bauhöhe können hingegen ein höherer Bodenabstand der untersten Modulreihe sowie ein größerer Reihenabstand realisiert werden. Der Reihenabstand wird hierbei je nach Neigung und Anzahl der Modulreihe so gewählt, dass in der dahinterliegenden Modulreihe nur eine geringe jahreszeitlich begrenzte Verschattung der untersten Module auftreten kann (Abb. 23, Abb. 24).

Diese Form der Aufständering ermöglicht zum einen spätere Mahdtermine, da die unterste Modulreihe nicht so schnell durch den Aufwuchs verschattet wird, zum anderen können, zumindest zwischen den Reihen, herkömmliche landwirtschaftliche Mähgeräte eingesetzt werden. Bei einer erforderlichen Pflegedauer von 20 bis 30 Jahren kann dies erhebliche Betriebskostenvorteile mit sich bringen.



Abb. 23: Hohe Modultische mit großem Abstand



Abb. 24: Niedrige Modultische mit geringem Abstand

Ein Mindestabstand der Unterkante der Modulreihen von 80 cm zum Boden hat sich in der Praxis bewährt. Neben der Möglichkeit der Beweidung durch Schafe fällt mit einem größeren Abstand auch mehr diffuses Licht auf den Boden, so dass die Beeinträchtigung des Bewuchses durch Beschattung geringer ist. Gering über dem Boden aufgesetzte Module haben zudem den Nachteil, dass häufiger gemäht werden muss, um eine Verschattung der unteren Modulreihen mit hohem Gras zu unterbinden. Ebenso kann eine Beeinträchtigung durch Schnee eher gegeben sein.

Die Verwendung von Moveranlagen (Abb. 25) führt insgesamt zu einer geringeren Verschattung des Untergrundes, da der Schatten wandert, so dass nur ein Kernbereich dauerverschattet ist. Gerade an landschaftlich exponierten Standorten ist jedoch zu bedenken, dass Mover gegenüber fest aufgeständerten Systemen in der Regel deutlich größere Bauhöhen aufweisen.



Abb. 25:
Moveranlagen; Grün-
dung mit gerammten
Stahlrohren

Da es sich bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen um elektrische Betriebsräume handelt, ist im Regelfall eine Zäunung aus sicherheits- und haftungsrechtlichen Gründen unverzichtbar. Zum Schutz vor unbefugtem Betreten und gegen Diebstahl oder Vandalismus fordern Versicherungsgesellschaften üblicherweise eine Zaunhöhe von mindestens zwei Metern mit einem ergänzenden Übersteigschutz.

Bewährt haben sich grüne Maschendraht- und Industriegitterzäune, die optisch vergleichsweise unaufdringlich sind. Letztgenannte weisen eine höhere Stabilität auf und machen bei entsprechender Ausführung einen zusätzlichen Übersteigschutz oft entbehrlich.

Bei Freiflächenanlagen ist zudem zu beachten, dass die Durchgängigkeit der Anlage für Tiere erhalten bleibt. Für Kleintiere ist es ausreichend, einen Zaunabstand von ca. 15 cm über dem Boden zu belassen. Die Schaffung von regelmäßigen Querungsmöglichkeiten – Teilflächen, die aus der Zäunung herausgenommen sind – stellt die Durchgängigkeit und funktionale Verbindung der Anlage mit der Umgebung auch für größere Tiere (Rehwild, Schwarzwild o. ä.) sicher.

Der Überdeckungsgrad der Fläche – der bei den Moveranlagen sehr gering und bei dachprofilartig aufgestellten Ost-West-Anlagen sehr hoch ist – kann sich auch auf die Höhe des Kompensationsfaktors auswirken. Ebenso können Anlagen mit unterschiedlicher Aufstellungsausrichtung innerhalb einer optisch zusammengehörenden Einheit einen höheren Ausgleich erfordern, nämlich dann, wenn diese Aufstellung als das Landschaftsbild störend wahrgenommen wird.

4.3.3 Ableitung des Niederschlagswassers

Vor allem bei Modultischen mit mehreren Modulreihen übereinander ist darauf zu achten, dass das Niederschlagswasser zwischen den einzelnen Modulreihen abtropfen kann. Andernfalls können sich Bodenerosionen an der unteren Tropfkante ergeben. Da Dünnschichtmodule meist rahmenlos sind, sind hier häufig durch die Halteklammern ohnehin Abstände zu den benachbarten Modulen bedingt (vgl. Abb. 26).

Sofern das Niederschlagswasser gefasst bzw. gesammelt wird, ist zu prüfen, ob für die Versickerung oder Einleitung in ein oberirdisches Gewässer eine wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung erforderlich ist (vgl. Kapitel 2.2).

In der Regel besteht kein Erfordernis für die Behandlung des Niederschlagswassers.

Da Zink-Ionen eine vergleichsweise hohe Toxizität für aquatische Organismen aufweisen, sollte bei der Verwendung von verzinkten Bauteilen in der Aufständering und Aufstellung durch geeignete Konstruktion nach Möglichkeit die Benetzungsfläche mit Niederschlagswasser möglichst gering gehalten werden, um eine mögliche Auswaschung von Zink so weit wie möglich zu reduzieren (vgl. auch Kapitel 4.2. Verankerung)

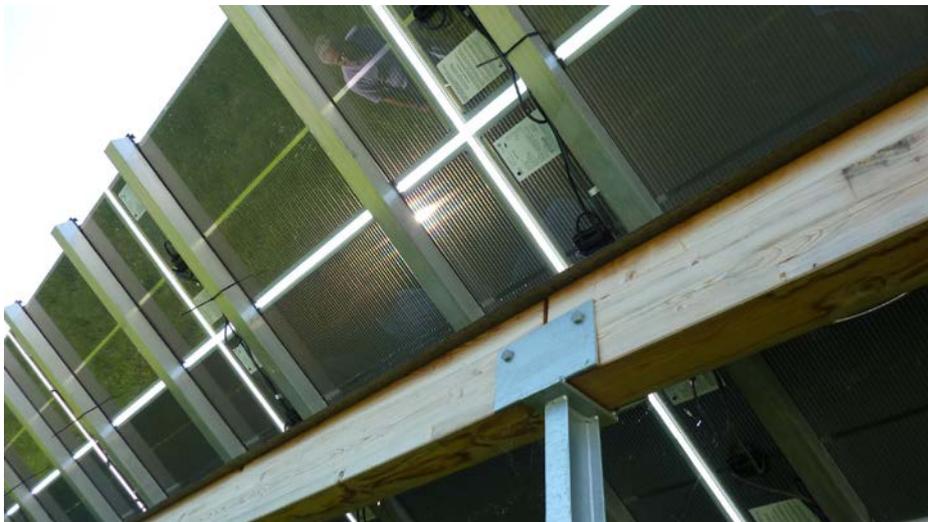


Abb. 26:
Wasserablauf zwischen den Modulen durch Abstände

4.4 Nachbarschutz

4.4.1 Lärmschutz

Schallemissionen entstehen zum einen während der Bauzeit der Photovoltaikanlage durch die eingesetzten Baumaschinen. Im bestimmungsgemäßen Betrieb einer Photovoltaikanlage sind Wechselrichter und Trafo die Hauptgeräuschquellen. Fachmännisch montierte Photovoltaikanlagen sollten auch keine Klappergeräusche bei Windeinwirkung verursachen.

Anhand der vom LfU ermittelten Schalleistungspegel ergibt sich, dass bei einem Abstand des Trafos bzw. Wechselrichters von rund 20 m zur Grundstücksgrenze der Immissionsrichtwert der TA Lärm für ein reines Wohngebiet von 50 dB(A) am Tag sicher unterschritten wird. Einzelfallbezogen kann eine größere Entfernung zu schützenswerten Immissionsorten erforderlich sein, zum Beispiel dann, wenn die Summenwirkung mit anderen Anlagen zu berücksichtigen ist.

Im Rahmen der Aufstellung eines Bebauungsplans sollte regelmäßig ein schalltechnisches Gutachten vorgelegt werden. Wird die Photovoltaikanlage nachträglich errichtet, empfiehlt sich eine Begutachtung bei Abständen von weniger als 100 m zur nächstgelegenen Wohnbebauung.

Wechselrichter und Trafo sind entsprechend der Sonneneinstrahlung mehr oder weniger aktiv, was sich auch auf die Geräuschemissionen auswirkt. Vor allem in den Wintermonaten ab 16 Uhr und nachts sind sie nicht mehr im Betrieb.

4.4.2 Verminderung und Vermeidung von Blendwirkung durch Reflexionen

Blendwirkung lässt sich, falls eine solche aufgrund des Standorts bzw. der Ausrichtung der Anlage zu erwarten ist, durch folgende Maßnahmen wirksam verhindern:

- Sorgsame Planung vor der Errichtung der Anlage
- Unterbindung der Sicht auf die Photovoltaikanlage in Form von beispielsweise Jalousien am Immissionsort, Wällen oder blickdichtem Bewuchs in Höhe der Moduloberkante
- Änderung von Modulausrichtung oder -neigung
- Einsatz matter, d. h. nicht spiegelnd reflektierender Module
- Ausreichender Abstand zur Wohnbebauung (bei Photovoltaikanlagen, die über ausgedehnte lange Reihen von Photovoltaikmodulen verfügen, mindestens 100 m).



Abb. 27:
Reflexion von Sonnenlicht auf Photovoltaikmodulen

5 Bau

5.1 Ökologische Baubegleitung (Umweltbaubegleitung)

Bei Vorhaben mit absehbaren erheblichen Umweltauswirkungen sollte eine ökologische Baubegleitung eingesetzt werden.

Ziel der Umweltbaubegleitung ist es, bei der Ausführung der Maßnahmen die technische Ausführung vor Ort zu begleiten. Häufig werden hier aus Sachzwängen auf der Baustelle vom Plan abweichende Entscheidungen getroffen. Dies ist vor allem bei Rodungen von Gehölzen von Bedeutung. Die Anwesenheit eines „Anwaltes für die Belange des Naturschutzes“ auf der Baustelle ist daher oft unerlässlich.

Auch bei der Umsetzung von Maßnahmen, die den besonderen Artenschutz nach § 44 BNatSchG betreffen, ist eine Umweltbaubegleitung entscheidend. Hier werden im Vorfeld und während der Baumaßnahme Entscheidungen zur Wahrung der Lebensraumsprüche seltener Tierarten getroffen (Spechthöhlen, Amphibienwanderungen, Zauneidechsenlebensräume etc.), die naturschutzfachlichen Vorgaben überwacht und bei eventuell auftretenden Schwierigkeiten fachlich und rechtlich angemessene Lösungen aufgezeigt.

