

Anhang 2

**Mögliche Umweltauswirkungen von Erneuerbaren Energien Biogasanlagen, Windenergieanlagen, Solaranlagen**



**Windenergieanlagen**

1. Planung & Genehmigung			Mehr Informationen
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	<p><b>1. Standortanalyse:</b> Mindestabstände zu Wohngebieten und Verkehrswegen überprüfen, zu Natur- und Landschaftsschutzgebieten, Gewässern sowie zu Militärbasen, Flughäfen oder denkmalgeschützten Bauwerken.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windertragsgutachten</li> <li>• Auswahl Windenergieanlagentyp</li> <li>• Wege- und Infrastrukturplanung</li> <li>• Nachweise für Genehmigungsverfahren</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsberechnung</li> <li>• Modelle zur finanziellen Beteiligung der Bürger entwickeln</li> <li>• Entscheidung des Stadtparlaments zur Einleitung des Genehmigungsverfahrens</li> </ul> <p><b>2. Bauplanung &amp; Genehmigung:</b> Detaillierte Angaben zur Bauplanung und zu den geplanten elektrischen Anlagen notwendig. Zusammenfassende Darstellung der zu erwartenden Auswirkungen des Vorhabens auf die in § 1a der 9. BImSchV genannten Schutzgüter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich? Dafür ist u.a. die Größe der Anlagen /des Windparks entscheidend. Ein einfaches Genehmigungsverfahren wird nach §19 BImSchG durchgeführt; ein erweitertes Verfahren nach § 10 BImSchG wird für Windparks ab 3</li> </ul>	<p>(6) IWR</p> <p>(5)NRW Windplanung Navi</p>

		<p>Anlagen und Einzelanlagen mit mehr als 50m Anlagenhöhe notwendig (Allerdings sollten hier zusätzlich die spezifischen Landesregelungen beachtet werden).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die BImSchG-Genehmigung schließt andere behördliche Entscheidungen mit ein, z.B.: Baugenehmigung, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, forstrechtliche Genehmigung, ect.</li> </ul>	
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	<p>Raumbeanspruchung ca. 0,5 ha. Im Wald ebenfalls 0,5 ha Rodung pro Anlage, Kabel, Zufahrtsstraßen. Permanente Freihaltung von Vegetation: 0,1 ha, und 0,15 ha temporäre Vegetationsbefreiung.</p> <p>Wichtige Habitate vermeiden, siehe z.B. „Tierökologische Abstandskriterien“</p>	BImSchG, BauGB, (2) Bundesverband Wind-Energie
	Nutzungskonflikte		
	<p>Mögliche Umweltauswirkungen</p> <p>Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ</p>	<p>Abiotische Schutzgüter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenversiegelung und -verdichtung, Schadstoffeintrag ins Wasser</li> </ul> <p>Biotische Schutzgüter:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Barrieren für Zugvögel, Fledermäuse</li> <li>Disko-Effekt in der Nähe von Siedlungen ect.</li> <li>Schallentwicklung, Schattenwurfprognose</li> <li>Mögliche Neuschaffung von Lebensräumen, z.B. für Raubvögel</li> <li>Ansiedelung von Fledermäusen auf Grund von Zunahme von Insekten</li> </ul> <p>Landschaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sichtbarkeit und Auswirkungen auf das Landschaftsbild (technischer Einfluss statt „Natürlichkeit“, Lärm</li> </ul>	z.B. (10-11)Taunus WEA
	Was ist zu tun (sachlich?)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Standortanalyse: Umgebung beachten; Siedlungen, Vorprüfung der FFH-Verträglichkeit im Regionalplan</li> <li>Bauplanung: Zusammenfassende Darstellung der zu erwartenden</li> </ol>	

		<p>Auswirkungen des Vorhabens auf die in § 1a der 9. BImSchV genannten Schutzgüter. Eine erhebliche Beeinträchtigung von Gebieten und geschützten Tier- und Pflanzenarten ist nach §34 BNatSchG zu vermeiden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artenschutzgutachten und Lebensraumbewertung: Vögel, Fledermäuse, andere geschützte Arten             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Brutvogelkartierung, Kartierung von Rastvogelarten, Horstkartierung</li> <li>○ Artenschutzfachliche Alternativenprüfung</li> </ul> </li> <li>• FFH-Verträglichkeitsprüfung</li> <li>• Landschaftsbild und Erholungswert, Einfluss auf Landschaft (-sschutzgebiete) und Kulturlandschaften</li> <li>• Mensch: Schalltechnisches- und Schattenwurfgutachten</li> <li>• Discoeffekte/Spiegelungen werden mittlerweile durch die Farbgebung der Anlagen weitgehend vermieden.</li> <li>• Beeinträchtigungen durch Eiswurf können durch den einzuhaltenden Abstand zu Wohngebäuden sowie durch Gefahrenhinweise auf den Anfahrtswegen minimiert werden.</li> </ul>	
	<p>Gesetzliche/Verbindliche Regelungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regionalpläne der Länder weisen Vorranggebiete und Eignungsgebiete für Windenergie aus.</li> <li>• FFH-Verträglichkeitsprüfung § 26 BNatSchG</li> <li>• Bau-, Straßen- und Luftverkehrs- sowie das Naturschutzrecht sind relevant. Neben Bundesrecht werden bei den Abständen zu Wohngebieten, Verkehrswegen, Naturschutzgebieten oder Gewässern auch die Gesetzgebungen der Länder wirksam. Beispielsweise ist für Grundwasserabsenkung eine wasserrechtliche Erlaubnis bei der oberen Wasserbehörde zu beantragen. In diesen können etwa Höhenbegrenzungen festgelegt sein. Zu beachten sind auch die - nicht verbindlichen - Empfehlungen der Bundesländer, z.B. der Leitfaden zur Berücksichtigung der Naturschutzbelange bei der Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen in Hessen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) §44, Abs. 1 - „Tötungsverbot“ geschützter Arten beim Bau oder Betrieb von Windenergieanlagen.</li> </ul>	
--	--	--	--

