

Wagner, Sebastian

Book Part

Photovoltaik und Biomasse: Status quo, Standortsteuerung und Perspektiven aus der Sicht von Landesplanung und -entwicklung

Provided in Cooperation with:

Academy for Spatial Research and Planning (ARL) - Leibniz Forum for
Spatial Sciences

Suggested Citation: Wagner, Sebastian (2013) : Photovoltaik und Biomasse: Status quo,
Standortsteuerung und Perspektiven aus der Sicht von Landesplanung und -entwicklung,
In: Kufeld, Walter (Ed.): Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als
Herausforderungen für die Raumordnung, ISBN 978-3-88838-383-0, Verlag der ARL -
Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover, pp. 50-77,
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-3830046>

This Version is available at:
<http://hdl.handle.net/10419/102881>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen
Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle
Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich
machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen
(insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten,
gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort
genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your
personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial
purposes, to exhibit the documents publicly, to make them
publicly available on the internet, or to distribute or otherwise
use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open
Content Licence (especially Creative Commons Licences), you
may exercise further usage rights as specified in the indicated
licence.*



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

Sebastian Wagner

Photovoltaik und Biomasse – Status quo, Standortsteuerung und Perspektiven aus der Sicht von Landesplanung und -entwicklung

URN: urn:nbn:de:0156-3830046



CC-Lizenz: BY-NC-ND 3.0 Deutschland

S. 50 bis 77

Aus:

Walter Kufeld (Hrsg.)

Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung

Arbeitsberichte der ARL 7

Hannover 2013

Sebastian Wagner

Photovoltaik und Biomasse – Status quo, Standortsteuerung und Perspektiven aus der Sicht von Landesplanung und -entwicklung

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Photovoltaik
 - 2.1 Technik und Methoden
 - 2.2 Genehmigungsverfahren
 - 2.3 Status quo
 - 2.4 Aspekte der raumplanerischen Standortsteuerung und landesplanerischen Bewertung
 - 2.4.1 Rahmenbedingungen in Bayern
 - 2.4.2 Theorie und Praxis in Oberbayern
- 3 Biomasse
 - 3.1 Technik und Methoden
 - 3.2 Genehmigungsverfahren
 - 3.2 Status quo
 - 3.4 Aspekte der raumplanerischen Standortsteuerung und landesplanerischen Bewertung
- 4 Zusammenfassende Bewertung und Handlungsempfehlungen

Literatur

Zusammenfassung

Die Erzeugung regenerativer Energien mit Photovoltaik oder Biomasse ist mit einem hohen Flächenbedarf verbunden. Das begrenzte Potenzial dafür geeigneter Flächen in Verbindung mit der Herausforderung, den hohen Energiebedarf substituieren zu müssen, der gegenwärtig durch den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt wird, erfordert für eine sachgerechte Verteilung eine substanziell ermittelte Datengrundlage und regional differenzierte Betrachtung sowie Steuerung. Anhand von Beispielen aus (Ober-)Bayern werden Auswirkungen der bisherigen Steuerungsinstrumente aufgezeigt und Perspektiven für einen modifizierten Einsatz entwickelt.

Schlüsselwörter

Photovoltaik – Bioenergie – Nutzungspotenziale – Flächenbedarf – Raumplanung

Abstract

Production of renewable energy by photovoltaics or biomass is connected with high land consumption. Limited potential of suitable area in conjunction with the challenge to contend with substitution of high energy demand produced by fossil fuels calls for a substantially determined data basis as well as a regionally differentiated view and governance to ensure proper allocation of land usage. With the help of examples from (Upper) Bavaria it is possible to show effects of existing instruments of governance and to develop possibilities of their modified application.

Keywords

Photovoltaics – bioenergy – land-use potentials – demand for land – spatial planning

1 Einleitung

Die Gewinnung regenerativer Energien bzw. der dazu benötigten Rohstoffe ist mit einer oft erheblichen Raumrelevanz verbunden. Als raumbedeutsam gelten gemäß Bayerischem Landesplanungsgesetz (BayLPIG) Art. 2 Abs. 6 schlicht alle Planungen und Maßnahmen, durch die Raum in Anspruch genommen oder die räumliche Entwicklung oder Funktion eines Gebietes beeinflusst wird. Als regenerative Energien können alle Energieformen bezeichnet werden, deren Erzeugung und Verbrauch sich, bezogen auf den menschlichen Betrachtungshorizont, in Hinsicht auf die Produktion der jeweils erforderlichen Energieträger und die Verwertung etwaiger Abfallprodukte in einem natürlichen, sich stetig erneuernden Kreislauf befinden. Die Raumbedeutsamkeit bei der Erzeugung regenerativer Energien schlägt sich zum einen in der konkreten Inanspruchnahme von Flächen an der Erdoberfläche, zum anderen in einer entsprechenden, schon allein optischen Beeinflussung des Lebensraumes nieder. Einzige Ausnahme, und dies auch nur bedingt, stellt hier die Nutzung geothermischer Energie dar.

Die durch diese Raumrelevanz zwangsläufig auftretenden, objektiv wie subjektiv begründeten bzw. wahrgenommenen Nutzungskonkurrenzen sowie Veränderungen der gewohnten Umgebung bieten ein breites Konfliktpotenzial. In Bayern zeigt sich dies aufgrund konkreter Flächeninanspruchnahme vor allem im Bereich der Biomasse und Photovoltaik. Beide Energiegewinnungsformen benötigen zur Installation bzw. zur Rohstoffproduktion und Weiterverarbeitung große Flächen und rufen daher Nutzungskonkurrenzen sowie -konflikte hervor. Die in der letzten Zeit überwiegend die öffentliche Diskussion bestimmende Windenergie beeinflusst den Raum weniger durch konkreten Flächenverbrauch sondern eher durch Lärmemissionen, Artenschutzkonflikte sowie Landschaftsbildveränderungen. Da die Erzeugung regenerativer Energien nicht nur aufgrund des gegebenen Zwangspunktes endlicher Ressourcen, sondern vor allem auch aufgrund aktueller politischer Meinungs- und Willensbildung weiterhin eine deutliche Steigerung der Bedeutung erfährt und erfahren wird, ergibt sich ein zunehmend akutes Planungserfordernis.

Im vorliegenden Band wird durch einige Beiträge die Problematik der Windkraftnutzung und deren räumliche Steuerung eingehend erörtert (vgl. z.B. den Beitrag Koch/Stiglbauer in diesem Band). Die Erzeugung von Strom mithilfe der Photovoltaik sowie die Rohstoffherstellung für die energetische Nutzung von Biomasse haben jedoch nicht nur einen entsprechend hohen Flächenbedarf, sondern auch eine großflächige Veränderung in der Landnutzung mit Auswirkungen auf die Umwelt, unter anderem

auch der optischen Wahrnehmung, zur Folge. Der vorliegende Beitrag soll dazu aktuelle Entwicklungen und Möglichkeiten der Steuerung aufzeigen sowie Hinweise für zukünftiges Handeln liefern.

2 Photovoltaik

2.1 Technik und Methoden

Die Photovoltaik ermöglicht eine direkte Umwandlung der solaren Strahlungsenergie in Strom. Die dafür notwendigen Module werden üblicherweise entweder an oder auf Gebäuden installiert bzw. unabhängig von (bestehenden) Gebäuden in der freien Landschaft auf eigens angefertigten Ständersystemen aufgestellt. Da der erzeugte Strom meist nicht direkt bzw. über Zwischenspeicherung verbraucht wird, sind für eine Aufbereitung des erzeugten Gleichstroms zur Einspeisung in das Stromnetz zudem entsprechend dimensionierte Wechselrichter und gegebenenfalls Transformatoren erforderlich.

Bei der gebäudebezogenen Installation ist die raumplanerische Relevanz hinsichtlich des gewählten Standortes eher gering. Diese liegt, da es sich üblicherweise um eine Zusatz- bzw. Nebennutzung eines bereits überplanten und vorrangig von dieser Hauptnutzung beeinflussten Raumes handelt, überwiegend in der Vermeidung einer ansonsten notwendigen Inanspruchnahme von Freiraum. Etwaiges Konfliktpotenzial mit einem daraus erwachsenden Erfordernis einer steuernden Planung ergibt sich hier, neben einer optimierten Nutzung der gebäudebezogenen Installation, vor allem aus ortsgestalterischer Sicht und aus Belangen des Denkmalschutzes. Photovoltaik-Paneele können entweder in der äußeren Gebäudehülle im Bauwerk integriert werden oder gleich als eine solche verwendet werden oder sie werden oberhalb der bestehenden Gebäudehülle auf Trägerelementen befestigt. Soweit sie nicht schon bei der Planung und Erstellung des Gebäudes als gestalterisches Element berücksichtigt wurden, ergibt sich dadurch zwangsläufig eine Veränderung des ursprünglichen äußeren Erscheinungsbildes. Generell handelt es sich bei gebäudebezogenen Anlagen, insbesondere bei privaten Vorhabensträgern, meist um eine kleinteilige Nutzungsart mit einem vergleichsweise hohen Installations-, Koordinierungs- und letztlich Kostenaufwand. Eine gezielte und vor allem zeitnahe Aktivierung grundsätzlich geeigneter Dach- bzw. Gebäudeflächen ist aus vielerlei Gründen nur in begrenztem Maße erfolgversprechend (vgl. Beitrag Rauh in diesem Band).