Ideal ist eine ökologische Baubegleitung durch den Landschaftsarchitekten, der bereits an der Bauleitplanung beteiligt war, da dieser mit den Zielen und Festsetzungen des Grünordnungsplanes sowie den Ergebnissen der speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung (saP) bereits vertraut ist.

Als Fachmann, der die Belange des Naturschutzes ebenso vertritt wie die des Bauherrn, hilft er, unnötige / vermeidbare Konflikte durch oft unbeabsichtigte Fehlentscheidungen bei der Bauausführung im Vorfeld zu vermeiden und so einen zügigen und erfolgreichen Projektverlauf sicher zu stellen.

5.2 Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von nachteiligen Auswirkungen während der Bauphase

Zur Vermeidung bzw. Verringerung von erheblichen Beeinträchtigungen während der Bauphase können unter anderem folgende Maßnahmen angewendet werden:

- Auf der bestehenden Baufläche und im direkten Umfeld sollen bestehende Biotope oder sonstige naturschutzfachlich wertvolle Bereiche gekennzeichnet oder abgesperrt werden. Dadurch soll verhindert werden, dass diese Flächen durch Befahren mit Baustellenfahrzeugen oder durch die Nutzung als Lagerfläche geschädigt werden.
- Beeinträchtigungen während der Bauzeit, zum Beispiel durch Gehölzrückschnitte, sind zu vermeiden und die Ausführungszeiten für Gehölzpflege bzw. -beseitigung/Rodung zu beachten. Im Zweifelsfall ist mit der Unteren Naturschutzbehörde (UNB) Kontakt aufzunehmen. In jedem Fall sind für die Durchführung Zeiten außerhalb der Vegetationsperiode zu wählen.
- Um eine natürliche Vegetationsentwicklung zu ermöglichen, soll auf das Einbringen von standortfremden Substraten, etwa für die Anlage von Baustraßen, verzichtet werden. Ist zur Sicherstellung der Befahrbarkeit dennoch der Einbau von Substraten notwendig, sollen unbelastete Materialien verwendet werden.
- Durch Bodenverdichtung können sich die natürlichen Bodenfunktionen und die abiotischen Standortfaktoren und in der Folge die Zusammensetzung von Vegetationsbeständen ändern. Auswirkungen von Bodenverdichtungen können vermieden bzw. begrenzt werden, indem man die Flächen möglichst wenig und nur mit Fahrzeugen mit geringem Bodendruck befährt. Au-

ßerdem soll die Baufläche nur bei geeigneten Witterungsverhältnissen (bei trockenem oder gefrorenem Boden) befahren werden. Im Bedarfsfall, etwa zur Wiederherstellung des Retentionsvermögens, sollen zuvor verdichtete Flächen wieder aufgelockert werden.

- Je nach Gebiet können verdichtete Stellen zumindest in Teilbereichen der Anlage wünschenswert sein und belassen werden. An feuchten Standorten können so für Amphibien wie zum Beispiel Gelbbauchunken oder Wechselkröten temporäre Kleinstgewässer entstehen.
- Ähnliche Wirkungen wie bei der Bodenverdichtung können durch Aushub und Umlagerung von Bodenmaterial entstehen. Daher soll auf Erdarbeiten und eine Veränderung des natürlichen Reliefs möglichst verzichtet werden. Falls auf Erdmassenbewegungen nicht verzichtet werden kann, ist der Oberboden vom übrigen Aushub zu trennen und wieder einzubringen.
- Auch während der Bauzeit sind alle immissionsschutzrechtlichen Anforderungen einzuhalten. Insbesondere sind Lärm- und Schadstoffbelastungen, bedingt zum Beispiel durch Transportverkehr und Staubemissionen, zum Schutz der Anwohner zu begrenzen.
- Nach Beendigung der Baumaßnahme sind von der Baustellenfläche alle Reststoffe zu entfernen und ordnungsgemäß zu entsorgen. Auch die Baustellenstraßen sind rückzubauen.

6 Betrieb

6.1 Naturschutz

6.1.1 Umsetzung eines Pflegekonzeptes

Die Ausarbeitung detaillierter Pflegekonzepte sollte nach Möglichkeit bereits im Rahmen des Grünordnungsplans auf der Maßstabsebene M 1:1.000 erfolgen. Die Pflegemaßnahmen können innerhalb der Festsetzungen bereits in wesentlichen Zügen definiert werden.

Pflege der Anlagenfläche

Aufgrund der bisherigen Vergütungskriterien des EEG wurden die meisten Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf ehemaligen Ackerflächen errichtet und zu - meist extensivem - Grünland umgewandelt. Für diese Flächen ist eine extensive Pflege anzustreben, auf Düngung und das – nach § 12 Pflanzenschutzgesetz ohnehin nur mit Ausnahmegenehmigung zulässige - Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln (Herbizide / Fungizide usw.) ist zu verzichten. Dies ist bereits im Bebauungsplan festzuschreiben.

Schnittzeitpunkte und -häufigkeit (ein bis zwei Schnitte) sind an die Standortverhältnisse und dem daran orientierten Entwicklungsziel anzupassen. Handelt es sich um nährstoffreiche Standorte, kann in den ersten Jahren auch häufiger als die üblichen ein- bis zweimal gemäht werden, um die Fläche im Rahmen des Erreichbaren auszuhagern und zu einer ökologisch wertvolleren Wiese zu entwickeln.

Angesichts der häufig vorausgegangenen intensiven Ackernutzung der Flächen ist jedoch, zumindest bei gut nährstoffversorgten Böden mit durchschnittlicher Wasserkapazität, das häufig formulierte Entwicklungsziel „Magerrasen“ unrealistisch.

Eine aus naturschutzfachlicher Sicht interessante Möglichkeit zur Erhöhung der Standortvielfalt innerhalb der Anlage ist es auch, zum Beispiel jeden dritten Zwischenraum zwischen den Modulreihen nicht anzusäen, sondern über Sukzession entwickeln zu lassen.

Für die Mahd zwischen den Reihen und unter den Modultischen sind spezielle Mulchgeräte auf dem Markt, deren Ausleger bei der Annäherung an eine Stütze automatisch wegschwenken und so eine rationelle Anlagenpflege ermöglichen.

Unter Modultischen mit mehrreihiger Modulbelegung ist eine Mahd mit Abfuhr des Mähgutes nur mit aufwändiger Handarbeit zu realisieren. Aus praktischen Erwägungen heraus sollte eine Abfuhr des Mähgutes deshalb nur dort geplant werden, wo diese maschinell erfolgen kann und vor Ort eine sinnvolle Nutzung des Mähgutes durch landwirtschaftliche Betriebe gegeben ist. Ein Abtransport über größere Strecken mit anschließender Kompostierung erscheint hingegen aus gesamtökologischer Sicht fragwürdig und sollte eine Ausnahme auf Sonderstandorten darstellen.

Werden die Module von Aufwuchs beschattet, so kann es ausreichen, nur die direkt betroffenen Bereiche vor den Modulreihen abzumähen (vgl. Abb. 28). Auf diese Weise können sich spätblühende Arten weiter entwickeln. Zusätzlich können diese Mähstreifen der Fauna als Rückzugsrefugium dienen und somit die Wiederbesiedelung der gemähten Anlagenbereiche beschleunigen. Es sind schonende Mähgeräte und Mähtechniken, zum Beispiel Balkenmäher oder Freischneider für den Bereich der Aufständigung anzuwenden. Auf den Einsatz von Saugmähern, die sich zum Beispiel auf die Insektenwelt nachteilig auswirken können, ist zu verzichten. Ebenfalls zu beachten ist, dass keine Mäh- oder Mulchgeräte eingesetzt werden, die Steine aufschleudern können, da dies zu einer Beschädigung der Module führen kann.



Abb. 28:
Mähstreifen vor den
Modulen, keine Mahd
auf der Restfläche

Die Beweidung mit Schafen ist eine weitere, aus naturschutzfachlicher Sicht sehr gut geeignete und inzwischen auf vielen Anlagen praktizierte Möglichkeit der Pflege. Aufgrund der zunehmenden Knappheit an geeigneten Flächen zur Schafhaltung infolge des Flächenbedarfs für Siedlungen und – in manchen Regionen verstärkt – wegen des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen zur Biogasproduktion, können diese Flächen zudem sehr gefragt sein.

Pflege von Kompensationsflächen

Auf den Kompensationsflächen ist die Pflege entsprechend der naturschutzfachlichen Zielsetzung durchzuführen. Für die Entwicklung eines standortangepassten Biotopmanagements ist frühzeitig ein fachlich geeignetes (Landschafts-) Planungsbüro einzuschalten.

In jedem Fall ist die Pflege bzw. Erhaltung der Flächen dauerhaft sicherzustellen und die Umsetzbarkeit bereits bei der Planung der Kompensationsmaßnahmen zu berücksichtigen. Hier ist es sinnvoll, frühzeitig zu prüfen, ob vor Ort geeignete Partner zum einen für die Durchführung der Maßnahmen (Landwirte, Maschinenringe) und zum anderen für die fachliche Betreuung und Überwachung (Land-

schaftsplaner, Landschaftspflegeverbände) zur Verfügung stehen. Ist für die Flächen z. B. eine Beweidung vorgesehen, so muss das Weidemanagement regelmäßig überprüft und ggf. angepasst werden.

6.1.2 Monitoring und Effizienzkontrolle

Nach § 4c Satz 1 BauGB sind die Gemeinden grundsätzlich verpflichtet, die erheblichen Umweltauswirkungen, die aufgrund der Durchführung der Bauleitpläne eintreten, zu überwachen. Die von der Gemeinde geplanten Überwachungsmaßnahmen sind im Umweltbericht zu beschreiben. Dies kann erforderlich sein, wenn im Bauleitplanverfahren noch keine gesicherten Aussagen, sondern lediglich Prognosen über Auswirkungen der Freiflächenanlage auf einzelne Schutzgüter am Vorhabensort gemacht werden konnten.

Insbesondere kann ein Monitoring als Folge der speziellen artenschutzrechtlichen Prüfung notwendig sein. Wenn Vorkommen geschützter Arten und Wirkungen noch nicht endgültig abschätzbar sind, sollten hierzu gezielte Nachuntersuchungen durchgeführt werden, sofern es entsprechende fachlich begründete Hinweise gibt.