<b>2. Konstruktion &amp; Netzanschluss</b>			Mehr Informationen
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	<ul style="list-style-type: none"> <li>WEA bestehen aus Fundament, Turm, Maschinenhaus, Antriebsstrang und Rotor.</li> <li>Aufwendiger Transport der Anlagenteile</li> </ul>	
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	Raumbeanspruchung besteht aus permanenter Anlageninstallation, sowie Zufahrtsstraßen und Trassen.	(8) IWR
	Nutzungskonflikte	Anlagen könnten mit sonstiger Nutzung von Flächen konkurrieren, z.B. agrarwirtschaftliche Nutzung oder Schutzgebiete, z.B. mit geschützten Waldstücken.	
	<p>Mögliche Umweltauswirkungen</p> <p>Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ</p>	<p>Boden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bodenverdichtung unter Anlagen</li> <li>Voll- und Teilversiegelung des Bodens, wodurch das vorhandene Bodengefüge zerstört wird.</li> <li>Die Versiegelung des Bodens kann kleinräumig eine Versickerung verhindern.</li> </ul> <p>Wasser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Temporäre Gewässerbenutzung, dadurch können bauzeitenbedingte Grundwasserabsenkungen vorkommen.</li> <li>Risiko von unfall- oder leckagebedingten Schadstoffeinträge in offene Fundamentgruben.</li> </ul> <p>Luft &amp; Klima:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Bau und damit verbundene Fahrzeug- und Baumaschinenbewegung können zu Freisetzungen von Fremdstoffen in der Luft führen.</li> </ul>	<p>z.B. (1) Benítez-López et al. (2010) Einfluss von Infrastruktur auf kleine und große Säugtiere</p> <p>Siehe z.B. (4)Final Environmental</p>

		<p><b>Flora:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überbauung von Standorten geschützter Pflanzen?</li> <li>• Eingriffe in die Vegetation bei Antransport der Rotoren (Gehölzentfernungen) entlang der Zuwegung, dafür oftmals Kompensation erforderlich (z.B. Ausgleichspflanzungen).</li> </ul> <p><b>Fauna:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch Bautätigkeiten können zeitlich begrenzte Scheuchwirkungen auftreten.</li> <li>• Habitat Fragmentierung, z.B. Beeinträchtigung von Wanderbewegungen von Amphibien</li> <li>• Schallimmissionen</li> </ul>	<p>Impact Statement (EIS) Mo-have County Wind Farm Project und (3) Draft Environmental Impact Statement Alta East Wind Project</p>
	<p>Was ist zu tun (sachlich?)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodengutachten dienen der Klärung, welche Art Fundamente eingesetzt werden muss</li> <li>• Gemäß § 4 Abs. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) müssen schädliche Bodenveränderungen vermieden werden. Lassen sich Bodenverdichtungen nicht vermeiden, so ist der anstehende Boden nach Abschluss der Arbeiten durch geeignete Maßnahmen zu lockern. Das betrifft vorrangig alle baubedingten Nebenflächen, Baustelleneinrichtungen, Lagerung von Materialien und Erdstoffen sowie alle befahrbaren Flächen, ausgenommen geschotterte Wege und Kranstellflächen und Baustraßen.</li> <li>• Erdaushub darf nur so lange auf der Baustelle verbleiben, wie es notwendig ist, um die baurechtlich notwendigen Verfüllarbeiten vorzunehmen. Ein Bodenauftrag ist nur unter gesonderten Bedingun-</li> </ul>	<p>BBodSchG</p>

		<p>gen gemäß § 6 BBodSchG i.V.m. § 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), statthaft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nach §202 BauGB ist Mutterboden in nutzbarem Zustand zu halten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen.</li> <li>• Im Landschaftspflegerischen Begleitplan sollten Maßnahmen genannt werden, die mindernd auf den Eingriff in den Naturhaushalt wirken sollen. Ein naturschutzrechtlicher Ausgleich kann durch die Inanspruchnahme von Ökokonten erfolgen.</li> <li>• Bauzeitenregelungen können temporäre Beschränkungen für Bautätigkeiten, z.B. für die Brutvögel des Offenlandes notwendig machen, oder den Einsatz einer biologischen Bauleitung.</li> </ul> <p>→Vergrämungsmaßnahmen können sicherstellen, dass es zu keiner Ansiedlung von Bodenbrütern auf den zu überbauenden und zu überfahrenden Flächen kommt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amphibienzäune für wandernde Arten.</li> </ul>	
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen	BBodSchG, BBodSchV, BauGB, Immissionsschutzrechtliche Auflagen, WHG	

<b>3. Betrieb</b>			Mehr Informationen
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	<p>Ca. 20-25 Betriebsjahre</p> <p>Die Verteilung der Gewerbesteuer wird von Steuerrecht festgelegt: 70 Prozent gehen an die Standortgemeinde des Windparks, 30 Prozent an Standortgemeinde des Betreibers.</p>	(8) IWR
<b>Standort und</b>	Raumbeanspruchung	Einschränkungen zur Bewirtschaftung der Flächen unter den Windenergieanlagen möglich, z.B. :	(5) Vortrag zu Eiswurf