Für die Errichtung größerer Photovoltaik-Kraftwerke bietet sich aufgrund des dafür notwendigen Flächenbedarfes in Verbindung mit dem Mangel an verfügbaren und gleichzeitig technisch geeigneten Dachflächen in der Regel nur eine Installation in der Freifläche an. Die Module werden dabei üblicherweise entweder fest auf metallene oder hölzerne Grundgerüste in Reihen aufgeständert oder auf einzelne Tracker montiert. Letztere können dem Sonnenverlauf folgend ihre Neigung verändern und sollen darüber eine optimierte Ausbeute ermöglichen. Gegenwärtig werden jedoch Projekte mit Trackern kaum noch beantragt. Die Fundamentierung erfolgt mittlerweile fast ausschließlich über Schraub- bzw. Rammfundamente, die eine faktische Versiegelung des Bodens minimieren.

Die technische Entwicklung und damit die Erweiterung des Potenzials möglicher Standorte ist jedoch noch in vollem Gange. So wird z.B. aktuell zunehmend auch die Errichtung von Anlagen auf Wasserflächen projektiert. Hier sollen, ohne größere technische Unterschiede zu den auf dem Festland installierten Anlagen, die Module auf Ständerkonstruktionen befestigt werden, die allerdings nicht im Untergrund fundamentiert

sind, sondern auf schwimmenden Pontonfeldern angebracht sein sollen. Aufgrund der kühlenden Wasseroberfläche wird hier mit höheren Wirkungsgraden gerechnet. In Bayern ist jedoch noch kein konkret in dieser Form realisiertes Projekt bekannt.

2.2 Genehmigungsverfahren

Anlagen auf oder an Gebäuden dürften meistens keine planungsrechtliche Relevanz besitzen und damit nicht als Vorhaben im Sinne von §29 S. 1 Baugesetzbuch (BauGB) gelten. Auf Gebäuden mit geneigter Dachfläche ist in Bayern gemäß Art. 63 Abs. 1 S. 1 Nr. 2c Bayerische Bauordnung (BayBO) eine Installation in der Dachfläche ohne Flächenbegrenzung explizit genehmigungsfrei. Dies betrifft auch Anlagen, die dachparallel oberhalb der Eindeckung errichtet werden, soweit diese nur den konstruktiv erforderlichen Abstand zur weiterhin Wasser abführenden Dachhaut haben. Ungeachtet dessen können in Bebauungsplänen davon abweichende Regelungen getroffen sein. Insbesondere Belange des Denkmalschutzes oder Ortsbildes verhindern (nicht nur) in historischen Ortskernen oftmals eine Errichtung. Bei aufgeständerten, das heißt nicht dachparallel zu errichtenden Bauteilen, oder allgemein deutlich sichtbar errichteten Anlagen wird jedoch regelmäßig eine Einstufung als Vorhaben (vgl. §29 S. 1 BauGB) aufgrund planungsrechtlicher Relevanz gegeben sein und damit eine entsprechende Genehmigung erforderlich (vgl. hierzu z. B. StMWIVT 2010; StMI 2011b).

Die Errichtung einer Photovoltaik-Anlage als selbstständige Anlage in der Freifläche erfordert für die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit zunächst eine gemeindliche Bauleitplanung. Sie ist grundsätzlich nicht von den Privilegierungstatbeständen des §35 Abs. 1 BauGB erfasst. Da in der Regel eine Beeinträchtigung öffentlicher Belange gegeben sein wird, wird ebenfalls keine Zulässigkeit gemäß §35 Abs. 2 BauGB gegeben sein. Gewisse Ausnahmen bestehen jedoch, so z. B. für Anlagen auf als Straßenfläche gewidmeten Standorten wie Lärmschutzwällen, die der gemeindlichen Bauleitplanung entzogen sind (vgl. StMI 2011b).

Aufgrund der kommunalen Planungshoheit liegt es somit zunächst ausschließlich im Ermessen und an der Entscheidung der Gemeinde, ob eine solche Anlage – üblicherweise auf Antrag eines Vorhabenträgers – am gewählten Standort errichtet werden kann, soweit diese den gesetzlichen Vorgaben entspricht. Im Rahmen der Bauleitplanung kann dann im Flächennutzungsplan üblicherweise eine Darstellung als sonstiges Sondergebiet im Sinn von §11 Abs. 2 Baunutzungsverordnung (BauNVO) erfolgen. In der Folge oder parallel dazu werden bei der Aufstellung des Bebauungsplanes dann Festlegungen zur konkreten Ausführung getroffen (vgl. StMWIVT 2010).

Bauleitpläne sind gemäß §1 Abs. 4 BauGB den Zielen der Raumordnung anzupassen. In der Praxis stellt sich hier momentan in Bayern, neben Festlegungen zu Landschaftspflege und Naturschutz im Landesentwicklungsprogramm (z. B. LEP B VI 1.5 Z), als entscheidende Norm insbesondere das sogenannte Anbindungsgebot des Landesentwicklungsprogrammes (LEP B VI 1.1 Z) heraus. In diesem ist festgelegt, dass Neubauf Flächen möglichst in Anbindung an geeignete Siedlungseinheiten ausgewiesen werden sollen. Durch die generell konsequente Anwendung und Auslegung dieser Norm sowie entsprechende Bestätigung durch die Rechtsprechung entfaltet sie eine hohe Zielqualität. Da eine Anbindung an Siedlungseinheiten, insbesondere Wohngebieten, von der ansässigen Bevölkerung, damit üblicherweise auch von der Gemeinde, nicht erwünscht ist, ergibt sich hieraus aufgrund des Zielcharakters des Anbindungsgebotes ein besonderes Planerfordernis (vgl. Kapitel 2.4).

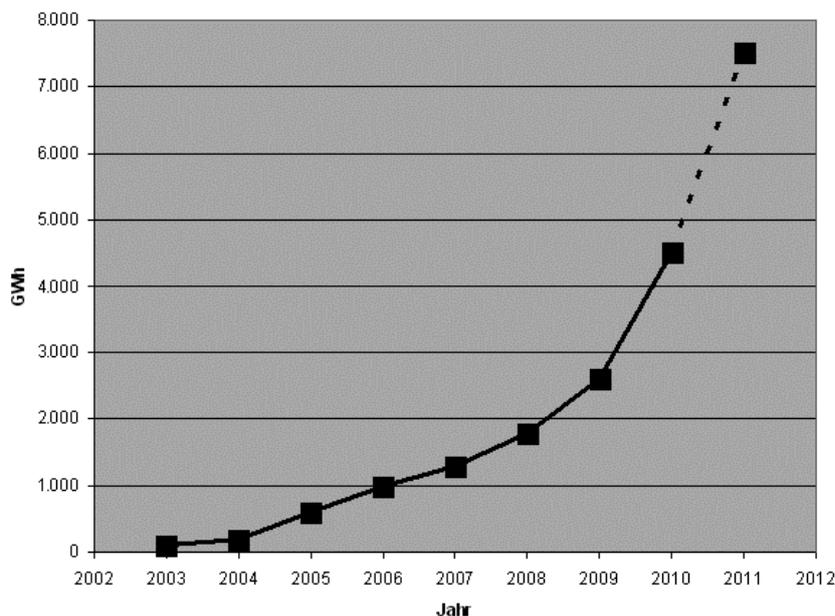
2.3 Status quo

Die Stromerzeugung mit Photovoltaik erlebt in den letzten Jahren starke Zuwachsraten, eine Abnahme der Zubautätigkeit ist momentan nicht zu erwarten.

Der Anteil der Photovoltaik, bezogen auf den Bruttostromverbrauch, lag in Deutschland im Jahr 2011 bei 3,2% (19.340 GWh), 2010 lag er noch bei 11.729 GWh (BMU 2012: 14).

Auf Bayern bezogen hatte die Photovoltaik im Jahr 2010 mit 4,5 TWh einen Anteil von 4,8% der Bruttostromerzeugung,¹ im Jahr 2011 hat ein weiterer starker Anstieg des Zubaus stattgefunden (vgl. Abb.1), der in ähnlicher Form zumindest auch für die erste Jahreshälfte 2012 prognostiziert wird.²

Abb. 1: Entwicklung der Stromerzeugung durch Photovoltaik in Bayern



Datengrundlage: <http://www.statistik.bayern.de/statistik/energie>; <http://www.vbew.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

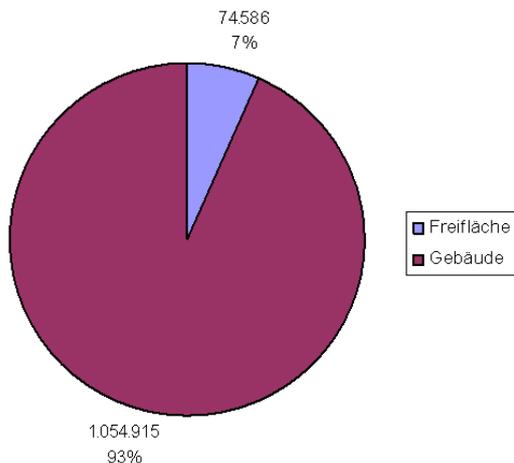
Eine Auswertung der Daten des Energieatlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de), die alle von den Netzbetreibern erfassten Anlagen mit Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) beinhalten, ergibt, dass mit Stand 31.12.2010 in Oberbayern insgesamt 74.586 kWp installierter Photovoltaik-Leistung auf Freiflächenanlagen entfallen. Unter Annahme einer im Mittel für 1 kWp notwendigen Modulfläche von 7m² ergibt sich hierfür eine erforderliche Modulfläche von 522.102 m². Bei einer Aufständigung in der freien Landschaft kann pro Hektar etwa 2.500–4.000 m² Modulfläche installiert werden (Volz 2010). Hieraus kann abgeleitet werden, dass zum Jahresbeginn 2011 eine Flächeninanspruchnahme von etwa 160,7 ha durch Solarparks bzw. faktisch von Modulen überstellter Freifläche bestand.

¹ Vgl. <http://www.statistik.bayern.de/statistik/energie>, Tabelle „Stromerzeugung und -verbrauch“ (letzter Zugriff am 06.12.2012).