Neben den Umweltauswirkungen des Vorhabens sollte auch die Umsetzung bzw. Effizienz der Ausgleichsmaßnahmen kontrolliert werden. Dies geschieht in der Regel durch ein vom Vorhabensträger beauftragtes Planungsbüro, welches prüft, ob die festgesetzten naturschutzfachlichen Ziele erreicht wurden oder ob ggf. Nachbesserungen oder Anpassungen notwendig sind. Als sinnvoll haben sich gemeinsame Ortstermine mit Betreibern, UNB, ökologischer Baubegleitung und gegebenenfalls auch anerkannten Naturschutzverbänden erwiesen.

6.2 Umsetzung eines Öffentlichkeitskonzeptes

Zur Verbesserung der Akzeptanz von Photovoltaik-Freiflächenanlagen können bereits im Vorfeld bzw. im Zuge der Planung Öffentlichkeitskonzepte entwickelt und umgesetzt werden. Als Träger oder Kooperationspartner kommen Gemeinden, Verbände, Vereine oder auch Umweltbildungsstationen in Betracht.

Um die lokale Bevölkerung und Besucher von Solarfeldern auf die Bedeutung der Energiewende und Nutzung regenerativer Energieformen hinzuweisen, sind Informationstafeln und Aus- bzw. Übersichtspunkte – zum Beispiel Aussichtshügel aus überschüssigem Erdmaterial – gut geeignet. Solche Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit können wesentlich zur Akzeptanz dieser Freiflächenanlagen beitragen.



Abb. 29:
Beispiel zur Verbesserung der Akzeptanz:
Infotafeln und Übersichtspunkte
© Büro Wartner & Zeitler

An der topographisch richtigen Stelle platziert, ermöglichen sie ein besseres Verständnis für die tatsächliche Größe und Einbettung des Solarfeldes in die Kulturlandschaft. Regelmäßige Führungen im Rahmen von Exkursionen greifen derartige Orte gerne auf und verstärken die positive Öffentlichkeitsarbeit.

6.3 Reinigung der Module: Minimierung des Stoffeintrags

Üblicherweise werden Photovoltaik-Module ausreichend durch den Niederschlag gereinigt. Aktive Reinigungsmaßnahmen sind daher nicht notwendig.

Sofern Verschmutzungen dennoch zu einer relevanten Leistungsminderung führen, stehen verschiedene Verfahren (z. B. Teleskopstange mit Reinigungsbürste, Hochdruckreiniger, Festinstallation, Reinigungsroboter, automatisch, manuell) mit unterschiedlichen Reinigungsmitteln zur Verfügung (z. B. entmineralisiertes Leitungswasser mit oder ohne Reinigungszusätzen). Mit der Durchführung sollten spezialisierte Fachbetriebe beauftragt werden.

Die Reinigungsmittel können abtropfen und versickern. Eine Gefährdung des Grundwassers ist in der Regel nicht zu erwarten. Ausnahmen stellen Standorte mit sehr geringer oder fehlender Oberbodenmächtigkeit bei gleichzeitig sehr geringem Grundwasserflurabstand dar. Der Einsatz von Reinigungszusätzen ist in Hinblick auf den Grundwasserschutz grundsätzlich mit dem örtlich zuständigen Wasserwirtschaftsamt abzustimmen. Innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten ist der Einsatz von Reinigungszusätzen ausgeschlossen. Weitergehende Informationen hierzu enthält das LfU-Merkblatt 1.2/9.

7 Rückbau

Verpflichtung zum Rückbau

Im Rahmen der Bebauungsplanung kann die Gemeinde nach § 9 Abs. 2 BauGB festsetzen, dass die zulässige Nutzung nur für eine mit dem Anlagenbetreiber abgestimmte Zeitdauer zugestanden wird. Eine Rückbauverpflichtung folgt daraus aber nicht unmittelbar. Nach § 179 Abs. 1 BauGB kann die Gemeinde den Eigentümer allerdings verpflichten zu dulden, dass die Anlage beseitigt wird. Das Recht des Eigentümers, die Beseitigung selbst vorzunehmen bleibt unberührt.

Da sich in der Praxis die Durchsetzung solcher Duldungsverpflichtungen als schwierig erweist (vgl. Schreiben der OBB vom 19.11.2009) ist zu empfehlen, Rückbauverpflichtungen in begleitenden städtebaulichen Verträgen zu verankern. Hier können Vereinbarungen zum Rückbau der Photovoltaikanlage getroffen und zusätzlich über eine Bürgschaft oder Dienstbarkeit abgesichert werden. Die Rückbauverpflichtung sollte explizit auf alle Einrichtungen (Kabel, Zaun, Fundamente etc.) ausgedehnt werden.

Teilrückbau, Austausch von Modulen

Beschädigte Module (zum Beispiel durch Hagel), bei denen die Halbleiterschicht, Kontakt oder Verlötlungen freiliegen, sollten so bald wie möglich ausgetauscht werden. So kann jeglicher Eintrag von Schadstoffen in den Boden sicher unterbunden werden, vgl. EBERT / MÜLLER.

Entsorgung

Für Wechselrichter, Stromzähler und Kabel bestehen über die Vorgaben zur Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten gängige Entsorgungswege. Auch für Traföhäuschen, Verankerungen aus Beton oder Metall, die Einzäunungen sowie die Aufständigung aus Metall oder Holz sind geeignete Entsorgungswege vorhanden.

Die EU-Richtlinie 2012/19/EU (Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte) enthält Anforderungen zur Sammlung und Entsorgung von Photovoltaik-Altanlagen, die bis 2014 über das Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (ElektroG) umgesetzt und ausgestaltet werden müssen. (vgl. BECKMANN).

Um ihrer Herstellerverantwortung nachzukommen haben europäische Unternehmen (Hersteller und Verbände) der Photovoltaikindustrie eine Dachorganisation (PV CYCLE) gegründet. Die nächste Sammelstelle kann über www.pvcycle.de abgefragt werden. Altmodule der bei PV Cycle organisierten Hersteller können dort kostenlos abgegeben werden. Zudem gibt es auch vereinzelt Hersteller, die ihre eigenen Module wieder zurücknehmen.

Genauere Informationen hierzu stellt Ihnen das Bayerische Landesamt für Umwelt unter www.abfallratgeber.bayern.de: Publikationen > Elektro- und Elektronikaltgeräte > Wieso Abfall? Entsorgung von Photovoltaikanlagen sowie <http://www.izu.bayern.de>: Abfall > Fragenkatalog > zu ElektroG und Elektrogeräte > Entsorgung von Photovoltaikanlagen zur Verfügung.

8 Glossar

Ausgleichsmaßnahme

Maßnahmen nach § 15 Abs. 2 Satz 2 BNatSchG, die erforderlich sind, um die durch einen Eingriff verursachten Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft auszugleichen. Das BauGB fasst Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zusammen (vgl. § 200a BauGB).

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Bauleitplanung

Im Baugesetzbuch geregeltes Verfahren in der Planungshoheit der Gemeinden, um die örtliche Entwicklung vorausschauend zu ordnen. Die Bauleitplanung regelt die Vorbereitung und Ausgestaltung der baulichen und sonstigen Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde. Unterschieden werden der Flächennutzungsplan als vorbereitender Bauleitplan und der Bebauungsplan als verbindlicher Bauleitplan.

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Baugesetzbuch (BauGB)

vom 11.06.2013.

Enthält als Bundesgesetz u. a. Vorschriften zur Bauleitplanung, Bodenordnung (insbesondere der Umlegung von Flächen), Erschließung sowie zu städtebaulichen Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen.

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Bebauungsplan

Im Bebauungsplan sind für Teilbereiche der Gemeinde die rechtsverbindlichen Festsetzungen für die städtebauliche Ordnung enthalten. Der Bebauungsplan ist aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln.

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Eingriff

Veränderungen der Geländegestalt, der Nutzung von Grundflächen oder des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts und das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können.

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Eingriffsregelung

Rechtsgrundlage ist § 14 ff. BNatSchG. Verursacht ein Eingriff erhebliche Beeinträchtigungen, so ist nach der Eingriffsregelung ein Ausgleich dafür zu schaffen. Ziel ist dabei, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts und das Landschaftsbild zu sichern.

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz, vom 25.10.2008, zuletzt geändert am 20.12.2012.

Das EEG regelt die vorrangige Einspeisung von erneuerbaren Energien in das Stromnetz und enthält die Vergütungssätze für eingespeisten Strom aus den verschiedenen Energieträgern.

Flächennutzungsplan

Vorbereitender, lediglich behördenverbindlicher Teil der Bauleitplanung, in dem für ein ganzes Gemeindegebiet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung darzustellen ist. In Bayern wird der gemeindliche Landschaftsplan in den Flächennutzungsplan integriert (sog. Primärintegration).

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Globalstrahlung

Die Globalstrahlung ist die gesamte auf die Erdoberfläche auftreffende Sonnenstrahlung (bezogen auf eine horizontale Fläche). Die Jahressumme für die Globalstrahlung in Deutschland liegt zwischen 900 und 1.200 kWh pro m².

Installierte Leistung

Der Jahresertrag der Photovoltaik hängt wesentlich vom Wetter und dem Standort ab. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, geht man von der installierten Leistung aus. Das ist die Leistung, die eine Anlage unter normierten Testbedingungen erzielt. Als Einheit wird Watt peak (W_p) verwendet. Der tatsächliche Ertrag der Anlage hängt von der Sonnenscheindauer, der Ausrichtung und auch den Wirkungsgraden der nachfolgenden Anlagenteile (zum Beispiel Wechselrichter) ab.

Konversionsflächen nach EEG 2012

Nach dem Schreiben der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (OBB) vom 14.01.2011 zu Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind Konversionsflächen „sowohl i. S. des EEG wie i. S. des Rundschreibens (Rundschreiben OBB vom 19.11.2009) Flächen, deren ökologischer Wert infolge der ursprünglichen wirtschaftlichen, verkehrlichen, wohnungsbaulichen oder militärischen Nutzung schwerwiegend beeinträchtigt ist, und bei denen die Auswirkungen dieser ursprünglichen Nutzung noch fortwirken“ (ebd.).