<b>Umwelt</b>		aus Naturschutzgründen das Grünland nur einmal im Jahr mähen, bei Eisschlaggefahr darf Fläche nicht betreten werden, entsprechende Warnschilder oder Warnsignale sind von Vorteil (gemäß BImSchG Genehmigung)	von H. Seifert (2007)
	Nutzungskonflikte		z.B.
	<p>Mögliche Umweltauswirkungen</p> <p>Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ</p>	<p>Boden: In der Anlagen- und Betriebsphase sind keine Auswirkungen auf den Boden zu erwarten.</p> <p>Mensch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die einzelnen Baukörper beeinflussen das Windfeld in der nahen Umgebung der Anlage, zudem entsteht vorübergehende Beschattung, Störung durch rotblinkende Leuchfeuer an Türmen in der Nacht</li> <li>• Bei Eisschlaggefahr darf Fläche nicht betreten werden, entsprechende Warnschilder oder Warnsignale sind von Vorteil. Alternativ kann Eisansatz vermindert werden, z.B. durch Rotorblattheizung.</li> </ul> <p>Landschaft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technischer Einfluss auf natürliches Landschaftsbild→ kann Landschaftsqualität senken</li> </ul> <p>Fauna (Gefährdungsrate steigt mit Anlagenzahl):</p> <p>Potentielle Einflüsse auf Vögel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertreibung</li> <li>• Lebensraumverlust, Abwanderung</li> <li>• Barrieren Effekt</li> <li>• Vogelschlagrisiko, Kollision mit Rotorblättern durch Anziehung von Licht und bei sehr hoher Umdrehungsgeschwindigkeit (270km/h)</li> <li>• Entstehung neuer Habitate, Anpassung an neue Bauwerke.</li> </ul> <p>Potentielle Einflüsse auf Fledermäuse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger Habitatverlust als bei Vögeln</li> <li>• Kollisionsrate jedoch höher und damit auch Sterberate hoch in Zeiten</li> </ul>	<p>(6) Richtlinie „Windenergieanlagen; Auswirkungen und Standort-sicherheitsnachweise für Turm und Gründung</p> <p>z.B. (1) Benítez-López et al. (2010) für Einfluss von Infrastruktur auf kleine und große Säugetiere</p>

		<p>hoher Flugaktivität. Tötung durch hohe Druckdifferenzen bei hohen Drehzahlen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientierungsverlust durch elektromagnetische Felder an den Rotorblättern</li> </ul> <p>Auswirkungen auf Säugetiere oftmals sehr gering</p>	
	Was ist zu tun (sachlich?)	<p>Für die mit dem Vorhaben verbundenen Eingriffe in Natur und Landschaft könnten Ausgleichsmaßnahmen erforderlich sein. Dazu sollte ein Landschaftspflegerischer Begleitplan erarbeitet werden.</p> <p>Maßnahmen für Schutzgüter Fauna und Mensch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Beleuchtung anpassen (Typ, Farbe, Intensität)</li> <li>• akustisches Höhenmonitoring im Gondelbereich der WEA für Fledermäuse</li> <li>• temporäre Abschaltung v. Anlagen, Jahreszeiten bedingte Abschaltzeiten, v.a. im Sommer/Spätsommer von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang, bei Windgeschwindigkeiten unter 6m/s und über 10°Celsius Temperatur (für Fledermäuse)</li> <li>• verschiedene Monitoring Methoden (Before-After-Control-Impact)</li> <li>• Kompensationsmaßnahmen.</li> </ul>	
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen	Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) §44, Abs. 1 - „Tötungsverbot“ geschützter Arten beim Bau oder Betrieb von Windenergieanlagen, WHG, Wasser- und Abfallgesetzbuch (WasserabfStAnIWO)	



4. Abbau			Mehr Informationen
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abtransport der Anlagenteile</li> </ul>	
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung		Siehe z.B. (4)Final Environmental Impact Statement (EIS) Mohave County Wind Farm Project und (3) Draft Environmental Impact Statement Alta East Wind Project
	Nutzungskonflikte		
	Mögliche Umweltauswirkungen Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallimmissionen</li> <li>Bodenverdichtung/Versiegelung durch zusätzliche Zufahrtswege</li> <li>Für Eingriffe in die Vegetation bei Abtransport der Rotoren (Gehölzentfernungen) entlang der Zuwegung, oftmals Kompensation erforderlich (z.B. Ausgleichspflanzungen).</li> </ul>	
	Was ist zu tun (sachlich?)		
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen	Landesbauverordnungen, Immissionsschutzrechtliche Auflagen, Meldung über Abbau bei zuständiger Wasserbehörde	

Quellen:

- (1) [Benítez-López, A. et al. \(2010\): The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. \*Biological Conservation\* 143 \(6\) 1307–1316. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320710000480> \(13.10.2014\)](#)
- (2) Bundesverband WindEnergie. URL: [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de) (15.10.2014)
- (3) Draft Environmental Impact Statement Alta East Wind Project. Februar 2013. URL: [http://www.blm.gov/ca/st/en/fo/ridgecrest/alta\\_east\\_wind\\_project.html](http://www.blm.gov/ca/st/en/fo/ridgecrest/alta_east_wind_project.html) (28.8.2014)
- (4) Final Environmental Impact Statement (EIS) Mohave County Wind Farm Project. Mai 2013. URL: <http://www.blm.gov/az/st/en/prog/energy/wind/mohave/reports/FEIS.html> (28.8.2014)
- (5) Nordrhein-Westfalen Windplanung Navi. URL: <http://www.windplanung-navi.de/#> (13.10.2014)
- (6) Deutsches Institut für Bautechnik (2012): Richtlinie „Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“. URL: [https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/data/Aktuelles\\_Ref\\_1\\_1\\_Richtlinie\\_Windenergieanlagen\\_Okt\\_2012.pdf](https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/data/Aktuelles_Ref_1_1_Richtlinie_Windenergieanlagen_Okt_2012.pdf) und Ergänzung der Landesregierung Mecklenburg-Vorpommern: [http://www-mvnet.mvnet.de/inmv/land-mv/wm/arbm/doku/TB/TB\\_AN2-7-10.pdf](http://www-mvnet.mvnet.de/inmv/land-mv/wm/arbm/doku/TB/TB_AN2-7-10.pdf) (13.10.2014)
- (7) Seifert, H. (2007): Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen. Vortrag zum Workshop Eis und Fels Andermatt 21. & 22. Juni 2007. URL: [www.meteotest.ch/cost727/eisundfels/pdf/seifert\\_EundF\\_07\\_part2.pdf](http://www.meteotest.ch/cost727/eisundfels/pdf/seifert_EundF_07_part2.pdf) (13.10.2014)
- (8) <http://www.iwr.de/wind/raum/genehm030801.html>
- (9) <http://windenergie-handbuch.de/wp/windenergie-handbuch/faq/> (15.10.2014)
- (10) ESWE Taunuswind Website: <http://www.taunus-wind.de/info-center/infos-zum-projekt/> (15.10.2014)
- (11) ESWE Taunuswind: Gutachten Taunuskamm: <http://www.taunus-wind.de/fileadmin/Assets/Downloads/Zusammenfassung-Gutachten-Taunuskamm.pdf> (13.10.2014)

## Solaranlagen

1. Planung & Genehmigung			
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?		Weitere Informationen
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	Paneele haben eine geringe Raumbeanspruchung und bieten die Möglichkeit, vormalig degradierte oder ungenutzte Flächen zur Energiegewinnung zu nutzen.	(2) Graebig et al. 2010 (6) Sherwani et al. 2010
	Nutzungskonflikte	Schließt andere, beispielsweise agrarwirtschaftliche, Nutzungen des Bodens aus.	
	Mögliche Umweltauswirkungen Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Große Flächen Solarpaneele können erosionsfördernd wirken.</li> <li>+ Bieten Möglichkeit dezentraler, umweltschonender Energiegewinnung</li> <li>+ Energieversorgung für wenig bevölkerte Gegenden abseits von Netzanschlüssen und für Entwicklungsländer.</li> </ul>	
	Was ist zu tun (sachlich?)	Siehe: 3. Betrieb.	
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen		

2. Herstellung & Konstruktion			
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	<b>Die Herstellung</b> von PV Paneelen erfordert Einsatz von toxischen Stoffen und Chemikalien.	Weitere Informationen
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	Es wird angenommen, dass Transport und Konstruktion der Module nur etwa für 0.1% bis 1% der Emissionen verantwortlich sind, daher werden diese Umweltauswirkungen hier vernachlässigt.	(6) Sherwani et al. 2010

Nutzungskonflikte		
<p>Mögliche Umweltauswirkungen</p> <p>Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ</p>	<p>Herstellung hängt überwiegend von elektrischem Energieaufwand ab, daher sind Folgen danach abzuschätzen, welche Art Energiemix für die Herstellung verwendet wurde. Bei 100% erneuerbaren Energiemix fallen bis auf die toxischen Bestandteile keine negativen Umweltauswirkungen an. Chemische Bestandteile von Silizium-basierten Solaranlagen beinhalten Blei, bromhaltiges Flammenschutzmittel, Cadmium, Chrom, Zink, Silber und Kupfer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ benötigt kein Wasser zur Herstellung.</li> <li>- Bei der Purifikation von Silizium können andere Gase, wie Silane oder das toxische Monophosphan anfallen, die weit verbreitet in der mikro-elektrischen Industrie sind → Gesundheitsrisiken für Arbeiter durch toxische, krebserregende oder leicht entzündliche Gase.</li> <li>- Bei Dünnschicht-PV-Zellen können im Vergleich zu Siliziumzellen geringere Umweltauswirkungen auftreten, z.B. durch die Verwendung von Cadmium Tellurid (CdTe)-Si) oder Kupfer-Indium-Gallium Diselenid (CIGS), welches als Lösung krebserregend sein kann.</li> <li>- Anfallende Mengen CO2 Emissionen liegen bei ca. 971,000 kg/kW.</li> <li>- Aluminium und Zink sollten vermieden oder sparsam verwendet werden, da sie zu Festmüll beitragen und zum Abbau v. Rohmaterialien führen.</li> </ul> <p>Beispielrechnung: A roof-top PV system with poly-Si produced with hydropower and wafers, cells and modules manufactured with UCTE electricity has a <i>carbon footprint of 34 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh</i> . This was calculated assuming a PV system installed in in Southern Europe with a solar irradiation of 1700 kWh/m<sup>2</sup> per year (Fthenakis 2011: 1615).</p>	<p>(1)Fthenakis 2011</p> <p>(4)Hyoungeok 2014</p> <p>(5)Munoz et al. 2005</p> <p>(7) Stoppato 2006</p>
Was ist zu tun (sachlich?)	<p>Herstellung von Silizium in einer Elektrolyse, Energieaufwand:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monokristalline Zellen benötigen bis zu 1000 kWh/kg Silizium.</li> <li>• Polykristalline Zellen bis zu 700 kWh/kg-Si.</li> </ul>	<p>(1)Fthenakis 2011</p>