² Vgl. <http://www.vbew.de/index.php?id=233> (letzter Zugriff am 06.12.2012).

Aus den o.g. Daten des Energieatlas Bayern ergibt sich, dass von der in Oberbayern bis Ende 2010 installierten Leistung der vom EEG erfassten Photovoltaik-Anlagen (1.129.501 kWp) lediglich 7% auf Solarparks entfallen und immerhin 93% auf oder an Gebäuden installiert sind (vgl. Abb. 2a).

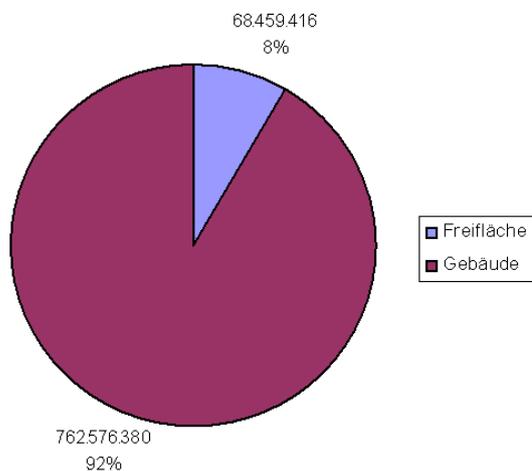
Abb. 2a: Photovoltaik – Installierte Leistung in Oberbayern 2010 in kWp



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

Aus der dort für 2010 erfassten Stromproduktion lässt sich zudem ableiten, dass Freiflächenanlagen in der Gesamtheit offensichtlich einen geringfügig höheren Wirkungsgrad erreichen als gebäudegebundene Anlagen (vgl. Abb. 2b).

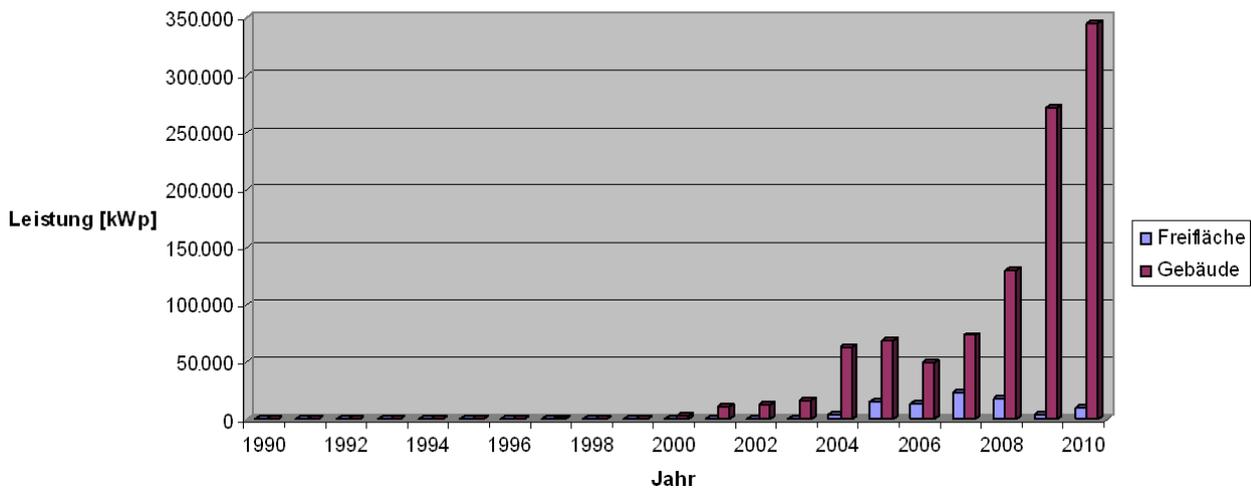
Abb. 2b: Photovoltaik – Stromproduktion in Oberbayern 2010 in kWh



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die bestehenden Steuerungsmechanismen eine deutliche Bevorzugung der gebäudebezogenen Installation von Photovoltaik-Anlagen bewirken. Eine Darstellung des jeweiligen jährlichen Zubaus (vgl. Abb. 3) macht deutlich, dass sich dieser Effekt zunehmend verstärkt.

Abb. 3: Zubau Photovoltaik-Freifläche/Gebäude pro Jahr in Oberbayern



Der reale Ertrag einer Photovoltaik-Anlage ist von vielen Faktoren (z. B. Modultyp, Mikro- und Makrostandort, Strahlungsintensität und -dauer, Temperatur, Wartungsintervall) abhängig. Es ist deshalb nur näherungsweise möglich, entsprechend allgemeingültige Zahlen zu definieren. Für die Ermittlung einer ungefähren Größenordnung des zukünftigen Flächenbedarfes für Photovoltaik kann jedoch eine Beispielrechnung erfolgen.

Mit einer installierten Leistung von etwa 1 kWp können etwa 700–1.000 kWh Strom pro Jahr produziert werden (StMWIVT 2010: 48). Bei Annahme eines Durchschnittswertes von 850 kWh bei 7 m² Fläche entspräche somit die photovoltaisch im Jahr 2010 in Deutschland produzierte Strommenge (11,7 TWh) einer Modulfläche von insgesamt 9.622 ha, analog die in Bayern erzeugte (4,5 TWh) einer Modulfläche von 3.706 ha. Ziel des Bayerischen Energiekonzeptes ist die Steigerung der Photovoltaik auf über 16% am verbrauchten Strom bis 2021 (Bayerische Staatsregierung 2011: 23). In 2009 lag der Stromverbrauch in Bayern bei 85,4 TWh. Da man davon ausgehen kann, dass der Stromverbrauch auf diesem Niveau zumindest bestehen bleibt, müssten 2021 somit rund 13,7TWh photovoltaisch erzeugt werden. Bei dem gegenwärtigen Wirkungsgrad ergäbe dies einen Flächenbedarf von rund 11.300 ha reiner Modulfläche in Bayern. Würde man diese Module ausschließlich in der Freifläche installieren, ergäbe sich dafür unter den o.a. Rahmenbedingungen (Stromproduktion pro Hektar Freiflächenphotovoltaik ca. 395MWh/a) ein Bedarf von rund 35.000 ha, dies entspräche zirka 1% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Bayerns. In Anlehnung an den gegenwärtig in Oberbayern dokumentieren Anteil der Freiflächenanlagen von etwa 10% der installierten Leistung (vgl. Abb. 2a) wäre unter der Voraussetzung, dass weiterhin entsprechende Gebäudeinstallationen aktiviert werden können, ein Flächenbedarf von etwa 2.500–3.000 ha, d.h. weniger als 0,1% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Bayerns, gegeben.

Unter der Annahme einer, in der Gänze zwar wohl unrealistischen (vgl. Beitrag Rauh in diesem Band), theoretisch aber maximal möglichen Installationsleistung auf Dachflächen in Bayern von 25 GWp (Lödl/Kerber/Witzmann et al. 2010: 11) und einem daraus abgeleiteten maximalen Ertrag von 22,5 TWh/Jahr, ließe sich grundsätzlich das avisierte Ziel des Stromverbrauches auch ausschließlich über Anlagen erreichen, die auf Dachflächen installiert sind. Aufgrund der limitierten Möglichkeiten, dieses Potenzial überhaupt bzw. innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens zu aktivieren, wird ein Erreichen des politisch vorgegebenen Zieles also auch weiterhin nur über eine kontinuierliche Erschließung von

Freiflächenanlagen möglich sein. Insbesondere auch vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Zielsetzung für Bayern, die bis zum Jahre 2021 nur eine 50%-Abdeckung des Strombedarfes bzw. gerade einmal 20%-Abdeckung des Endenergieverbrauches über erneuerbare Energien vorsieht (Bayerische Staatsregierung 2011: 75 und 79), wird deutlich, dass für die letztlich anzustrebende Komplettabdeckung auch weiterhin ein deutlicher Ausbau erforderlich sein wird.

2.4 Aspekte der raumplanerischen Standortsteuerung und landesplanerischen Bewertung

Raumplanerische Aspekte der Nutzung solarer Energie auf oder an Gebäuden werden unter anderem im vorliegenden Band in einem eigenen Beitrag erörtert (vgl. Beitrag Rauh in diesem Band). An dieser Stelle soll daher vorrangig auf die Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen eingegangen werden, die zudem in direkter Flächenkonkurrenz zur Erzeugung von Biomasse stehen.