Gemäß EEG 2012 ist eine Vergütung für Strom aus Photovoltaik-Freiflächenanlagen möglich, wenn sich die Anlage auf einer Konversionsfläche aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung befindet und diese Flächen zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans nicht als Naturschutzgebiet im Sinne des § 23 BNatSchG oder als Nationalpark im Sinne des § 24 BNatSchG rechtsverbindlich festgesetzt worden sind. Eine weitere Definition oder Erläuterung des Begriffs erfolgt nicht. Grundsätzlich ist als Konversion hier eine Nutzungsänderung zu verstehen. Konversionsflächen aus den genannten Nutzungen sind zum Beispiel Deponien, stillgelegte Kiesgruben, Brachflächen aus gewerblicher und industrieller Nutzung, Truppenübungsplätze, Altlasten. Ob eine Fläche tatsächlich als „Konversionsfläche“ angesehen wird, sollte vorab mit dem Netzbetreiber geklärt werden.

Landesentwicklungsprogramm (LEP)

Das Landesentwicklungsprogramm Bayern ist ein fachübergreifendes Gesamtkonzept für die räumliche Ordnung und Entwicklung Bayerns. Darin werden landesweit raumbedeutsame Festlegungen (Ziele und Grundsätze) getroffen. Am 01.09.2013 ist ein neues LEP in Kraft getreten. Mit diesem LEP wird der Regionalplanung die Möglichkeit gegeben, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Photovoltaik-Freiflächenanlagen darzustellen. Im Gegensatz zum vorangegangenen LEP werden diese Anlagen nun nicht mehr wie Siedlungsflächen behandelt, so dass die Vorgaben zur Siedlungsanbindung entfallen.

Modul

Ein Solarmodul besteht aus mehreren miteinander verschalteten Solarzellen. Als Modul wird die einzeln handhabbare Einheit bezeichnet. In Freiflächenanlagen werden mehrere Module auf einem Modultisch aufgebracht. Üblich sind Modultische mit ein bis neun Modulen, die flächig übereinander angeordnet sind.

Monitoring / Überwachung

Im Zusammenhang mit dem Umweltbericht soll eine Überwachung möglicher erheblicher Auswirkungen erfolgen. Dies gilt vor allem für die Aspekte, die mit hohen Prognoseunsicherheiten behaftet sind. (StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Moveranlagen

Die Mehrzahl der Photovoltaik-Freiflächenanlagen ist auf feststehenden Modultischen installiert. Bei Moveranlagen sind diese Tische beweglich und können sich so nach dem Sonnenstand ausrichten. Dabei gibt es Anlagen, die sensorgesteuert dem Sonnenstand folgen, und Anlagen, die einem Zeitprogramm folgen. Aufgrund der Sonnennachführung ist die Energieausbeute von Moveranlagen höher. Allerdings besteht auch ein deutlich größerer Flächenbedarf, da der erforderliche Abstand der Modultische größer ist, um gegenseitige Verschattungen zu vermeiden.

Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (saP)

Spezielle Prüfung der für Anhang IV-Arten der FFH-Richtlinie und europäische Vogelarten geltenden artenschutzrechtlichen Bestimmungen.

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

Umweltbericht

Im Umweltbericht sind die voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen der Planung zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Ziel dieses Vorgehens ist es, erhebliche Umweltauswirkungen frühzeitig, d. h. schon auf der Ebene des Flächennutzungsplans, zu erkennen und zu vermeiden. Die Einführung in das Baugesetzbuch erfolgte in Anpassung an die EU-Richtlinie zur Strategischen Umweltprüfung (SUP).

(StMUV: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern)

9 Weiterführende Literaturhinweise

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2012): Deponie-Info 2 „Photovoltaikanlagen auf (ehemaligen) Deponien“; http://www.lfu.bayern.de/abfall/merkblaetter_deponie_info/doc/deponie_infomerklblatt.pdf

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2013): Merkblatt 1.2/9 „Planung und Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten (Stand: Januar 2013);
http://www.lfu.bayern.de/wasser/merkblattsammlung/teil1_grundwasserwirtschaft/doc/nr_129.pdf

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT: Spezielle artenschutzrechtliche Prüfung (saP) bei der Vorhabenzulassung – Internet-Arbeitshilfe; <http://www.lfu.bayern.de/natur/sap/index.htm>

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (heute: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) (2003): Bauen im Einklang mit Natur und Landschaft – Eingriffsregelung in der Bauleitplanung

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (heute: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz) [Hrsg.]: Kommunale Landschaftsplanung in Bayern – Ein Leitfaden für die Praxis (April 2010)

BECKMANN, J.: Wieso Abfall? – Entsorgung von Photovoltaikanlagen; in: Installateur 02.12;
http://www.abfallratgeber.bayern.de/publikationen/doc/elektro/entsorgung_photovoltaik.pdf

BfN BUND FÜR NATURSCHUTZ [Hrsg.] (2009): Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen – Endbericht Stand Januar 2006

BMU BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (2007), Bearbeitung durch ARGWE Monitoring PV-Anlagen: Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen

BUNDESNETZAGENTUR : Photovoltaikanlagen: Datenmeldungen sowie EEG-Vergütungssätze;
http://www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze/DatenMeldgn_EEG-VergSaetze_node.htm |- Abruf am 10.02.2014

EBERT, T. und MÜLLER, CH.: Schadstoffe in Photovoltaik-Freiflächenanlagen – Eine Gefahr für den Boden? in: Bodenschutz 3.11; <http://www.lfi.bayern.de/iab/boden/031502/>

ENERGIE-ATLAS BAYERN: Internetportal der Bayerischen Staatsregierung, Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie; www.energieatlas.bayern.de

FRAUNHOFER ISE (Juli 2012): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland;
<http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien-und-positionspapiere/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland>

OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN, FÜR BAU UND VERKEHR (19.11.2009): Freiflächen-Photovoltaikanlagen;
<http://www.stmi.bayern.de/buw/baurechtundtechnik/bauplanungsrecht/vorschriftenundrundschriften/index.php>

OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN, FÜR BAU UND VERKEHR (14.01.2011): Freiflächen-Photovoltaikanlagen;
<http://www.stmi.bayern.de/buw/baurechtundtechnik/bauplanungsrecht/vorschriftenundrundschriften/index.php>

OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN, FÜR BAU UND VERKEHR
(02.12.2011): Bauplanungsrechtliche Beurteilung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien:
<http://www.stmi.bayern.de/buw/baurechtundtechnik/bauplanungsrecht/vorschriftenundrundschriften/index.php>

OBERSTE BAUBEHÖRDE IM BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUM DES INNERN, FÜR BAU UND VERKEHR: Planungshilfen für die Bauleitplanung 2010/11: <http://www.verwaltung.bayern.de/egov-portlets/xview/Anlage/4025361/PlanungshilfenfuerdieBauleitplanung.pdf>

SOLARFIRMEN (2012): <http://solarfirmen.com/category/tags/installierte-leistung-nach-region>, Abruf am 12.10.2012

10 Anhang Praxisbeispiele

Beispiele für Freiflächen-Photovoltaikanlagen mit Umsetzung ökologischer Aspekte

Die dargestellten Praxisbeispiele stellen ausgewählte Anlagen dar, an denen bestimmte ökologische Aspekte gut umgesetzt wurden. Es wird nicht der Anspruch erhoben, dass die Anlagen in naturschutzfachlicher und landschaftsplanerischer Hinsicht alle möglichen Aspekte berücksichtigen. Die Beispiele können jedoch als Anregungen für weitere Planungen dienen.

Mönchstockheim / Seeberg I



Abb. 30: Mönchstockheim / Seeberg I

Tab. 1: Steckbrief Mönchstockheim / Seeberg I

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Schweinfurt / Mönchstockheim / Sulzheim / 315
Größe Planungsgebiet	4,26 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	2,80 ha
(Landschafts-) Planungsbüro	Grünordnung durch BELECTRIC in Absprache mit der UNB
Inbetriebnahme	2009
Nutzung vor Bau	Landwirtschaftliche Nutzfläche/ Acker
Einbindung in Landschaft / Eingrünung	Landschaftsgerecht, u. a. durch dahinterliegenden Wald; durch Hecken, blütenreiche Säume und Streuobstwiese mit Wildobst landschaftsoptisch sowie ökologisch wertgebend.
Kompensationsmaßnahmen	Innerhalb des B-Plan Geltungsbereiches (aber außerhalb der eingezäunten Betriebsfläche) ; Kompensationsfaktor 0,2; Pflanzung von zwei- bis dreireihigen landschaftlichen Hecken (autochthones Pflanzgut) mit beidseitig vorgelagertem Gras- und Krautsaum (autochthones Saatgut): Breite: 7 Meter; Anlage Streuobstwiese im Norden mit lokaltypischen, alten Obstsorten und Wildobststarten (Hochstämme: Speierling/ Wildbirne/

	Vogelkirsche/ Elsbeere/ Nussbaum) Pflege: Gras- und Krautsäume: „biotopprägend“ (ohne Düngung, ohne Mulchen, kein Einsatz von Bioziden) frühester Schnittzeitpunkt: ab 1.Juli mit Mähgutabfuhr. Obstbäume/Hecken: fachgerechte/dauerhafte Pflege (Ersatz bei Ausfällen).
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Im Jahr 2008 erfolgte vor Durchführung des Projektes auf der Ackerfläche eine erste Bestandsaufnahme (Vegetation/ Tiergruppen mit Indikatorfunktion); Wiederholung 2011 (2 Jahre nach Inbetriebnahme).
Besonderheiten	Mehr Ausgleichsfläche (Streuobstwiese) als notwendig (Überschuss kann für andere Maßnahme (Ökokonto) gutgeschrieben werden); Freiwilliges, zusätzliches Monitoring
Planungsrecht	Vorhabensbezogener Bebauungsplan mit integriertem Grünordnungsplan und Umweltbericht sowie saP
Module	Dünnschicht
Aufstellhöhe	ca. 2,5-3 m
Besonderheiten der Anlage	siehe oben, insbesondere gute Einbindung in Landschaft



Abb. 31: Ausgleichsfläche neben der Anlage



Abb. 32: Fernansicht



Abb. 33: Großzügige Abstandsflächen zwischen den Modultischen



Abb. 34: Randstreifen

Wörther-Au



Abb. 35: Wörther Au: Photovoltaik-Anlage mit Ausgleichsflächen im Vordergrund
© Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA

Tab. 1: Steckbrief Wörther Au

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Landshut / Wörth a. d. Isar / Wörth a. d. Isar / 401-16 und Dingolfing-Landau / Niederviehbach / Niederviehbach / 393
Größe Planungsgebiet (in ha)	Teilfläche Wörth: 1,5 ha Teilfläche Niederviehbach: 1,3 ha gesamt: 2,8 ha (SO PV und GE)
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche (in ha)	Teilfläche in der Gemeinde Wörth a. d. Isar : 0,7 ha Teilfläche in der Gemeinde Niederviehbach: 0,8 ha gesamt: 1,5 ha
(Landschafts-) Planungsbüro	Linke + Kerling Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA gemeindeübergreifende Planung mit : Längst und Voerkelius, die Landschaftsarchitekten
Inbetriebnahme	06 / 2010
Nutzung vor Bau	Asphalteinrichtung im genehmigten Industriegebiet, randlich Lagerstätten für Sand und Kies; im ursprünglichen Bebauungsplan GI „Wörther Au“ war der überwiegende Teil des PV-Feldes als Grünfläche festgesetzt worden (umzusetzen nach Auflassung der Asphalteinrichtung)

Einbindung in Landschaft / Eingrünung	Anmerkung: keine Einsehbarkeit der Anlage durch Lage innerhalb Industriegebiet
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Naturschutzfachlich hochwertige Grünlandansaat innerhalb eingezäunter Betriebsfläche, Ansaat auf magerem Rohbodenstandort mit artenreichem, autochthonem Saatgut. Verwendung unterschiedlichen Saatguts in abgeschatteten Bereichen unter Modultischen und auf breiten, besonnten Grünlandstreifen / Ausgleichsflächen außerhalb gezäunter Bereichs. Ausbringung von Arten der Kalk-Magerrasen, artenreiche Glatthaferwiesen auf kalkhaltigen Rohböden. 2012 Ergänzung durch Pionierarten des Isartals. Mahd mit anschließender Abfuhr des Mähguts als Pflege auf der gesamten Fläche. Verzicht auf Düngung und Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln.
Kompensationsmaßnahmen	Kompensationsfaktor von 0,1 (im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung gemäß IMS vom 19.11.2009). Ausgleichsbedarf von 6.204 m ² , in Zusammenhang mit Ersatz der durch das Sondergebiet verloren gegangenen Grünfläche. Ausgleichsflächen überwiegend extern, größtenteils im Gemeindegebiet Niederviehbach, allerdings im unmittelbaren Umfeld der Photovoltaik-Anlage (ca. 1 km Radius). Anlage magerer Grünlandflächen aufgrund Nähe zur Isar-Aue, Strukturanreicherung durch flache, grundwassergespeiste Mulden und einzelne Kopfweidenpflanzungen.
Erfolgskontrolle/ Monitoring	halbjährliche Besichtigung der Flächen mit Planer und Auftraggeber, zudem seit Sommer 2012 regelmäßiges Monitoring der Ausgleichsfläche durch einen Sachverständigen in das Artenhilfsprogramm der Regierung von Niederbayern
Besonderheiten	sehr hochwertige, an den Naturraum angepasste Ausgleichsmaßnahme (nachweisliches Einwandern seltener Arten aus dem Umfeld wie z. B. Deutscher Backenklees (<i>Dorycnium germanicum</i>), eine Art mit Vorkommen auf benachbarten Isarbrennen, einem hochgradig gefährdeten Lebensraum).
Module	Polykristallin
Aufstellhöhe	bis 3,2 m zulässig
Anmerkung	interkommunale Planung über Landkreisgrenze hinweg, südlicher und östlicher Anschluss im Landkreis Dingolfing-Landau durch separates Planungsbüro erstellt, Fläche nach LEP angebunden bzw. Konversionsfläche und nach EEG förderfähig
Besonderheiten der Anlage	seit Oktober 2012 Nutzung der Ufer der sehr amphibienreichen Kleingewässer für Artenhilfsmaßnahmen, hier Ausbringung selten gewordener Arten wie Schneidried (<i>Cladium mariscus</i>) und Tamariske (<i>Muricaria germanica</i>) auf magerem, kiesigen Substrat. Tamariske als niedrig wüchsige Strauchart (Konfliktfreiheit, Synergie), daher keine Beschattung der Modulflächen; aufgrund Freihalten der Photovoltaikanlage von hohem Gehölzaufwuchs verhältnismäßig langfristiger Erhalt der Tamariske als extrem lichtbedürftige Pionierart wahrscheinlich.



Abb. 36: Bauphase; Zustand nach Rückbau der Vornutzung
© Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA



Abb. 37: Mageres Substrat bedingt geringeren Vegetationsaufwuchs
© Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA

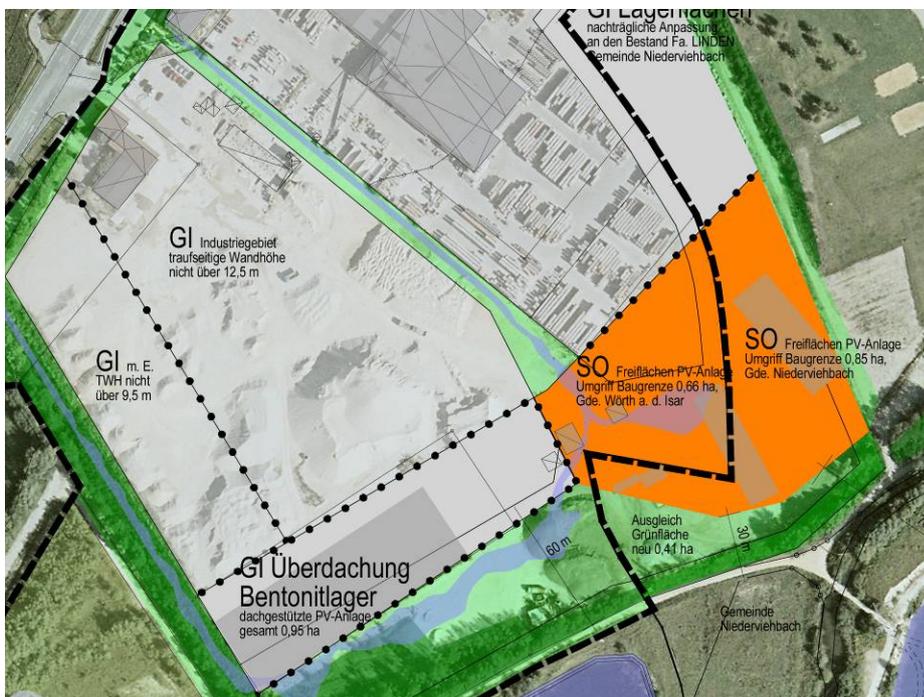


Abb. 38: Strukturskizze auf Flächennutzungsplanebene: interkommunale Konzeption
Plan: Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA

Oberempfenbach II



Abb. 39: Oberempfenbach II: Aussparung zwischen den Modultischen für alten Baum- und Heckenbestand
© Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA

Tab. 2: Steckbrief Oberempfenbach II

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Kelheim / Mainburg / Oberempfenbach / 408, 408/2 Tfl. (Weg), 411, 412, 413, 414, 415, 416, 416/2 Tfl., 417, 419, 430, 431/2 Tfl. und 431/3 Tfl.
Größe Planungsgebiet	5,16 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	1,87 ha
(Landschafts-) Planungsbüro	Linke + Kerling Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA Ingenieurbüro Novak + Götz Mainburg
Inbetriebnahme	06 / 2012
Nutzung vor Bau	landwirtschaftliche Nutzfläche (Acker, Stilllegung) Hecken, Ranken, kleinflächig amtlich kartierte Biotope
Einbindung in Landschaft / Eingrünung	Integration bestehender Gehölzbestände Anpassung an Topografie
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Hinzunahme des östlich angrenzenden Hangbereichs in den Geltungsbereich, hierdurch Sicherstellung extensiver Pflege
Kompensationsmaßnahmen	Kompensationsfaktor: 0,15 bei hohem Grünflächenanteil (62,4 %) aufgrund randlicher Eingrünung und Sicherung der Heckenlandschaft

	Ausgleichsbedarf: 2.810 m ² Ausgleichsflächen innerhalb Geltungsbereich in Nordeck an Autobahn A 93 und in östlichem Talraum (1.011 m ² Ersatz-Pflanzung für Entnahme von Zitter-Pappeln aus Hecke / Biotop und 2.810 m ² Extensiv-Grünland) Stärkung Biotopfunktion der Hecken und Ranken (Vernetzungsband)
Erfolgskontrolle/ Monitoring	noch nicht erfolgt
Besonderheiten	Anpassung an Topografie sowie Erhalt und Integration vorhandener Ranken und Heckenstrukturen innerhalb Baufeld (Aussparen der Modultische)
Planungsrecht	Flächennutzungs- und Landschaftsplan Deckblatt Nr. 111 Bebauungs- und Grünordnungsplan
Module	Polykristallin
Aufstellhöhe	bis 3,5 m zulässig
Anmerkung	Fläche innerhalb 110 m breitem Korridor an Autobahn A 93, nach LEP angebunden und nach EEG vergütungsfähig
Besonderheiten der Anlage	Aufteilung der Anlage in mehrere Felder durch Integration bestehender Gelände- und Gehölzstrukturen Aussparen eines langen, z. T. mit Gehölzen bestandenen Rankens sowie einer Hecke (Abstimmung mit der unteren Naturschutzbehörde, dass einzelne Zitter-Pappeln aus der Hecke entnommen werden können) Erhalt einer ca. 12 m hohen Stiel-Eiche im Osten Erhalt eines ca. 15 m hohen raumwirksamer Berg-Ahorns mit ausladender Krone



Abb. 40: Ca. 15 m hoher Bergahorn. Im Umfeld wurden die Modulflächen ausgespart.
© Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA



Abb. 41: Im Bebauungs- und Grünordnungsplan ist der Erhalt der Hecken- und Rankenstrukturen sowie des Bergahorns festgesetzt
Plan: Linke + Kerling, Stadtplaner und Landschaftsarchitekten BDLA

Mühlhausen



Abb. 42: Mühlhausen: Grünstrukturen gliedern die Anlage

Tab. 3: Steckbrief Mühlhausen

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Neumarkt (Opf.) / Mühlhausen / Gemarkung Mühlhausen / Fl.-Nr. 190,186, 413, 412/1, 412, 411, 442.
Größe Planungsgebiet	22,1 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	Ca. 14 ha
Installierte Leistung	6,3 MW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Wartner & Zeitler
Inbetriebnahme	Dezember 2005
Nutzung vor Bau	Ackerland von Bio-Bauer
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Kirschbaumreihe entlang Straße im Norden, 3 – 5reihige Laubholzhecken im Westen und Süden, ca. 200 m breite Ausgleichsfläche im Osten
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Flächige Wiesenansaat vor Baubeginn, Anlage von Aussichtshügel aus Fundamentaushub (ca. 3.000 m ³), Verzicht auf geschotterte Baustraßen, Einbeziehung vorh. Grünstrukturen