Gesetzliche/Verbindliche Regelungen	Rege-	Monitoring und Kontrollen für die Verwendung von Monophosphan und Silan.	
-------------------------------------	-------	--	--

3. Betrieb			
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	<p>Laufzeit ca. 25 bis 30 Jahre. Kosten fallen vor allem vor dem Betrieb, für Herstellung und Transport an, sowie nach Laufzeitende bei Abbau und Entsorgung.</p> <p>Energieaufwand der Produktion nach ca. 2 Jahren (in Südeuropa) bis 4 Jahren (in Nordeuropa durch die Energieerzeugung im Betrieb kompensiert (auch abhängig von Anlagentyp).</p>	Weitere Informationen
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	<p>Paneele haben geringere Raumbeanspruchung als konventionelle Energiequellen und bieten die Möglichkeit, vormalig degradierte oder ungenutzte Flächen für Energiegewinnung zu gebrauchen (siehe 1. Planung).</p>	(1)Solarserver, (2)Graebig et al. 2010
	Nutzungskonflikte	<p>Schließt andere, beispielsweise agrarwirtschaftliche, Nutzungen des Bodens aus (siehe 1. Planung).</p>	
	Mögliche Umweltauswirkungen Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetationsverlust und Bodenerosion</li> <li>- Beeinträchtigung von visueller Landschaftserfahrung</li> <li>- microklimatische Veränderungen</li> <li>- Blendrisiko durch Reflektion von Licht auf den Paneelen</li> <li>- Lärmemission bei zenral betriebenen, großen Anlagen</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Wiedernutzung von degradierten Flächen</li> <li>+ Multifunktionaler und integrierter Einsatz an bestehenden Strukturen oder Gebäuden ( Fassaden und Dächer)</li> <li>+ PV Module benötigen geringen Instandhaltungs- und Materialaufwand verglichen mit klassischen Energieressourcen.</li> </ul>	Sherwani et al. 2010

	Was ist zu tun (sachlich?)	Für eine kontinuierliche Versorgung ist ein Energiespeicher erforderlich.	
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen		

4. Recyclingprozess			
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	Recycling ist komplex und bisher nicht wirtschaftlich, da Menge der ausgedienten Paneele nicht umfangreich genug ist. Ab 2025 bis 2030 wird mit einer ausreichenden Menge ausgedienter PV Paneele gerechnet, um einen Recyclingprozess ökonomisch sinnvoll zu machen.	Weitere Informationen
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	Entsorgung auf Elektroschrott Sammelpätzen	(1)Fthenakis 2011
	Nutzungskonflikte		
	Mögliche Umweltauswirkungen Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ	– <b>Anfallen von Elektroschrott</b>	
	Was ist zu tun (sachlich?)	Thermische Recyclingprozesse und Trennprozesse von beschädigten Materialien von nicht-beschädigten Materialien.  Chemische Ätzung und andere Prozesse können leichte Schäden an Siliziumplatten beheben und sie wiederverwertbar machen (beispielsweise in einem Verfahren der Deutsche Solar)  Energieverbrauch für Recycling und Wiederverwertung von PV Modulen beträgt ca. 200 kWh pro Modul. Nur Recycling: ca. 90 kWh.	(6) Sherwani et al. 2010
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen		

Quellen:

- (1) Fthenakis, V.M. und Kim, H.C. (2011): Photovoltaics: Life-cycle analyses. Solar Energy 85 (2011) 1609–1628. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X09002345> (15.10.2014).
- (2) Graebig, M. et al. (2010): Comparative analysis of environmental impacts of maize–biogas and photovoltaics on a land use basis. Solar Energy 84 (2010) 1255–1263. URL: [http://ac.els-cdn.com/S0038092X10001489/1-s2.0-S0038092X10001489-main.pdf?tid=b0fdb24a-5479-11e4-982c-00000aab0f26&acdnat=1413384417\\_cfbdbf05d3aa1cc678156dfd8e640cf](http://ac.els-cdn.com/S0038092X10001489/1-s2.0-S0038092X10001489-main.pdf?tid=b0fdb24a-5479-11e4-982c-00000aab0f26&acdnat=1413384417_cfbdbf05d3aa1cc678156dfd8e640cf) (15.10.2014).
- (3) Heindl Server GmbH (2010): Solarserver. URL: <http://www.solarserver.de/themenkanale/solarthermie.html> (15.10.2014).
- (4) Hyoungseok, K. et al. (2014): Life cycle assessment of cadmium telluride photovoltaic (CdTe PV) systems. Solar Energy 103 (2014) 78–88. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X1400084X> (15.10.2014).
- (5) Munoz, I. et al. (2005): Environmental assessment of different solar driven advanced oxidation processes. Solar Energy 79 (2005) 369–375. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X05000939> (15.10.2014).
- (6) Sherwani, A.F., Usmani, J.A., Varun (2010): Life cycle assessment of solar PV based electricity generation systems: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 540–544. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109001907> (15.10.2014).
- (7) Stoppato, A. (2006): Life cycle assessment of photovoltaic electricity generation. Energy 33 (2008) 224–232. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544207002137> (15.10.2014).