2.4.1 Rahmenbedingungen in Bayern

Die Förderung von Photovoltaik-Anlagen durch öffentliche Mittel soll Investoren gezielt auf Flächen lenken, die den Förderrichtlinien entsprechen. Dies wird durch gesicherte Abnahme bei fest geregelter Einspeisevergütung über einen langen Zeitraum und der dadurch besseren Kalkulierbarkeit sowie höheren Rentabilität einer Investition bewirkt. Für Produzenten regenerativer Energien stellt in dieser Beziehung das EEG mit seinen Förderkriterien die maßgebliche gesetzliche Grundlage dar. Die Kriterien, die den jeweiligen Standort in der Freifläche beeinflussen, wurden dabei in den letzten Jahren wiederholt überarbeitet. Durchgängige Voraussetzung ist, dass sich die Anlage im Geltungsbereich eines gültigen Bebauungsplanes befinden muss und somit durch die Kommune gesteuert werden kann. Nachdem zunächst noch eine Errichtung auf Ackerflächen grundsätzlich förderfähig war, sind es seit der Novelle 2010 im Wesentlichen nur noch Standorte auf ehemaligen Deponien, Konversionsflächen oder randlich entlang Autobahnen und Schienenstrecken. Durch die Fördervoraussetzung eines gültigen Bebauungsplanes und die Pflicht, Bauleitpläne den Zielen der Raumordnung anzupassen, ergibt sich die Schnittstelle zur Landesplanung. Insbesondere bei den auf Ackerflächen, ehemaligen Rohstoffabbauflächen und Deponien geplanten Projekten erweist sich in der praktischen Arbeit bei der landesplanerischen Beurteilung der konkret geplanten Standorte für Photovoltaik-Anlagen in Bayern bislang die Vereinbarkeit mit dem sogenannten Anbindungsziel (LEP B VI 1.1 Z) als zentrale Hürde und entscheidendes Hemmnis für eine Projektrealisation. Die Anwendung des Anbindungszieles führt(e) dazu, dass Projekte zwar nach EEG förderwürdig sind bzw. waren, eine entsprechende Bauleitplanung aber aufgrund der Unvereinbarkeit mit Zielen der Raumordnung als planungsrechtliche Grundlage für die Projektrealisierung nicht rechtsgültig erfolgen konnte. Dieser latente Konflikt mit dem Anbindungsziel hatte zur Folge, dass aufgrund des Handlungsdrucks im Zuge des Klimawandels, der Energiewende und vor allem des hohen Investorendrucks in Bayern diverse interministeriell abgestimmte Schreiben (IMS) formuliert wurden. Diese Schreiben beinhalten speziell auf die Thematik der Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen abgestimmte Planungshinweise zur Auslegung des Anbindungsgebotes. Damit wurden insbesondere die Rahmenbedingungen für eine Genehmigungsfähigkeit trotz fehlender Anbindung abgesteckt (STMI 2003; STMI 2009; STMI 2011a).

Aus diesen Planungshinweisen ergeben sich folgende abgestufte Prüfschritte, in deren Reihenfolge – ausschließlich in Bezug auf das Anbindungsgebot – Standorte für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen genehmigungsfähig sind.

A. Der Standort ist an eine geeignete Siedlungseinheit angebunden bzw. befindet sich entlang einer Bundesautobahn oder eines Schienenweges.

Eine Siedlungseinheit ist in der Regel als geeignet zu betrachten, wenn diese im Flächennutzungsplan dargestellt ist und die neu geplante Fläche sich der bestehenden Bebauung unterordnet. Im Nachgang der EEG-Novelle 2010 wurden die Hinweise dahingehend ergänzt, dass in einem Streifen von 110 m, gemessen vom Rand einer Bundesautobahn- bzw. Eisenbahntrasse, davon ausgegangen werden kann, dass das Anbindungsgebot nicht verletzt ist.

B. Ist eine entsprechende Anbindung innerhalb des Gemeindegebietes an städtebaulich geeignete Einheiten aus unterschiedlichen Gründen nicht möglich oder handelt es sich um eine Anlage nach Ausschöpfung aller möglichen Standorte mit Anbindung, kommen Standorte mit Vorbelastung in Betracht.

Eine Anbindung könnte neben naturschutzfachlichen Gründen z. B. auch aufgrund des gewerblichen Charakters von Photovoltaik-Anlagen in Nachbarschaft von Wohngebieten oder bei zu großer Dimension des Vorhabens nicht möglich sein. Als Standorte mit erheblicher Vorbelastung des Landschaftsbildes können z. B. Konversions- bzw. bereits versiegelte Flächen oder Flächen im Kontext mit großen gewerblichen Einrichtungen, Deponien, groß dimensionierten Windkraftanlagen sowie ausgebeutete Rohstoffabbaustellen (soweit mit festgesetzten Auflagen zur Rekultivierung bzw. Nachfolgenutzung vereinbar) gelten.

C. Erst wenn auch keine Standorte mit Vorbelastung im Gemeindegebiet gegeben sind und dies in einer von Eigentumsverhältnissen unabhängigen Alternativenprüfung schlüssig dargelegt ist, kommen Standorte ohne Anbindung in Betracht.

Konsequenz dieser Planungshinweise ist, dass für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen allein aus diesem Grund oft ein erheblicher Planungsaufwand besteht, nur um einen – meist nicht sehr überzeugenden – Nachweis zu erbringen, dass im Gemeindegebiet kein geeigneter angebundener Standort vorhanden ist.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass im aktuell vorliegenden Entwurf des neuen Landesentwicklungsprogramms Bayern vom 22. Mai 2012 vorgesehen ist, Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen nicht mehr als Siedlungsflächen im Sinne des Anbindungsziels zu werten (LEP-E Zu 3.3 [B]).

Es stellt sich aus raumordnerischer Sicht immer wieder die Frage, ob die – aus baurechtlicher Sicht wohl unzweifelhafte – Gleichstellung von Photovoltaik-Anlagen mit baulichen Anlagen im herkömmlichen Sinne einer fach- und sachgerechten Beurteilung zuträglich ist. Erscheint doch das Argument der drohenden Zersiedelung aufgrund der spezifischen Eigenschaften einer Photovoltaik-Anlage nicht zweifelsfrei anwendbar. Bei Photovoltaik-Anlagen handelt es sich zwar um bauliche Anlagen, die mit dem Erdboden verbunden sind, aus Bauprodukten hergestellt und dauerhaft, wenn auch meist mit zeitlich begrenztem Baurecht, errichtet sind. Mit Neubaufächen und einer Siedlungsentwicklung im herkömmlichen Sinne lassen sie sich jedoch nicht vergleichen. Eine faktische Versiegelung des Bodens findet nur in äußerst geringem Maße statt. Allein schon der notwendige Abstand der Modulreihen untereinander, um eine gegenseitige Verschattung zu verhindern, zeigt dies auf. In der Ebene liegt das Verhältnis der von Modu-

len überdeckten zu der freien Fläche bei 1:3. Die anfänglich immer höher werdende Aufständigung hat sich mittlerweile auf eine, üblicherweise in den Bebauungsplänen festgeschriebene, maximale Höhe von 3,0 bis 3,5 m eingespielt. Ein Rückbau der gesamten Anlage ist auch aufgrund der einfachen Fundamentierung problemlos möglich. Einige weitere, für die landesplanerische Beurteilung relevanten Aspekte sind noch auszuführen.

Zweifelsohne handelt es sich um eine gewerbliche Nutzung, die einer landwirtschaftlich geprägten Landschaft eindeutig einen technischen Aspekt verleiht. Auf der anderen Seite bietet es landwirtschaftlichen Betrieben die Möglichkeit, sich in der Bewirtschaftung ihres Grund und Bodens zu diversifizieren. Zudem findet eine deutliche Extensivierung von bislang intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen statt.

Eher emotional wird die Thematik einer eventuellen Beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes behandelt und führt insbesondere in der betroffenen Bürgerschaft zu höchst unterschiedlichen Positionen, auch wenn hier aufgrund der gegenwärtig im Vordergrund stehenden Windkraftanlagen die Vehemenz der Auseinandersetzung deutlich nachzulassen scheint. Als Wirkfaktoren sind neben der Veränderung des Landschaftsbildes durch strukturierte grafische und technische Elemente auch Licht-Reflexionen zu nennen. Eine Neubewertung ist nach Eintreten diverser Gewöhnungseffekte sowie dem Gewinnen neuer Erkenntnisse durch konkrete Fallbeispiele sicher möglich, gegebenenfalls kann dann auch das gestalterische Potenzial fallweise gezielt genutzt werden.

Auch Aspekte des Naturschutzes sind betroffen, wie z. B. der Einfluss auf die Vegetation (Entfernung, Verschattung, Eingrünung), die Behinderung bzw. Barrierewirkung bei Wanderbewegungen der Makrofauna sowie bei nicht entsprechend angepasster Einzäunung auch der Kleinfafauna. Die Extensivierung der, üblicherweise vorherigen, intensiven landwirtschaftlichen Bewirtschaftung lässt in der Regel eher positive Effekte auf den Naturhaushalt erwarten. Dies könnte ein Ansatz für eine gezielte Steuerung auf Flächen sein, bei denen eine Extensivierung gewünscht ist. Als Beispiele seien hier nur der Einzugsbereich von Trinkwassergewinnungen oder die Moorbodenrenaturierung genannt. Hier wird gegebenenfalls aber auch eine potenzielle Eluation von Stoffen aus den verwendeten Baustoffen betrachtet werden müssen.

Generell erlaubt die regelmäßig geforderte und meist umgesetzte zeitliche Begrenzung des Baurechts in Verbindung mit einer finanziell abgesicherten Rückbauverpflichtung eine problemlose Korrektur etwaiger Fehlentwicklungen in überschaubaren Zeiträumen. Da, bis auf einen Stromanschluss, keine weitere maßgebliche Erschließung des Projektgebietes erfolgt, stellt dieses auch keinen besonders prädestinierten Ausgangspunkt für eine weitere Siedlungsentwicklung dar.

2.4.2 Theorie und Praxis in Oberbayern

Um Antworten auf die Fragen geben zu können, welche Flächenrelevanz diese Energiegewinnungsform faktisch besitzt, welche Fallgestaltungen in der Praxis überhaupt auftreten und welche weiteren Aspekte sich ergeben können, wurden alle Planunterlagen zu konkreten Vorhaben (insgesamt 295), die bei der Regierung von Oberbayern für ihren Regierungsbezirk bei der höheren Landesplanungsbehörde eingegangen sind und dokumentiert wurden, ausgewertet sowie landesplanerisch relevante Daten erhoben. Die Spanne der Planungstiefe reicht hierbei von Projektskizzen über Planunterlagen im Bauleitplanverfahren bis zu aufwendig ausgearbeiteten Antragsunterlagen für ein Raumordnungsverfahren. All diese Vorhaben waren zunächst im Rahmen des allgemeinen Monitorings nur cursorisch erfasst worden. Für den vorliegenden Beitrag wurden diese Daten

für den Zeitraum von 2005 bis 2011 ergänzt und ausgewertet. Unter anderem wurden jeweils die beplanten Flächen, der Standorttyp, die Standortbewertung (hinsichtlich Anbindung, Vorbelastung, Art der Vorbelastung sowie Lage an Bahnstrecke bzw. Autobahn), der Verfahrensstand, Planungskonflikte und Projektträger aufgenommen. Für weitergehende Fragestellungen wurden zudem die dem Energieatlas Bayern (www.energieatlas.bayern.de) zugrundeliegenden Daten ausgewertet.