Kompensationsmaßnahmen	Streuobstwiese und Feldgehölze in ca. 200 m breitem Streifen
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Untersucht in BfN-Forschungsvorhaben 2006
Module	Polykristallin, einachsrig nachgeführt
Aufstellhöhe	80 – 220 cm
Besonderheiten der Anlage	Aussichtshügel, Infotafel über Leistung und Einbindung in Mühlhauser Energiepfad, gut angebunden an Gewerbegebiet



Abb. 43: Im Luftbild lässt sich die Anlagenstruktur gut erkennen; links unten im Bild der Aussichtshügel
© Klaus Leidorf



Abb. 44: Blick vom Aussichtshügel auf die Anlage

Hemau



Abb. 45: Hemau: Photovoltaik auf militärischer Konversionsfläche

Tab. 4: Steckbrief Hemau

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Lkr. Regensburg / Stadt Hemau / Gemarkung Hemau / Fl.- Nr. 1600
Größe Planungsgebiet	18,07 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	Ca. 9 ha
Installierte Leistung	4,0 MW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Wartner & Zeitler
Inbetriebnahme	Dezember 2003
Nutzung vor Bau	Konversionsfläche auf Munitionsdepot und Militärstützpunkt
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Insel in Nadelwaldfläche mit z. T. wertvollen Vegetationsbeständen von trocken bis feucht
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Aussparen von wertvollsten Vegetationsbeständen und Wasserflächen, Wechselrichter in vorh. Bunkern, Verwendung des vorh. Straßensystems
Kompensationsmaßnahmen	Anlage von Flachwasserzonen und Entwicklung von wertvollen Vegetationsbeständen durch Heudrusch und Beweidung
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Über 7 Jahre als Auflage der UNB mit Übererfüllung der

	geplanten Kompensationsmaßnahmen im Jahr 2010
Module	Polykristallin, fest aufgeständert
Aufstellhöhe	100 – 250 cm
Besonderheiten der Anlage	Konversionsfläche mit einer hohen Vielfalt an Biotop-Typen von trocken bis feucht; Unterbringung von Wechselrichtern in Bunkern; guter Überblick von Bunkern aus



Abb. 46: Konversionsfläche Hemau
© Klaus Leidorf



Abb. 47: neu angelegte Flachwasserzone
© Büro Wartner & Zeitler

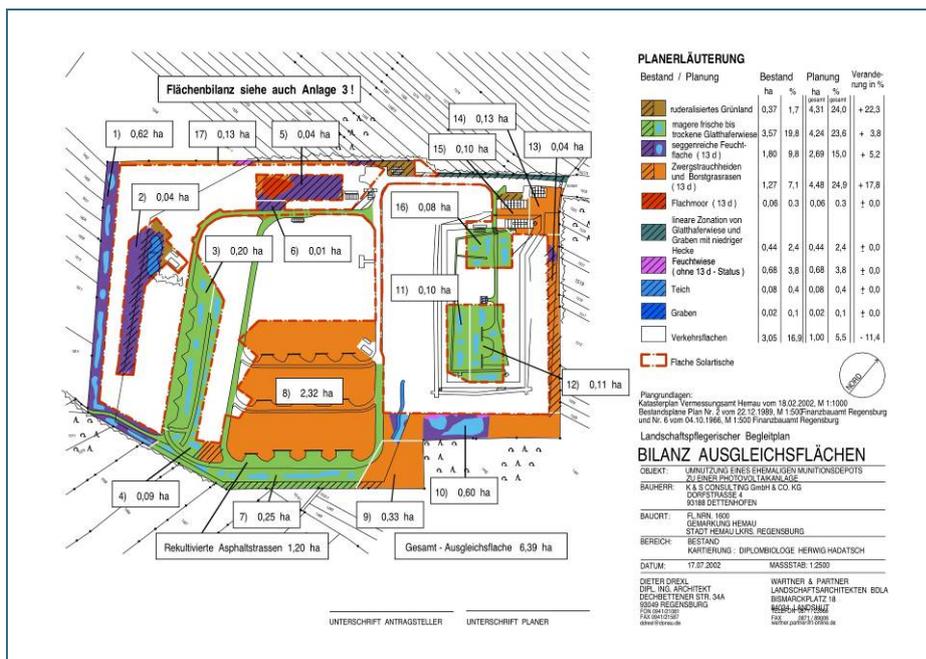


Abb. 48: Auszug LBP: Bilanz Ausgleichsflächen
Plan: Büro Wartner & Zeitler

Müncherlbach I



Abb. 49: Müncherlbach: Randsaum mit Ansichtstange
© J. Ermisch

Tab. 5: Steckbrief Müncherlbach

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Ansbach / Stadt Heilsbronn / Gemarkung Bonnhof / Fl.-Nr. 425 sowie Gemarkung Müncherlbach / Fl.-Nr. 162 und 163
Größe Planungsgebiet	16 ha (inkl. Abstandsflächen Wald u. freizuhaltender Leitungstrassen)
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	12,5 ha
Installierte Leistung	4,45 MW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Ermisch & Partner
Inbetriebnahme	2009
Nutzung vor Bau	Ackerfläche
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Auswahl eines landschaftlich durch 110 KV Leitungen und ein Umspannwerk vorbelasteten Landschaftsausschnitt. Einbindung durch vorhandene Feldhecken und Waldbestände im Umgriff, sowie ergänzende Heckenpflanzungen auf Teilflächen.
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Kontrolle auf Bodenbrüter im Vorfeld der Baumaßnahme; Schutz zu erhaltender Gehölze und Heckenbestände im Umfeld. Einsatz von mobilen Baustraßen (Baggermatratzen) zum Schutz vor Bodenverdichtungen bei feuchter Witterung. Zäune mit 20 cm Bodenabstand als Durchlass für Kleinsäuger.

Kompensationsmaßnahmen	Großflächige extensive Grünlandbereiche und Hochstaudenfluren auf Abstandsflächen zum Wald (außerhalb der Zäunung). Anlage von Baum- und Strauchhecken mit Saum auf 12,0 m breiten Pflanzstreifen. Ansaat ehemaliger Ackerflächen im Bereich offen zu haltender Freileitungstrassen unter Verwendung von autochthonem Pflanzmaterial und Saatgut. Anlage von Lesesteinhaufen als Zusatzstruktur. Alle Kompensationsmaßnahmen liegen vollständig im Geltungsbereich. Bilanzierung der Eingriffsfläche mit Faktor 0,4, Grünlandansaats auf ehemaligen Ackerflächen innerhalb der Anlage wurde jedoch mit Faktor 0,5 auf die Kompensation angerechnet. Kostenschätzung Grünordnung 41.850,-€ netto
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Ökologische Bauleitung während der Bauausführung sowie Kontrolle der Ansaaten und Pflanzungen während der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege.
Module	Dünnschichtmodule
Aufstellhöhe	2,40 m (OK) Regelsystemhöhe
Besonderheiten der Anlage	Anlage wäre nach EEG 2012 nicht mehr vergütungsfähig. Errichtung einer zusätzlichen Umspannstation durch den Energieversorger zum Netzanschluss, auch für benachbarte Freiflächen-Photovoltaikanlagen.
Besonderheiten der Anlage	Durch die extensiven Flächen im Waldrandbereich mit anschließenden linearen Hecken und Säumen wird die Biotopvernetzung in die umliegende Kulturlandschaft verbessert.



Abb. 50: Vorbelasteter Standort

Abb. 51: Strukturvielfalt: Hochstaudenflur, Äsungsfläche für Wild und naturnaher Laubwaldrand
© J. Ermisch

Biederbach



Abb. 52: Biederbach: Optische Gliederung durch bestehende Heckenstruktur
© J. Ermisch

Tab. 6: Steckbrief Biederbach

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Ansbach / Stadt Wolfram-Eschenbach / Gemarkung Biederbach / Fl.-Nr. 158, 161 und 159 (Tfl.)
Größe Planungsgebiet	14,1 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	12,6 ha
Installierte Leistung	5,6 MW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Ermisch & Partner
Inbetriebnahme	2009
Nutzung vor Bau	Ackerfläche
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Je nach Definition städtebaulich angebundener Standort in Ortsnähe. Optische Einbindung durch Waldflächen im Hintergrund, Integration bestehender Hecken und Feldgehölze innerhalb der Anlage sowie Hecken- und Einzelbaumneupflanzungen zum Ort und zur Straße hin.
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Kontrolle auf Bodenbrüter im Vorfeld der Baumaßnahme; Schutz zu erhaltender Gehölze und Heckenbestände während der Bauphase. Zäune mit 15 cm Bodenabstand für Kleinsäuger.