## Biogasanlagen

1. Planung & Genehmigung			Mehr Informationen
<b>Technik</b>	Was ist zu beachten?	Übernahme kommunaler Grünschnitt: Substratqualität verschieden. Gasertrag im Vergleich zu anderen Flächen gut, jahreszeitabhängig. Intensiv genutzte Wiesenflächen bzw. „Landschaftsrasen“ (3-5 Schnitte/ Jahr) produzieren 6 t/ha FM bzw. bei einer Dichte von ca. 0,33 t/m <sup>3</sup> rund 18 m <sup>3</sup> /ha.	(8)RePro Broschüre BMBF 2013
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	<p><b>Flächenbedarf:</b> abhängig von Substratanteil und Methanpotenzial des Aufwuchses</p> <p><b>Art der Raumnutzung:</b> keine Gestaltänderung, keine Nutzungsänderung, ggf. Intensivierung</p> <p><b>Flächeneigenschaften:</b> kommunale Grünflächen, evtl. auch Sport- und Verkehrsbegleitflächen</p>	
	Nutzungskonflikte	Biomasseanbau vs. Nahrungsmittel	
	Mögliche Umweltauswirkungen Grüne Schrift=positiv	Umweltrelevanz eher gering bei Übernahme des Grünschnitts ohne Änderungen an	



<p>Rote Schrift= negativ</p>	<p>Mähtechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Verminderung von Treibhausgasemissionen durch Substitution fossiler Brennstoffe</li> </ul> <p>Bei Änderungen der Mähtechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Häufigerer Schnitt könnte zu nährstoffärmerem Zustand der Flächen/Böden führen; hier eher positiv</li> <li>- Zusätzliche Düngung führt u.U. zum Austrag von Nährstoffen in Grundwasser o. Oberflächengewässer, Treibhausgasemissionen</li> <li>- Früherer Schnitt hat u.U. negative Auswirkungen auf Pflanzen &amp; Tiere</li> <li>- Ggf. Folgeprobleme bei bisheriger Kompostierung klären</li> </ul>	
<p>Was ist zu tun (sachlich?)</p>	<p>Tatsächliche Verfügbarkeit klären, mögliche Konkurrenzen abklären (z.B. Kompostierung) Abschnittsweises Mähen, Randstreifen seltener mähen.</p> <p>Ggf. Düngung so gestalten, dass Nährstoffausträge in Oberflächen- und Grundwasser vermieden werden.</p>	
<p>Gesetzliche/Verbindliche Regelungen</p>	<p>Bei zusätzlicher Düngung: Düngeverordnung (DüV)</p> <p>Zur Genehmigungserfordernis kommt Erfordernis einer Umweltverträglichkeitsprüfung hinzu, abhängig von der Genehmigungsart.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• § 4 BImSchG</li> <li>• Naturschutzrechtliche Vermeidung und Kompensation s. §§ 13-19 BNatSchG bzw. § 1a (3) BauGB und Landesnaturschutzgesetz</li> <li>• Bei Betroffenheit besonders geschützter Arten ist spezielle artenschutzrechtliche Prüfung erforderlich (§§ n44 ff. BNatSchG, verfahrensunabhängig)</li> <li>• TA Luft</li> <li>• Bioenergie in den Planungsleitlinien nach §1 BauGB; und §201 BauGB.</li> </ul>	<p>(2)BayLfU (2010),</p> <p>(13)Peters et al. (2008),</p> <p>(4)Biermann</p>

		Biogasanlagen als landwirtschaftliches Betriebselement (Biermann 2014) Ggf. Geruchsimmissionsrichtlinie (GIRL) des Bundeslandes TA Lärm, beim Bau 32. BImSchV beachten (Lärmschutz).	(2014)
--	--	---	--------

2. Bau und Betrieb der Biogasanlage			Mehr Informationen
<b>1. Technik: Biogasproduktion in Biogasanlage</b>	Was ist zu beachten?	<b>Biogasproduktion in Biogasanlage</b>	(8)RePro Broschüre BMBF 2013
<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung	Art der Flächennutzungsänderung: dauerhafte Änderung der Gestalt und Nutzung, ggf. Neuversiegelung von Flächen.  In Frage kommende Flächen befinden sich in der Regel in der Nähe zum BHKW und zu Stromabnehmern  Flächengröße: bei 0,35 MW elektrischer installierter Leistung ca. 3000 m <sup>2</sup> Flächenbedarf (nur Anlage, ohne Lagerfläche)	Schätzung für Anlage: (14)Schmitt & Beckmann (2006)
	Nutzungskonflikte		
	Mögliche Umweltaus-	+ Ggf. Reduzierung Treibhausgasemissionen bereits bei Substraten berücksichtigt	(6) BMU

	<p>wirkungen</p> <p>Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenbedarf für Anlage: Bodenversiegelung, Lebensraumverlust</li> <li>- Treibhausgasemissionen bei Belüftung (bei Trockenfermentation im Batch-Verfahren ca. 40-60 kg CH<sub>4</sub> pro Fermenter und Befüllung (Maierhofer &amp; Wagner 2004), Störfälle</li> <li>- baubedingte Auswirkungen wie Lärm, Bodenverdichtung etc.</li> <li>- Störfallbedingt Verunreinigung von Boden/ Grundwasser/ benachbarten Gewässer</li> <li>- Ggf. Treibhausgasemissionen bei undichtem Gärrestlager</li> <li>- Ggf. Landschaftsbildbeeinträchtigung</li> </ul>	<p>(2008),(13) Peters et al.  (2008)  (12)Maierhofer &amp; Wagner (2004)</p>
	<p>Was ist zu tun (sachlich?)</p>	<p>Verminderung von Lärm-, THG- Emissionen etc. (technikabhängig)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasdichtes Gärrestlager mit Restgasnutzung, ausreichende Bemessung (damit Termin für Gärrestausbringung nicht von Lagerkapazität abhängig) und automatisierte Gasfackel (BMU 2008)</li> <li>• Abstand zu Wohnbebauung, Gewässern Ggf. zu empfindlichen Lebensräumen (Sichtbarkeit gering halten, Eingrünung mit standortangepassten, heimischen Arten)</li> <li>• Versickerung von Niederschlagswasser</li> <li>• Naturschutzrechtliche Kompensationsmaßnahmen erforderlich (Art, Umfang, Flächenverfügbarkeit klären)</li> <li>• Mögliche Betroffenheit von streng geschützten Arten und europäische Vogelarten oder eines NATURA-2000-Gebiets prüfen und Verbote gem. § 44</li> </ul>	<p>(11)Loch (2007), (7)Böhner et al. (2011), (6)BMU (2008)</p>