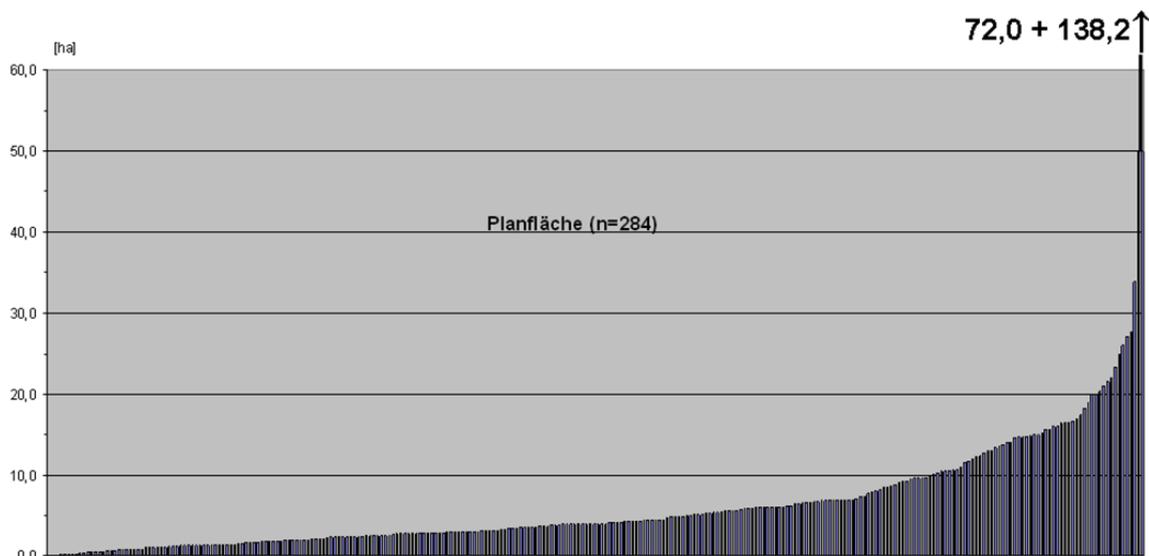
Anbindung

Es zeigt sich, dass nicht einmal 20 % der Standorte, d. h. nur 57 der insgesamt 295 geplanten Vorhaben, überhaupt als angebinden bewertet werden können. Als weitere Schwierigkeit stellt sich dabei heraus, dass die Anbindung nicht einfach in irgendeiner Form an einen baulichen Bestand erfolgen soll, sondern laut Norm an eine „geeignete Siedlungseinheit“. Diese Eignung wird nun im Wesentlichen durch zwei Kriterien bestimmt. Zunächst muss es sich um eine „Siedlungseinheit“ handeln, hierfür kann in der Regel eine Darstellung im Flächennutzungsplan als Indiz herangezogen werden. Als Weiteres muss diese Siedlungseinheit „geeignet“ sein. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Größe der geplanten Anlage aus, da die anzubindende Fläche sich der bestehenden Siedlungseinheit unterordnen soll. Zwangsläufige Folge ist, dass für Photovoltaik-Anlagen ab einer bestimmten Größenordnung in kaum einer Gemeinde entsprechend große und somit geeignete Siedlungseinheiten zu Verfügung stehen und diese daher faktisch nicht im Sinne der Norm angebinden werden können. Dies tritt insbesondere in Gemeinden mit ländlicher Struktur auf, in denen aber entsprechend große sowie wirtschaftlich darstellbare Freiflächen verfügbar wären.

Plangebietsgröße Freiflächen-Photovoltaik

Bei den Gebietsgrößen der geplanten Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen zeigt sich ein breites Spektrum (vgl. Abb. 4).

Abb. 4: Flächengröße der geplanten Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen



Von 284 verwertbaren Planangaben umfassen über 80 % der Projekte Planflächen bis maximal 10 ha. Es zeigt sich somit eine deutliche Präferenz für vergleichsweise kleinflächige Anlagen (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Plangebietsgröße und Projektträger von Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen

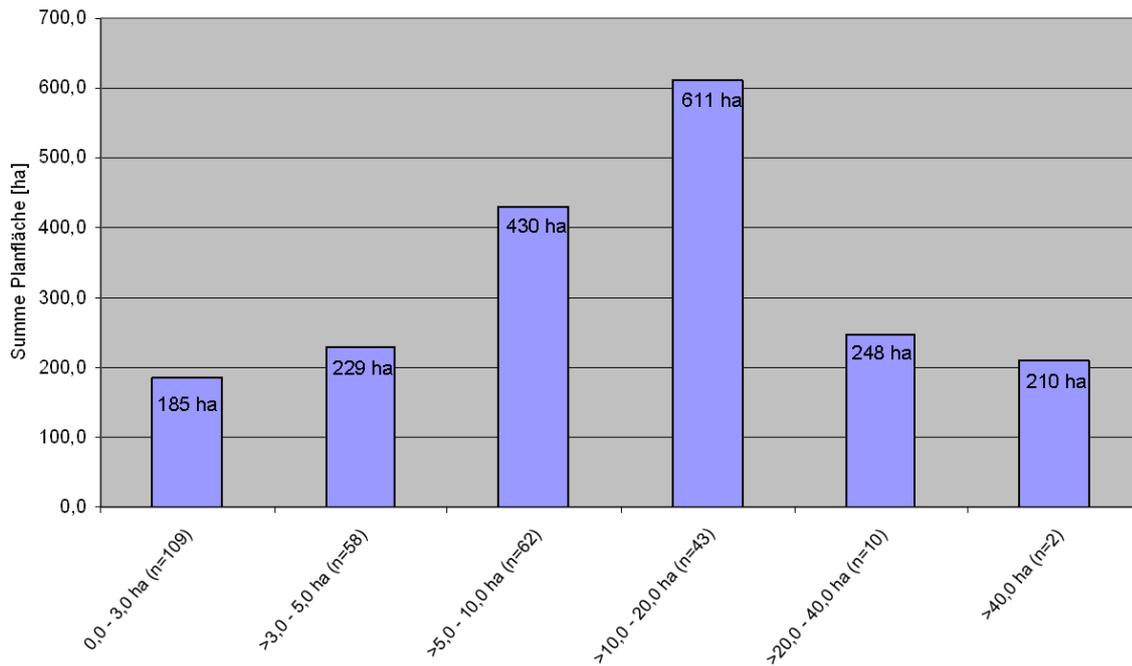
Planfläche (ha)	Anteil in % (n=284)	Projektträger (überwiegend)
0 – < 3	38,5	Grundeigentümer
3 – < 5	20,1	Grundeigentümer
5 – < 10	21,6	Grundeigentümer, Kommune, Investor
10 – < 20	15,6	Investor, Kommune
20 – < 40	3,5	Investor
40 und größer	< 1	Investor

Die mengenmäßige Verteilung der Plangebietsgrößen ermöglicht noch keine direkte Aussage über deren jeweilige Flächenrelevanz. In Verbindung mit den jeweiligen Projektträgern ergeben sich daraus jedoch interessante Aspekte. In den Flächenkategorien bis etwa 5 ha sind Projektträger fast ausschließlich die Grundstückseigentümer. In der Regel handelt es sich um Landwirte, die einzelne ihrer Nutzflächen, meist in der Nähe des Anwesens, entsprechend entwickeln möchten und sich damit ein weiteres wirtschaftliches Standbein schaffen (wollen). Bei Flächengrößen über 10 ha werden die Projekte fast ausschließlich von überörtlich agierenden Investoren initiiert, die die beplanten Flächen pachten. Bei Plangebieten zwischen 5 und 10 ha ist die Zuordnung nicht eindeutig. In dieser Größenordnung und auch etwas darüber finden sich neben den o.g. Investoren auch einzelne Gemeinden, die beabsichtigen, die Projekte in kommunaler Trägerschaft durchzuführen.

Da bei Photovoltaik die Flächengröße unmittelbar mit der potenziell erzeugten Strommenge korreliert, ist für eine Abschätzung des grundsätzlich aktivierbaren Potentials im Rahmen einer konzeptionellen Gesamtbetrachtung die Gesamtsumme der beplanten Fläche in den jeweiligen Kategorien ein wichtiger Hinweis (vgl. Abb. 5). Hier zeigt sich, dass für Projekte in mittleren Plangrößen zwischen 5 und 20 ha etwa das 2,5-fache an flächenbezogener Planungsabsicht bestand als für Klein- bzw. Großprojekte. Entsprechende Flächenpotenziale sind insbesondere im ländlichen Raum zu erwarten. Hier besteht jedoch aufgrund der geringen Größe der Siedlungseinheiten oder fehlender Darstellung im Flächennutzungsplan die Problematik, wie oben schon ausgeführt, dass sich diese deshalb eigentlich nicht für die Anbindung einer Anlage in dieser Größenordnung eignen.

Insgesamt waren in Oberbayern bis zum Jahresende 2011 rund 1.913 ha Freifläche überhaupt von entsprechend dokumentierten, konkreten Planungen betroffen. Das entspricht etwa 0,1% der Fläche des Regierungsbezirkes. Hiervon wurden rund 1.456 ha (0,08% der Fläche) im Rahmen einer Bauleitplanung beplant. Von diesen konnten etwa 190 ha, d. h. nur 13%, als angebunden bewertet werden, bei etwa 252 ha war eine Vorbelastung des Standortes gegeben. Hier wird deutlich, dass für 87% der Planungsfälle eine Standortanalyse des Gemeindegebietes ergeben haben müsste, dass kein Standort mit Anbindung an eine geeignete Siedlungseinheit besteht, um Aussicht auf Genehmigung zu haben. Ein Planungsaufwand, der besser in die substanzielle Ermittlung umfassend optimierter Standorte fließen sollte.