<p>Kompensationsmaßnahmen</p>	<p>Anlage von Baum- und Strauchhecken mit Saum auf 0,8 ha außerhalb der Zäunung mit autochthonem Pflanzmaterial; Wildschutzzaun in der Anwuchsphase. Ansaat der ehemaligen Ackerflächen als Grünland mit anschließender Schafbeweidung von Teilflächen. Alle Kompensationsmaßnahmen liegen vollständig im Geltungsbereich. Bilanzierung der Eingriffsfläche mit Faktor 0,4, Grünlandansaat auf ehemaligen Ackerflächen innerhalb der Anlage wurde mit Faktor 0,5 auf die Kompensation angerechnet. Kostenschätzung Grünordnung 47.410,--€ netto. Neuanlage eines Grünweges westlich der Anlage für Wanderer / Radfahrer, Installation einer Sitzgruppe mit Baumpflanzung</p>
<p>Erfolgskontrolle/ Monitoring</p>	<p>Ökologische Bauleitung während der Bauausführung sowie Kontrolle der Ansaaten und Pflanzungen während der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege. Entwicklung der Avifauna und Insektenvorkommen werden von LBV und Imkern vor Ort beobachtet. Gegenüber Ausgangszustand positive Entwicklung; u. a. Vorkommen Grünspecht</p>
<p>Module</p>	<p>Polykristallin</p>
<p>Aufstellhöhe</p>	<p>2,50 m (OK), Aufständersystem mit Schraubankern</p>
<p>Besonderheiten der Anlage</p>	<p>Problematischer Netzanschluss mit 5 km langer Kabeltrasse aufgrund nicht aufnahmefähiger 20 kV Freileitung unmittelbar am Solarpark. Bienenhaus in der Nähe der Anlage profitiert vom gegenüber den umgebenden Ackerflächen höheren Blütenreichtum.</p>
<p>Besonderheiten der Anlage</p>	<p>Durch die Schafbeweidung mit Texelschafen und Coburger Füchsen ist eine extensive Pflege der Grünflächen innerhalb der Zäunung gewährleistet.</p>

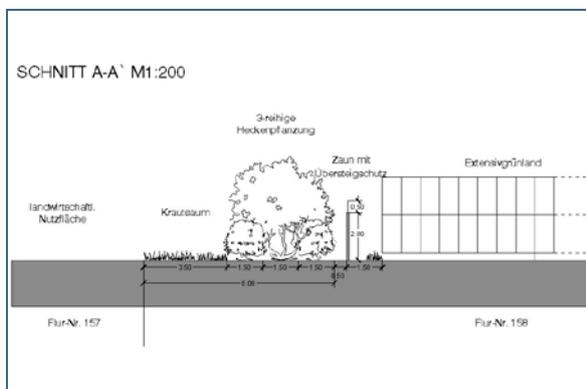


Abb. 53: Heckenpflanzung mit Krautsaum
 Plan: J. Ermisch



Abb. 54: Neue Sitzgruppe bei der Anlage an bestehendem Rad- und Wanderweg
 © J. Ermisch

Albersreuth



Abb. 55: Photovoltaik Albersreuth: Einbindung durch umgebenden Wald sowie ergänzende Hecke
© J. Ermisch

Tab. 7: Steckbrief Albersreuth

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Roth / Kammerstein / Gemarkung Kammerstein / Fl.-Nr. 325, 337, 337/2, 339, 339/2 (Tfl.)
Größe Planungsgebiet	10,24 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	8,7 ha
Installierte Leistung	3,75 MW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Ermisch & Partner
Inbetriebnahme	12/2010
Nutzung vor Bau	Ackerfläche (Satzungsbeschluss vor 25.03.2010, Vergütung wg. Übergangsregelung EEG)
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Ortsnaher Standort jedoch nicht städtebaulich angebunden im Sinne LEP. Gute optische Einbindung durch umgebende Waldflächen sowie ergänzende Hecken –und Einzelbaumneupflanzungen zum Ort und zur Gemeindeverbindungsstraße hin.
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Kontrolle auf Bodenbrüter im Vorfeld der Baumaßnahme; Schutz zu erhaltender Gehölze und Heckenbestände während der Bauphase. Zäune mit 15 cm Bodenabstand für Kleinsäuger.
Kompensationsmaßnahmen	Anlage von Baum- und Strauchhecken mit Saum auf 1,2 ha außerhalb der Zäunung mit autochthonem Pflanzmaterial;

	<p>Wildschutzzaun in der Anwuchsphase.</p> <p>Ansaat der ehemaligen Ackerflächen als Grünland mit autochthonem Saatgut und anschließender Schafbeweidung von Teilflächen.</p> <p>Alle Kompensationsmaßnahmen liegen vollständig im Geltungsbereich. Bilanzierung der Eingriffsfläche mit Faktor 0,4, Grünlandansaat auf ehemaligen Ackerflächen innerhalb der Anlage wurde mit Faktor 0,5 (Funktionseinschränkung) auf die Kompensation angerechnet. Kostenschätzung Grünordnung 41.785,-€ netto.</p>
Erfolgskontrolle/ Monitoring	<p>Ökologische Bauleitung während der Bauausführung sowie Kontrolle der Ansaaten und Pflanzungen während der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege.</p> <p>Anlage wird durch den Grundstücksverpächter gepflegt.</p>
Module	Polykristallin
Aufstellhöhe	2,50 m (OK), Aufständersystem mit Schraubankern
Besonderheiten der Anlage	Bürgerversammlungen im Vorfeld der Planung sowie die Möglichkeit zur finanziellen Beteiligung haben zu einer sehr guten Akzeptanz der Planung geführt.
Besonderheiten der Anlage	Vorhandene Hecken im Umfeld der Anlage wurden durch abschnittsweises Auf-Stock-Setzen verjüngt und durch Nachpflanzungen in ihrer Struktur verbessert.

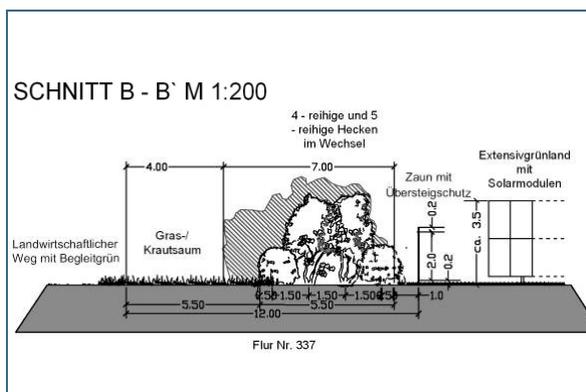


Abb. 56: Querschnitt Grünordnungsplan
Plan: J. Ermisch



Abb. 57: Vierreihige Heckenpflanzung zur freien Landschaft mit Wildschutzzaun
© J. Ermisch

Gottmannsdorf



Abb. 58: Gottmannsdorf: Anlage auf vorbelastetem Standort
© J. Ermisch

Tab. 8: Steckbrief Gottmannsdorf

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Ansbach / Stadt Heilsbronn / Gemarkung Bonnhof / Fl.-Nr. 406 und 407
Größe Planungsgebiet	21,7 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	19,6 ha
Installierte Leistung	8,49 MW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Ermisch & Partner
Inbetriebnahme	2009
Nutzung vor Bau	Ackerfläche
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Auswahl eines landschaftlich durch eine Hauptbahnstrecke und 110 KV Leitungen im Umgriff vorbelasteten Landschaftsausschnitt. Einbindung durch Heckenneupflanzungen und Baumreihen.
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Kontrolle auf Bodenbrüter im Vorfeld der Baumaßnahme; Schutz zu erhaltender Gehölze und Heckenbestände im Umfeld. Einsatz von mobilen Baustraßen (Baggermatratzen) zum Schutz vor Bodenverdichtungen bei feuchter Witterung. Zäune mit 20 cm Bodenabstand für Kleinsäuger.
Kompensationsmaßnahmen	Anlage von Baum- und Strauchhecken mit Saum auf 10 bis 12,0 m breiten Pflanzstreifen. Im Bereich von Baumfallzonen 25 m breite Hochstaudensäume. Ansaat der ehemaligen Ackerflächen unter Verwendung von autochthonem Saatgut. Errichtung zahlreicher

	Greifvogelansitzstangen. Alle Kompensationsmaßnahmen liegen vollständig im Geltungsbereich. Bilanzierung der Eingriffsfläche mit Faktor 0,4, Grünlandansaat auf ehemaligen Ackerflächen innerhalb der Anlage wurde jedoch mit Faktor 0,5 auf die Kompensation angerechnet. Kostenschätzung Grünordnung 93.200,--€ netto..
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Ökologische Bauleitung während der Bauausführung sowie Kontrolle der Ansaaten und Pflanzungen während der Fertigstellungs- und Entwicklungspflege.
Module	Dünnschicht
Aufstellhöhe	2,4 m (OK) Regelsystemhöhe und bis zu 0,60 m Höhenausgleich im Gelände
Besonderheiten der Anlage	Errichtung einer zusätzlichen Umspannstation durch den Energieversorger zum Netzanschluss bei einer benachbarten Freiflächen-Photovoltaikanlagen..
Besonderheiten der Anlage	Besonders breite blütenreiche Krautsäume, auch im Anschluss an neu angelegte Hecken- und Gehölzpflanzungen, verbessern das Lebensraumangebot für Insekten und Heckenbrüter.



Abb. 59: Übergang von der Anlage über Heckenanpflanzung in die freie Landschaft
© J. Ermisch



Abb. 60: Offene Gestaltung durch Abstand zwischen bestehendem Waldrand, Feldweg und breitem Grünstreifen mit Einzelbäumen
© J. Ermisch

Eckartshausen



Abb. 61: Photovoltaik Eckartshausen: großzügige Durchblicke durch hohe Module mit größeren Abständen zwischen den Modultischen

Tab. 9: Steckbrief Eckartshausen

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Schweinfurt / Eckartshausen / Gemarkung Werneck / Fl.-Nr. 265, 266, 267, 283, 284, 285
Größe Planungsgebiet	3,3 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	1,5 ha und 1,1 ha (zwei Bauabschnitte)
Installierte Leistung	497 kW _p und 522 kW _p
(Landschafts-) Planungsbüro	Land + Plan Wartmannsroth-Windheim, Landschaftsarchitekt Knidlberger
Inbetriebnahme	09/2009 und 10/2005
Nutzung vor Bau	Ackerland
Einbindung in Landschaft/ Eingrünung	Teilweise von umgebenden Hügeln verdeckt, teilweise Eingrünung
Kompensationsmaßnahmen	Neben flächiger Heckenpflanzung direkt an der Anlage auch Kompensationsmaßnahmen von Eingriffsort entfernt (Bachrenaturierung)
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Kontrolle nach Durchführung der Pflanzmaßnahmen, sporadische Kontrolle der Pflegemaßnahmen
Module	Dünnschicht
Aufstellhöhe	3,5 m
Besonderheiten der Anlage	Bachrenaturierung als externe Kompensationsmaßnahme mit hohem ökologischem Entwicklungspotential



Abb. 62: Ausgleich in unmittelbarer Nähe



Abb. 63: Ausgleichsmaßnahme Bachrenaturierung

Engelbrechtsmünster



Abb. 64 :Solaranlage Engelbrechtsmünster liegt in einer teilverfüllten Kiesgrube
© Barbara Grundner-Köppel, Landschaftsarchitektin Mühldorf a. Inn