		BNatSchG beachten, Handlungsmöglichkeiten frühzeitig mit Naturschutzbehörde klären, ggf. Maßnahmen vor Anlagenbau erforderlich.	
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen	§ 44 BNatSchG	

<b>2. Technik: Biogasverbrennung im BHKW</b>	<b>Was ist zu beachten?</b>	<b>Biogasverbrennung im BHKW</b>  Verbrennung des Biogases in einem Gasmotor, dieser ist mit einem Generator gekoppelt. BHKW Container im Zusammenhang mit der Biogasanlage.  Jahresarbeitsdauer von mehr als 8000 h angestrebt. Dementsprechend sind Betriebsintervalle und Revisionskosten zu beachten.	(8)RePro Broschüre BMBF 2013,  (6)BMU (2008)
	<b>Standort und Umwelt</b>	Raumbeanspruchung  Nutzungskonflikte	Art der Flächennutzungsänderung: dauerhafte Änderung der Gestalt und Nutzung, ggf. Neuversiegelung. In Frage kommende Flächen: Flächengrößen von 15 m <sup>2</sup> (bei Einsatz von ISO Container klein) zzgl. Flächen zur Erschließung der Anlage sowie ggf. Abstandsflächen. Insgesamt jedoch geringer Flächenanspruch.

	<p>Mögliche Umweltauswirkungen</p> <p>Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Klimaschutz durch Substitution fossiler Brennstoffe</li> <li>+ Zusätzliche Bodenversiegelung kann minimiert werden durch Nutzung bereits versiegelter Betriebsfläche</li> <li>+ Beeinträchtigung des Landschaftsbildes minimiert durch Nutzung bereits bebauter Betriebsfläche (ggf.)</li> <li>- <b>Lärm</b></li> <li>- <b>Klima/Luft/menschliche Gesundheit: Emission von Methan (Schlupf), FCKW und Formaldehyd (krebserregend) und Treibhausgasen bei Störungen</b></li> <li>- <b>Baubedingte Wirkungen (Lärm, Schadstoffemissionen etc.)</b></li> </ul>	
	<p>Was ist zu tun (sachlich?)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung von Beeinträchtigungen durch Lärm (benachbarte Wohngebiete), bei Bau und Betrieb, z.B. durch Einhausung, Schalldämpfer im Abgasweg, schalldämmte Zu- und Abluftöffnungen; Fenster etc. bei Betrieb schließen.</li> <li>• Zur Vermeidung von stofflichen Emissionen: Oxidationskatalysator optimal (BMU 2008), regelmäßige Motorenwartung, Motoren auf den aktuellen Methangehalt einstellen (BayLFU 2007, 1.6.2.2)</li> <li>• Naturschutzrechtliche Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen (oder -zahlungen) erforderlich, Höhe v.a. abhängig von zusätzlicher Flächenversiegelung; Flächen bereitstellen.</li> </ul>	<p>(6) BMU (2008)</p> <p>(1)BayLFU (2007, 1.6.2.2)</p>
	<p>Gesetzliche/Verbindliche Regelungen</p>	<p>Genehmigungserfordernis s. 4.BImSchV, Anhang 1 &amp; Peters et al. (2008)</p> <p>§ 4 BImSchG, TA Luft, 32. BImSchV beim Bau beachten</p>	

		<p>(Lärmschutz) und TA Lärm, Pflicht zur Umweltverträglichkeitsprüfung richtet sich nach § 3 UVPG in Verbindung mit Anlage 1 Nr. 1.1 UVPG</p> <p>Ggf. stattdessen Umweltprüfung i.R. der Aufstellung d. Bebauungsplans. Zu erforderlicher naturschutzrechtlicher Vermeidung und Kompensation s. §§ 13-19 BNatSchG und Landesnaturschutzgesetz bzw. § 1a (3) Bau GB</p> <p>Bei Betroffenheit besonders geschützter Arten ist spezielle artenschutzrechtliche</p> <p>Prüfung erforderlich (s. §§ 44 ff. BNatSchG, verfahrensunabhängig);</p> <p>Ggf. Luftreinhalteplan</p>	
--	--	--	--

<b>3. Technik: Biogasaufbereitung</b>	<b>Was ist zu beachten?</b>	<b>Biogasaufbereitung</b> Das Biogas wird auf einen erdgasähnlichen Methangehalt aufkonzentriert, um eine Einspeisung in das Erdgasnetz möglich zu machen. Erforderlich: Konditionierer.	(8,9,) Re-Pro Fachinformationen BMBF 2013, (6)BMU (2008)
<b>Standort und</b>	Raumbeanspruchung		