Abb. 5: Raumrelevanz der Plangebietsgrößen



Letztlich muss bei einem Vergleich mit den Daten des Energieatlas Bayern (vgl. Kapitel 2.3) festgestellt werden, dass gerade einmal 8,4% der konkret geplanten bzw. 11% der dann sogar in einem Bauleitplanverfahren befundenen Projekte bis Ende 2010 überhaupt realisiert wurden.

Wirtschaftliche Aspekte, Förderung

Die Stromerzeugung mittels Photovoltaik wird momentan im Vergleich zu anderen Formen regenerativer Energiegewinnung als sehr kostenintensiv dargestellt. Allerdings sinken die Modulpreise aufgrund erhöhten Umsatzes und optimierter Herstellung sowie auch die gesamten spezifischen Systemkosten stetig, zudem steigern sich Leistungsfähigkeit bzw. Wirkungsgrad aufgrund verbesserter Technologien anhaltend. Daher wird mittlerweile von vielen Seiten davon ausgegangen, dass diese Form der Energiegewinnung in absehbarer Zeit wirtschaftlich konkurrenzfähig zu konventioneller Energieerzeugung sein kann.³ Damit sollte sie dann auch ohne entsprechende Förderung wettbewerbsfähig sein. Aufgrund des EEG mit seiner gut kalkulierbaren Förderkulisse sowie der zweifelsohne ausreichend ausgestatteten Einspeisevergütung stellt sie bislang ohnehin für private wie institutionelle Investoren aufgrund der guten Renditeerwartung ein offensichtlich interessantes Geschäftsfeld dar. Es ist jedoch zu erwarten, dass es auch weiterhin Regelungen zum Einspeisevorrang von erneuerbaren Energien mit fluktuierendem Aufkommen geben wird, wenn auch in Zeiten mit günstigen Erzeugungsbedingungen, d.h. hoher Produktion und damit hohem Angebot, eine Abnahme zu insgesamt marktgerechten Preisen gewährleistet werden soll.

³ Z. B. www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/bsw_posi_eeg_0112.pdf.

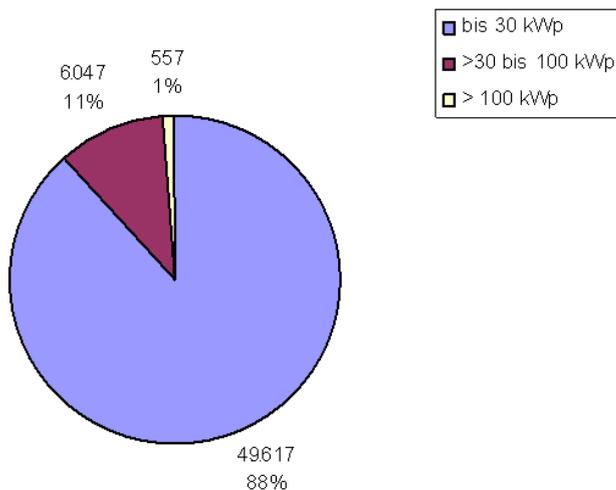
Für eine raumordnerische Bewertung sind jedoch primär nicht die u.a. über Fördermittel verursachten volkswirtschaftlichen Kosten entscheidend, sondern die raumrelevanten Auswirkungen. Wenn die im Rahmen der politischen Diskussion getroffene Abwägung unterschiedlichster Belange ergibt, dass diese Form der Energiegewinnung im Sinne des Allgemeinwohls sowie der klimagerechten Verantwortung eine Präferenz besitzen sollte, erscheint es durchaus gerechtfertigt, die dafür anfallenden Kosten als nachhaltige Zukunftsinvestition auf die Allgemeinheit umzulegen. Dass dieser Rahmen jedoch umsichtig bemessen sein sollte, zeigt sich bei zu hoch bemessener Förderung, die dann aufgrund der hohen Renditeerwartung einen regelrechten Boom bei der Installation von Anlagen entfacht. Dies ist zwar in Hinsicht auf eine rasche Umsetzung der gesetzten Ziele tendenziell zu befürworten, kann jedoch auf der anderen Seite vor allem zu einer unorganischen Verschiebung der Marktpreise sowie insbesondere der Pachtpreise für landwirtschaftliche Nutzflächen führen. Das grundsätzliche Problem ist durchaus bekannt, u.a. wurde daraufhin versucht, im Zuge der EEG-Novelle 2010 bei der Standortsteuerung nachzujustieren. Flankierend werden die generellen Fördersätze laufend angepasst, um ein marktgerechtes Preisniveau zu halten sowie den Zubau im politisch gewollten Rahmen zu halten.

Hier besteht jedoch weiterhin Optimierungsbedarf, da u.a. der Wegfall der Förderung von Anlagen auf (ehemaligen) Ackerflächen sowie eine entsprechende Anpassung baurechtlicher Vorgaben zu einem deutlichen Anstieg der Anträge für entsprechend privilegierte landwirtschaftliche Nutzgebäude führte, deren Errichtung ohne großdimensionierte, südlich ausgerichtete Pultdachflächen und einem damit verbundenen lukrativen Neben- bzw. Hauptnutzen in dieser Form wohl nicht zu erwarten gewesen wäre.

Wie groß die Auswirkung und die Steuerungsfunktion des EEG ist, zeigen die sich schlagartig mit der EEG-Novelle (und der daraufhin erfolgten Ergänzung der o.g. interministeriell abgestimmten Schreiben) veränderten Suchräume für Planvorhaben in Oberbayern. Wurden in 2010 zunächst nur noch die bereits im Verfahren befindlichen Planungen auf Ackerflächen zu Ende geführt, sind allein im Jahr 2011 schlagartig zunehmend Verfahren für Projekte entlang von Eisenbahn- bzw. Autobahntrassen (13 von insgesamt 20 entlang der Bahn bzw. 9 von bislang 14 entlang der Autobahn) sowie auf ehemaligen Abbaustellen bzw. Deponiestandorten als Konversionsflächen (6 von bislang insgesamt 7) in Gang gesetzt worden.

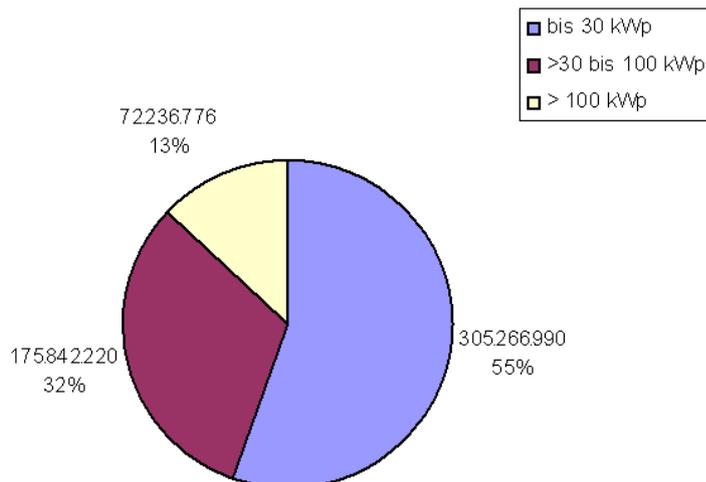
Auch bei den gebäudebezogenen Anlagen zeigt sich die Steuerungswirkung des EEG. Da die höchsten Vergütungssätze für Anlagen mit einer installierten Leistung bis zu 30 kW gezahlt werden, die zweithöchsten bis 100 kW, liegt in Oberbayern genau in diesem Bereich der überwiegende Anteil der bis Ende 2010 installierten Anlagen (99% aller erfassten Einzelanlagen, vgl. Abb. 6a). Diese produzieren zudem den Großteil (87% in 2010) des über gebäudegebundene Photovoltaik-Anlagen erzeugten Stroms (vgl. Abb. 6b). Die notwendige Dachfläche (ca. 200 m² für eine installierte Leistung von 30 kWp) liegt dabei in der Größenordnung durchschnittlicher landwirtschaftlicher Gebäude. Die Häufung entsprechender Bauanträge mit südseitig ausgerichteten Dachflächen wurde bereits erwähnt.

Abb. 6a: Größenverteilung der Photovoltaik-Anlagen/Gebäude 2010



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

Abb. 6b: Stromproduktion in kWh 2010 – Photovoltaik-Anlagen/Gebäude



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

Bayern als Flächenstaat ist aufgrund seiner für Deutschland hohen Sonneneinstrahlung vergleichsweise gut für eine Nutzung der Sonnenenergie mit Photovoltaik geeignet. Ein weiterer Ausbau dieser Energiegewinnungsform ist daher grundsätzlich wünschenswert und auch zu erwarten. Um Fehlentwicklungen zu vermeiden, sollte dieser jedoch eine bedarfsgerechte räumliche Steuerung erfahren. Für sachgerechte Entscheidungen sollten dazu entsprechend regional konkretisierte Planungsgrundlagen erarbeitet werden.

Die Installation auf Dachflächen ist aufgrund der Mehrfachnutzung der beanspruchten Fläche grundsätzlich prioritär anzustreben. Das beschränkte faktisch nutzbare Potenzial macht jedoch eine Deckung des bestehenden Bedarfes alleine darüber unwahrscheinlich. Insbesondere bei großflächigen Überdachungen (z.B. gewerbliche Bauten, Parkplätze) sollten schon bei der Planung entsprechende Synergien genutzt und gezielt angestoßen werden. Als oberbayerische Beispiele können hier die Anlage auf den Dächern der Neuen Messe in München-Riem oder die Dachkonstruktion des neuen Güterverteilzentrums (GVZ II) bei Ingolstadt angeführt werden.