Tab. 10: Steckbrief Engelbrechtsmünster

Landkreis / Gemeinde / Gemarkung / Flurnummer	Pfaffenhofen a. d. Ilm, Gemeinde Geisenfeld, Gemarkung Engelbrechtsmünster, Fl.Nr. 179, 185, 192/2
Größe Planungsgebiet	11,6 ha
Größe Aufstell-/ tatsächlich überbaute Fläche	10,2 ha
(Landschafts-) Planungsbüro	Planung und Federführung: Köppel Landschaftsarchitekt Zusammenarbeit mit: DESIGN & NATURE GmbH & Co. KG
Inbetriebnahme	Dezember 2011
Nutzung vor Bau	Kiesabbau mit Teilwiederverfüllung
Einbindung in Landschaft / Eingrünung	Aufgrund Teilverfüllung liegt Solaranlage ca. 4 m tiefer unter OK bestehendem Geländeniveau und ist somit kaum sichtbar; auch Störungen durch Reflexionen sind ebenfalls reduziert. Lückige Eingrünung zur Ermöglichung von Kaltluftströmen und zusätzlichen Unterstützung Sichtschutz.
Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	Bauzeit wird festgelegt zwischen Oktober und Februar (außerhalb der Vogelbrutzeit, sowie Laichzeit)

	<p>Große Teilbereiche des Solarpark-Bodens werden mit Heudruschverfahren aufgewertet, um mehr regionale Vegetationsvielfalt zu ermöglichen = Entstehung einer Mosaikstruktur aufgrund unterschiedlicher Lebensraumausstattungen, Kleinklimaten, Licht- und Schatteneinfällen.</p> <p>Böschungsbereiche sowie Eckpunkte am Pflweg aufwerten durch Steinhäufen und Wurzelstöcke im geringen Umfang (v. a. in Randbereichen), Fahrspuren (auf ebenen Flächen), um Wanderkorridore für Amphibien und Reptilien zu schaffen.</p> <p>Keinerlei Anwendung von Spritz- und Düngungsmitteln</p> <p>Zaun ohne Sockel, Abstand zum Boden mind. 20 cm (Gewährleistung Durchlässigkeit für Kleintiere)</p> <p>Verwendung von Schraubfundamenten (bodenfreundliche Bearbeitung)</p> <p>Geringe Bodenversiegelung (alle Wege mit wasserdurchlässigem, naturbelassenem Belag)</p> <p>Belassen von Vegetations-Randstreifen an der äußeren Wegekante (Hochstauden etc.) im Winter um Versteck- und Nahrungsangebot zu erhöhen (spez. Rebhuhn).</p> <p>Festsetzen einer langen „Aufrechterhaltung“ der bestehenden Uferschwalbenwand. Erneuerung („Ankratzen der obersten Wandschicht“) der Abbauwand sollte gesichert werden.</p> <p>Schaffung von wechselfeuchten Stellen, auch direkt hinter den Modulen (mögl. Kühle-Effekt durch Verdunstungskälte; Verbesserung des Mikroklimas), sowie punktuelle Bodenverdichtung (Mulden) vor den Modulen (= wechselfeuchte Stellen) und Schaffung einer dauernassen Fläche am Tiefpunkt im Geltungsbereich mit Flachufer</p> <p>Pflege durch Beweidung (durch Auftritte entstehen neue Rohbodenstandorte)</p> <p>Zaun mit Kletterpflanzen aufwerten (Verbesserung des Landschaftsbildes, Rückzugsmöglichkeiten)</p> <p>Vermeidungsmaßnahme für Zauneidechse und Kreuzkröte:</p> <p>Zauneidechse: Ökologische Baubegleitung für evtl. Schädigungsverbote im Rahmen der Baumaßnahmen (Die Bauarbeiten sollen so umsichtig wie möglich durchgeführt werden, d.h. Eingriffe sollten zum Schutz der Zauneidechse möglichst schonend erfolgen. Eine fachgerechte Einweisung der Bauarbeiten zum Umgang mit aufgefundenen Individuen der Zauneidechse (während deren Winterstarre) ist erforderlich.</p> <p>Kreuzkröte: Ökologische Baubegleitung für evtl. Schädigungsverbote im Rahmen der Baumaßnahmen. Bauarbeiten sollen so umsichtig wie möglich durchgeführt werden, d. h. Eingriffe sollten zum Schutz der Kreuzkröte möglichst schonend erfolgen. Eine fachgerechte Einweisung der Bauarbeiten zum Umgang mit aufgefundenen Individuen der Kreuzkröte (v. a. während der Überwinterungszeit) ist erforderlich.</p> <p>Unterbindung Neophyteneinkommen durch Mähen; Zeitpunkt in</p>
--	---

	Abstimmung mit der Unteren Naturschutzbehörde
Kompensationsmaßnahmen	
Erfolgskontrolle/ Monitoring	Kontrolle 1 x pro Jahr
Besonderheiten	Nutzung von Synergieeffekten aufgrund Verknüpfung von Anforderungen der Solaranlage und Anforderungen an Lebensraumbedingungen von Tieren und Pflanzen (z. B. Freihaltung von Rohbodenstandorten)
Planungsrecht	Bauleitplanung: Änderung des Flächennutzungsplanes in ein Sondergebiet Aufstellung des Bebauungs- und Grünordnungsplanes mit integrierter Baugenehmigung
Module	Polykristalline Silizium-Zellen
Aufstellhöhe	Bis max. 3,30 m zulässig
Besonderheiten der Anlage	<p>Erstellung eines ganzheitliches Ausgleichsflächenkonzept in Verbindung mit dem vorhergegangenen Kiesabbau und Solarpark (Gesamtfläche 9,32 ha)</p> <p>Optimale topografische Ausgangslage aufgrund der tiefer liegenden Lage, wodurch der Solarpark keine beeinträchtigenden Auswirkungen auf das Landschaftsbild hat</p> <p>Der durch den Eingriff notwendige Ausgleichsflächenbedarf wurde innerhalb des Geltungsbereichs des Solarparks nachgewiesen und erbracht. Aufgrund des intelligenten und allumfassenden Ausgleichskonzeptes konnte der Kompensationsfaktor reduziert werden, so dass keine externen Ausgleichsflächen notwendig waren.</p> <p>Naturschutzfachliche Aufwertung der Landschaft durch Umwandlung von Landwirtschaftlichen Flächen, die Bescheid gemäß wieder herzustellen waren (Änderung der Rekultivierungsziele), in naturschutzfachlich hochwertige Flächen aufgrund der Vielfältigkeit der Entwicklungsziele (Gras-Krautsaum, Baum-Strauchhecke, offene trockene Böschungsbereiche südexponiert, wechselfeuchte Stellen am Böschungsfuß sowie unter den Modulen) im Geltungsbereich.</p> <p>Schaffung unterschiedlichster neuer Lebensräume für Amphibien (Kreuzkröte), Reptilien (Zauneidechse), Vögel (Flussregenpfeifer, Lerche und Kiebitz) und Insekten.</p> <p>Einbindung bereits bestehender naturschutzfachlich hochwertiger Flächen im Osten</p> <p>Konversionsfläche</p>



Abb. 65: Wechselfeuchte Bereiche
© Barbara Grundner-Köppel, Landschaftsarchitektin Mühldorf a. Inn



Abb. 66: Lebensräume für Zauneidechsen in unmittelbarer Nähe zur Anlage
© Barbara Grundner-Köppel, Landschaftsarchitektin Mühldorf a. Inn



Abb. 67:
Anlage ist aufgrund der Lage unter GOK nur aus unmittelbarer Nähe einsehbar
© Barbara Grundner-Köppel, Landschaftsarchitektin Mühldorf a. Inn

11 Tabellenanhang zu Kapitel 2

zu Kapitel 2.4

Auswirkungen von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf Mensch, Natur und Landschaft

Tab. 11: Auswirkungen von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf Mensch, Natur und Landschaft

	Wirkfaktor
Baubedingte Projektwirkungen	Flächeninanspruchnahme Teilversiegelung von Boden/Bodenverdichtung
	Bodenumlagerung, -vermischung
	Baulärm Erschütterungen (Baumaschinen, Rammen/Ramppfähle) stoffliche Emissionen (Schadstoffeintrag, Staubemissionen)
Anlagebedingte Projektwirkungen	Bodenversiegelung, Überdeckung von Boden (Beschattung, Veränderung Bodenwasserhaushalt, Erosion)
	Licht (Reflexion, Spiegelung, Polarisation)
	Visuelle Wirkung (optische Störung, Silhouetteneffekt)
	Einzäunung (Flächenentzug, Zerschneidung/Barrierewirkung)
	Wärmeabgabe (Aufheizen der Module)
betriebsbedingte Projektwirkungen	Stoffliche Emissionen (Schadstoffeintrag)
	Elektrische und magnetische Felder (elektromagnetische Felder und Strahlungen wie bei Handys, Mobilfunkanlagen und Mikrowellengeräten treten beim Betrieb einer PV-Anlage <u>nicht</u> auf)
	Geräusche (Lüfter im Transformatorhäuschen, z. T. Wechselrichter, Nachführeinrichtung bei nachgeführten Anlagen)
	Wartung (bisher keine belastbaren Erfahrungen zum Wartungsbedarf)
	Mahd und Beweidung (Beeinflussung der Habitatstruktur)

Zu Kapitel 2.4

Mögliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter

Tab. 12: Mögliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter

Schutzgut	Mögliche Auswirkungen
Landschaft / Landschaftsbild / landschaftsbezogene Erholung / Landschaftserleben	Beeinträchtigung ungestörter Landschaften
	Beeinträchtigung der Wohn- und Erholungsqualität, sowie der Zugänglichkeit, insbesondere im Umfeld von Siedlungen
	Technische Überprägung von Landschaften
Mensch	Beeinträchtigung Wohn- und Erholungsqualität (Blendwirkung / visuelle Wirkung / ggf. Geräusche bei nachgeführten Anlagen, durch Lüfter oder Wartungsarbeiten)
	Zugänglichkeit
Kultur- und Sachgüter	Kulturhistorische Nutzungsformen (traditionelle Kulturlandschaft)
	Bodendenkmäler
	Bau- und sonstige Kulturdenkmäler
Biodiversität, Arten und Lebensräume	Direkte Beeinträchtigung von Lebensräumen streng geschützter oder gefährdeter saP-relevanter Arten (Beispiel Feldlerche, Kiebitz, Wiesenweihe)
	Lebensraumzerschneidung durch Einzäunung
	Beeinträchtigung von Biotopstrukturen
	Beeinträchtigung von ökologisch wertvollen Strukturen
Abiotische Faktoren	Bodenversiegelung (durch Betriebswege, Gebäude und Fundamente für die Photovoltaikische, Wechselrichter etc.)
	Sonstige Bodenveränderungen (zum Beispiel Bodenverdichtung durch Maschineneinsatz)