<b>Umwelt</b>	Nutzungskonflikte		
	Mögliche Umweltauswirkungen Grüne Schrift=positiv Rote Schrift= negativ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiebedarf der Aufbereitung</li> <li>- Emission von Treibhausgasen (CO<sub>2</sub>, Methan)</li> <li>- Folgewirkungen auf den Boden etc. bei erforderlichen langen Transportleitungen. Für die abgeschiedenen Stoffe (insb. Ammoniak, Schwefelwasserstoff) müssen Zwischenspeicherlösungen sowie Entsorgungsmöglichkeiten gefunden werden.</li> </ul>	(10)Graf et al. (2010),  (3)BayLfU (2011)
	Was ist zu tun (sachlich?)	Umweltverträgliche Verwertung/ Entsorgung der Reststoffe	
	Gesetzliche/Verbindliche Regelungen		

**Quellen:**

- (1) BayLfU - Bayer. Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2007): Biogashandbuch Bayern – Materialienband , Kap. 1.6, Stand März 2007. <http://www.lfu.bayern.de/abfall/biogashandbuch/doc/kap16.pdf> (23.09.2011).
- (2) BayLfU - Bayer. Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2010): Biogashandbuch Bayern –Materialienband, Kapitel 2.1, Stand September 2010, Augsburg. <http://www.lfu.bayern.de/abfall/biogashandbuch/doc/kap21.pdf> (23.09.2011).
- (3) BayLfU - Bayer. Landesamt für Umwelt (Hrsg.)( 2011): Biogashandbuch Bayern – Materialienband, Kapitel 2.2.2, Stand März 2011, Augsburg.URL: <http://www.lfu.bayern.de/abfall/biogashandbuch/doc/kap222.pdf> (24.10.2011).
- (4) Biermann, B. (2014): Bioenergie und Planungsrecht. Der Einfluss des Planungsrechts auf die Nutzung der Bioenergie unter besonderer Berücksichtigung der umweltrelevanten Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

- (5) BiomasseV 2012 – Biomasseverordnung 2012. Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse. Konsolidierte, unverbindliche Fassung. URL: [http://www.bmu.de/erneuerbare\\_energien/downloads/doc/47585.php](http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/47585.php) (10.08.2011)
- (6) BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.)(2008): Biogas und Umwelt – Ein Überblick. Erfolge und Probleme der Biogasproduktion und -nutzung in Deutschland. URL: <http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/BMUBiogasprojekt%202008-Broschuere.pdf> (02.09.2010).
- (7) Böhner, R.; Loch, V.; Schleicher, R. (Biogas Forum Bayern) (2011): Gülle- und Gärresttransport (Teil 1). Nr. II – 12/2011. Zusammengestellt für die Arbeitsgruppe II (Substratbereitstellung) im „Biogas Forum Bayern“. URL: <http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Gulle-und-GarrestransportTeil1.pdf> (23.09.2011).
- (8) Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Fachinformation Kraftwerk Grünschnitt. URL: [http://www.reproketten.de/dokumente/Fachinformation\\_KW\\_Gruenschnitt\\_Gesamt\\_20130228.pdf](http://www.reproketten.de/dokumente/Fachinformation_KW_Gruenschnitt_Gesamt_20130228.pdf) (15.10.2014).
- (9) Bundesministerium für Bildung und Forschung (2013): Fachinformation Heizwerk Biogas-Abwärme. URL: [http://www.reproketten.de/dokumente/Fachinformation\\_HW\\_Biogas-Abwaerme\\_Gesamt\\_20130213.pdf](http://www.reproketten.de/dokumente/Fachinformation_HW_Biogas-Abwaerme_Gesamt_20130213.pdf) (15.10.2014).
- (10) Graf, F., *et al.* (2010): Langfristige Auswirkung auf die Umwelt bei der Erzeugung und Einspeisung von Biogas. DVGW Energie. Wasser-Praxis 3/2010 61: 49-55.
- (11) Loch, V. (2007): Sechs Monate sind zu wenig. Biogasgärreste. Technik (10), S. 56–58. URL: <http://media.repro-mayr.de/70/63670.pdf> (11.07.2012).
- (12) Maierhofer, H.; Wagner, R.(2004): Trockenfermentation im Batch-Verfahren. Hrsg.: C.A.R.M.E.N. e.V. – Zentrales Agrar-Rohstoff-Marketing-und Entwicklungsnetzwerk, Straubing. URL: <http://www.carmenev.de/dt/hintergrund/biogas/Feststoff.pdf> (26.05.2011).
- (13) Peters, W.; Pusch, E.; Köppel, J. (2008): Materialband H. Umwelt- und Naturschutzanforderungen an die Planung und Genehmigung von Biogasanlagen. In: Vogt et al./IFEU und Partner (2008): Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. Endbericht mit Materialband. Heidelberg, Leipzig, Berlin, Darmstadt. URL: <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/43280/> (14.06.2010).
- (14) Schmitt, M.; Beckmann, G. (Bearb.) unter Mitwirkung von E. Bergmann und F. Dosch (2006): Flächeninanspruchnahme privilegiert zulässiger Vorhaben im Außenbereich. Bonn. URL: [http://www.bbsr.bund.de/cln\\_032/nn\\_497574/BBSR/DE/Raumentwicklung/EnergieUmwelt/ErneuerbareEnergien/Projekte/Flaecheninanspruchnahme/01\\_Veroeffentlichungen.html](http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_497574/BBSR/DE/Raumentwicklung/EnergieUmwelt/ErneuerbareEnergien/Projekte/Flaecheninanspruchnahme/01_Veroeffentlichungen.html) (29.11.2010).