Die Standortwahl für Photovoltaik-Anlagen in der Freifläche sollte sich nicht vorrangig an baurechtlichen Zwangspunkten orientieren, sondern sollte nach fachlichen Kriterien erfolgen. Im Falle einer Privilegierung nach §35 BauGB oder vergleichbaren Regelungen (wie z. B. in der aktuellen Novelle des Landesentwicklungsprogramms Bayern vorgesehen) wäre eine räumliche Steuerung und Förderung der Errichtung über Vorranggebiete, gegebenenfalls Ausschlussgebiete, sowie über eine gezielte Einbettung in regionale bzw. übergeordnete Energiekonzepte möglich.

Für eine sachgerechte Standortermittlung und fundierte Bewertung von konkreten Projekten sollte ein aussagekräftiges übergeordnetes (gegebenenfalls regionales) Energiekonzept eine wesentliche Grundlage bilden. Dieses müsste anhand eines, an den (natur-)räumlichen Potenzialen ausgerichteten, ausgewogenen Energiemixes gerade für eine nicht grundlastgeeignete Energieerzeugungsform einen bedarfsgerechten Entwicklungsrahmen formulieren, der auch unter Einbezug von Infrastruktur, Speichermöglichkeiten und Verbrauchsszenarien eine ökonomische Umsetzung sowie sichere Versorgung gewährleistet.

Sobald der grundsätzliche Bedarf festgestellt werden kann, sollte die Standortsuche nicht nur Aspekte des Natur- und Landschaftsschutzes berücksichtigen, sondern auf einer möglichst breiten Basis erfolgen. Berücksichtigung könnten hierbei neben technischen Voraussetzungen wie Hangneigung, Exposition und Verschattung auch landwirtschaftliche Kenndaten (z. B. Bonitäten), teilräumliche Entwicklungskonzepte, infrastrukturelle Gegebenheiten, Tourismus- und Bildungsangebote finden.

Bei der Bewertung der Veränderung des Landschaftsbildes sollten in zunehmendem Maße die Erfahrungen aus den bisherigen Projekten einfließen und in geeigneten Fällen auch die Chance zur gezielten Gestaltung einer Kulturlandschaft sowie zur Öffentlichkeits- bzw. Bildungsarbeit genutzt werden.

Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen bieten an dafür geeigneten Standorten eine weitere Möglichkeit, eine erwünschte Extensivierung mit wirtschaftlichem Nutzen zu verbinden. Gerade dies kann eine Umsetzung entsprechender Entwicklungskonzepte entscheidend unterstützen.

3 Biomasse

3.1 Technik und Methoden

Eine energetische Verwertung von Biomasse ist in vielfältiger Weise möglich. Besondere Raumrelevanz ist in den Einsatzgebieten gegeben, bei denen die Erzeugung der dafür benötigten Rohstoffe große land- oder forstwirtschaftlich genutzte Flächen gezielt in Anspruch nimmt.

Für den unmittelbaren stofflichen Einsatz ist hauptsächlich Holz als Energieträger (Hackschnitzel, Holzpellets, Stückholz) im Einsatz und dient überwiegend der abschließlichen Erzeugung von Wärme. Eine daran gekoppelte Stromerzeugung hat bislang nur wenig Bedeutung.

Die Verwendung als Rohstoff für die Herstellung von Bioenergieträgern (Biokraftstoffe, Biogas) ist der zweite große Einsatzbereich für Biomasse. Biokraftstoffe werden überwiegend auf Pflanzenölbasis (z. B. Rapsölkraftstoff/Biodiesel) oder aus Getreide (Bioethanol) hergestellt. Biogas wird überwiegend aus explizit dafür angebauten Pflanzen (z. B. Mais), daneben aus Gülle oder organischen Rest- und Abfallstoffen erzeugt.

Biokraftstoffe finden in der Regel als Treibstoff für (Kfz-)Motoren Verwendung. Biogas wird meist am Ort der Erzeugung zur Stromgewinnung eingesetzt. Bei größeren Anlagen kommt fallweise auch eine Aufbereitung zu Bioerdgas zur Anwendung. Dieses wird häufig direkt in das Erdgasnetz eingespeist, aber auch als Treibstoff in Fahrzeugen eingesetzt.

3.2 Genehmigungsverfahren

In Bayern sind Biomasseanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung bis 1,0 MW von der unteren Bauaufsichtsbehörde bauaufsichtlich zu genehmigen. Über 1,0 MW benötigen sie eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung, wobei diese bis 10 MW durch die Kreisverwaltungsbehörde erfolgt, über 10 MW von der zuständigen Bezirksregierung.

Biomasseanlagen zählen bis zu einer bestimmten Größe (bis 1 MW installierte elektrische Leistung bzw. bis 2,0 MW Feuerungswärmeleistung bzw. bis zu einer Biogasproduktion von 2,3 Mio. Norm-m³/a), wenn sie im räumlich-funktionalen Zusammenhang mit einem landwirtschaftlichen Betrieb stehen, zu den privilegierten Vorhaben gemäß §35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB und sind somit im Außenbereich zulässig. Anlagen, die nicht diesen Kriterien entsprechen, bedürfen grundsätzlich einer entsprechenden gemeindlichen Bauleitplanung (StMI 2011b). Für die überwiegende Anzahl der Anlagen entfällt jedoch vor allem aufgrund ihrer Dimensionierung und damit Privilegierung die Möglichkeit einer Steuerung durch bestehende Instrumente der Raumplanung im Genehmigungsverfahren.

3.3 Status quo

In Deutschland wurden im Jahr 2011 auf etwa 2.282.500 ha, d. h. auf etwa 19% der landwirtschaftlichen Nutzfläche, nachwachsende Rohstoffe angebaut. Davon entfielen 13,9% der Fläche (ca. 316.500 ha) auf Industriepflanzen, der Rest (ca. 1.966.000 ha) auf den Anbau von Energiepflanzen (FNR 2012: 8). Die rund 11,1 Mio ha Waldfläche sind hierbei nicht berücksichtigt.

In Bayern wurden im Jahr 2009 auf rund 300.000 ha bzw. auf rund 9% der landwirtschaftlich genutzten Fläche nachwachsende Rohstoffe angebaut. Auf 86,7% dieser Fläche (ca. 260.000 ha) wurden Produkte für energetische Zwecke angebaut, womit etwa 1% des Energiebedarfs Bayerns gedeckt werden kann. Der überwiegende Anteil entfällt hierbei auf den Anbau von Raps für Rapsölkraftstoff und Biodiesel (107.000 ha), daneben werden agrarische Produkte für Biogasanlagen (140.000 ha, davon ca. 70.000 ha Silomais) sowie Energiegetreide für Bioethanol (10.000 ha) erzeugt (vgl. <http://www.agrarbericht-2010.bayern.de/landwirtschaft-laendliche-entwicklung/allgemeines.html>; letzter Zugriff am 12.12.2012).

Allerdings können die Reststoffe, die bei der Kraftstoffherstellung mit Raps oder Energiegetreide anfallen, hochwertig weiterverwendet werden. Bei Raps stellt der Rapsextraktionsschrot- und -presskuchen für Futtermittel mit 60% das Hauptprodukt dar, während das Rapsöl mit 40% z. B. für die Herstellung von Rapsölkraftstoffen verwendet wird. Bei der Bioethanolherstellung ist das Verhältnis umgekehrt, hier gehen etwa 40% des verarbeiteten Getreides z. B. als Trockenschlempe in die Futtermittelverwertung (StMELF 2009: 14 f.). Zudem handelt es sich bei dem verwendeten Rohstoff nicht um hochwertiges Getreide für die Verwendung als Nahrungsmittel, sondern um speziell angebautes Energiegetreide oder nicht für die Ernährung geeignete Ernteausschüsse. Da somit nur ein Teil der Ernte für die Bioenergieerzeugung und der Rest weiterhin für die Futtermittelherstellung verwendet wird, beträgt der Realanteil der 2009 für energetische Zwecke benötigten Fläche rund 200.000 ha und damit rund 6% der landwirtschaftlichen Nutz-

fläche Bayerns (vgl. <http://www.agrarbericht-2010.bayern.de/landwirtschaft-laendliche-entwicklung/allgemeines.html>; letzter Zugriff am 12.12.2012).

Von Mais als wichtigster Kulturpflanze für die Biogaserzeugung gehen bei insgesamt rund 470.000 ha Anbaufläche die Erträge von rund 17%, d.h. 80.000 ha, als Silomais in Biogasanlagen (Biogas Forum Bayern 2010:1). Dies entspricht etwa 3,8% der Ackerfläche Bayerns (StMELF 2011).

Auf eine Betrachtung des Flächenbedarfes von Holz als Energieträger wird verzichtet. Momentan findet in Bayern die Gewinnung der rund 4,8 Mio. t Energieholz fast ausschließlich im Rahmen der etablierten forstwirtschaftlichen Nutzung von Waldflächen statt. Das Steigerungspotenzial liegt hier in einer Effizienzerhöhung bei Verwertung von Restholz und optimierter Durchforstung. Der Anteil der außerhalb der Forste gezielt für Festbrennstoffe genutzten landwirtschaftlichen Anbaufläche wird für Deutschland im Jahr 2012 auf etwa 6.500 ha geschätzt (FNR 2012: 8) und ist somit noch von keiner großen Raumrelevanz.

Im Bereich der Energieerzeugung durch Biomasse ist ein anschaulicher Vergleich der Statistiken und Bilanzen aufgrund der Heterogenität der darin einbezogenen Bereiche und insbesondere der dabei verwendeten Ausgangsrohstoffe kaum möglich. Nach Definition des Länderarbeitskreises Energiebilanzen werden unter dem Begriff „Biomasse“ Brennholz und sonstige feste Biomasse, biogene Abfälle, Biotreibstoffe, flüssige biogene Stoffe, Biogas sowie Klärschlamm zusammengefasst (vgl. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2011: 12). Unter dieser Definition ist in Bayern momentan die Biomasse mit 67,1% des über erneuerbare Energien erzeugten Anteils des Primärenergieverbrauchs (Erhebungsjahr 2008) wichtigster regenerativer Energieträger. Auf die einzelnen Energieträger aufgeteilt ergibt sich das folgende Bild: Brennholz und sonstige feste Biomasse 32%, Biogas 13%, Biotreibstoffe 11%, biogene Abfälle 9%, flüssige biogene Stoffe 2% (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2011: 12).

Das theoretisch nutzbare Energiepotenzial aus Biomasse wird für Bayern auf rund 300 PJ geschätzt, das technisch nutzbare auf rund 200 PJ (StMELF 2009: 9). Bei einem Gesamtprimärenergiebedarf von 2040 PJ im Jahr 2008 (StMWIVT 2010: 4) könnten von diesem somit maximal 10% durch Biomasse gedeckt werden. Grundlage dafür ist die Annahme, dass bis zu 700.000 ha bzw. 30% der bayerischen Ackerfläche zur Produktion nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung sowie technische Zwecke genutzt werden können, ohne die Produktion von Nahrungs- bzw. Futtermitteln zu gefährden (StMELF 2009: 9). Da schon ein gutes Drittel dieser Fläche entsprechend genutzt wird, damit aber lediglich 1% der Energie erzeugt wird, ist für eine Erreichung dieses 10%-Ziels nicht nur eine Ausweitung der entsprechenden Anbaufläche, sondern vor allem eine deutliche Effizienzsteigerung bei Anbau und Verwertung erforderlich.

Als Grundlage für eine querschnittsorientierte landesplanerische Betrachtung der Flächenrelevanz werden einige Orientierungsdaten ermittelt. Aufgrund der Vielfältigkeit der Thematik Biomasse erfolgt dies ausschließlich für die Biogaserzeugung. Selbst mit dieser Beschränkung kann dies aufgrund der Variabilität der eingesetzten Substrate und Methoden jedoch nur beispielhafte Orientierungswerte liefern, insbesondere auch deshalb, da das zur Vergärung eingesetzte Substrat in den unterschiedlichen Anlagen mit jeweils stark wechselnden Anteilen von Gülle, Stallmist sowie mit kommunalen und industriellen Abfällen ergänzt wird. Biogas stellt in Hinblick auf den möglichen Energieertrag pro Anbaufläche im Vergleich mit anderen Energieträgern aus Biomasse die momentan effizienteste Form der Energieerzeugung dar (vgl. FNR 2012). Es eignet sich somit für die Ermittlung eines überschlägigen Mindestraumbedarfes.

Bei einer mit Maissilage und 50% Gülleanteil betriebenen Biogasanlage ist pro Kilowatt installierter Leistung und einem Blockheizkraftwerk mit durchschnittlich 7.500 Betriebsstunden pro Jahr der Ertrag von 0,4–0,5 ha Maisanbaufläche erforderlich (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2007: 5). Im Umkehrschluss wäre somit auf Deutschland bezogen für die dort bis 2011 installierten 2.780 MW_{el} rund 1.120.000–1.390.000 ha Maisanbaufläche notwendig.⁴

In Bayern existiert die größte Anzahl von Biogasanlagen in Deutschland. Ende 2011 waren in der Biogasbetreiberdatenbank 2.372 Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 674 MW_{el} gelistet.⁵ Unter der o.g. Annahme wäre hierfür eine Maisanbaufläche von 269.600 bis 337.000 ha und somit etwa 12,8%–16% der ackerbaulich genutzten Fläche Bayerns schon zum jetzigen Zeitpunkt erforderlich.

3.4 Aspekte der raumplanerischen Standortsteuerung und landesplanerischen Bewertung

Bioenergie gerät aufgrund ihres Flächenbedarfes immer mehr in die Diskussion. Während bei Holz die momentane Verwertung noch zu keinen Auswirkungen der forstwirtschaftlichen Nutzflächen geführt hat, die wesentlich in der Öffentlichkeit diskutiert werden, sind die Diskussionen im ackerbaulich genutzten Bereich sehr deutlich. Nach einer Studie des Deutschen Biomasse-Forschungszentrums (DBFZ) kann die Anbaufläche von heute mit 1,8 Mio. ha bis 2020 auf 2,7 bis 3,9 Mio. ha (Seyfert/Bunzel/Thrän et al. 2011: 291), nach Angaben der Agentur für Erneuerbare Energien bis 2030 auf 4,4 Mio. ha mehr als verdoppelt werden, ohne dabei die Versorgung mit Nahrungsmitteln infrage zu stellen (Wacker/Porsche 2011: 267). Teilräumlich ist jedoch durchaus die Entwicklung von großflächigen Monokulturen zu beobachten und auch steigende Pachtpreise sind fallweise zumindest naheliegend (vgl. Wacker/Porsche 2011).

Insbesondere die Entwicklung großer Monokulturen mit Raps- bzw. Maisanbau wird z.B. unter Aspekten des Natur-, insbesondere des Artenschutzes, der Wasserwirtschaft, des Landschaftsbildes sowie der Erholung und des Tourismus sehr kritisch bewertet. Überlagert werden diese Themen zudem von ethischen Aspekten und volkswirtschaftlichen Bedenken („Tank oder Teller“).

Für eine Bewertung der räumlichen Auswirkungen sind jedoch nicht allein die für den Anbau benötigte und in der Bewirtschaftung gegebenenfalls veränderte Ackerfläche, sondern, neben den am Ort der Anlage nicht unerheblichen baulichen Einrichtungen, auch die induzierten Verkehre zu betrachten. Für eine durchschnittliche Anlage mit 500 kW wird bei 50% Gülleanteil mindestens 200 ha Maisanbaufläche benötigt. Bei einem Ertrag von 50 t/ha ergibt sich ein Lagervolumen von 14.000 m³, dafür sind etwa 1.000 Transportfahrten in einfache Richtung notwendig. Aus 1 t Silomais fallen nach der Vergärung rund 750 kg Gärrest an, der vor allem als Dünger wieder auf den Feldern ausgebracht werden kann (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2007: 5). Einschließlich der Leerfahrten kann man somit von insgesamt etwa 2.750 Transportfahrten ausgehen, die jedoch nicht kontinuierlich, sondern mit jahreszeitlichen Spitzen erfolgen. Hier ist zu bedenken, dass Ernte- bzw. Dünge-/Güllefahrten aber auch bei herkömmlicher, ordnungsgemäßer Landwirtschaft regelmäßig anfallen. Unter der (positiven) Annahme, dass

⁴ Grundlage: Prognose des Fachverbandes Biogas e.V., vgl. [www.biogas.org/edcom/webvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/12-11-29_Biogas%20Branchenzahlen%202011-2012-2013.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/12-11-29_Biogas%20Branchenzahlen%202011-2012-2013.pdf) (letzter Zugriff am 06.12.2012).

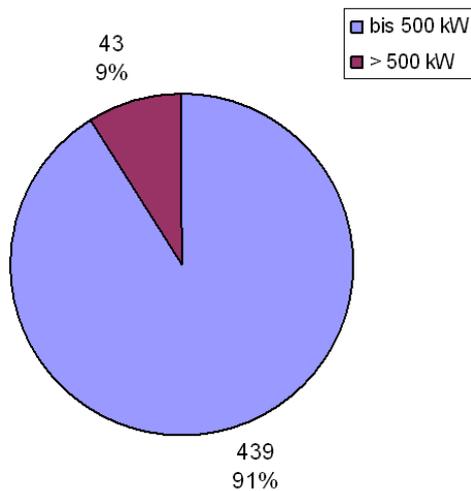
⁵ Vgl. <http://www.lfl.bayern.de/ilb/technik/35144> (letzter Zugriff am 06.12.2012).

die Anlage pro Jahr 7.500 Stunden unter Vollast gefahren werden kann, ergibt sich für diese Anlagengröße ein jährlicher Ertrag von 3.750 MWh bzw. etwa 17–19 MWh/ha Anbaufläche.

Bei der weit überwiegenden Anzahl der Anlagen handelt es sich um privilegierte Vorhaben, wie beispielhaft an Oberbayern aufgezeigt werden kann. Im Jahr 2010 hatten lediglich 9% der Anlagen, die von der EEG-Vergütung betroffen waren, eine installierte Leistung über 0,5 MW, dies stellte zu diesem Zeitpunkt die Grenze für die Privilegierung dar (vgl. Abb. 7a). Dieser Effekt wird sicher dadurch verstärkt, dass für Anlagen über 500 kW bei einigen Parametern niedrigere EEG-Vergütungssätze gelten. Bei einer Erweiterung der Anlage wird dann zwar letztlich doch eine Bauleitplanung erforderlich, aufgrund des vorgegebenen Standorts bestehen jedoch kaum Möglichkeiten einer – zumindest kommunalen – räumlichen Steuerung. Die EEG-Vergütung für Biomasseanlagen erfordert grundsätzlich keine Bauleitplanung und eröffnet somit auch nicht die Möglichkeit einer direkten Einflussnahme bei der Standortsteuerung, wie z.B. bei Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen. Bis zur EEG-Novelle 2012 wurde im wesentlichen versucht, über vielfältige Boni, die neben der Grundvergütung z.B. für die Verwendung bestimmter Technologien, den Einsatz bestimmter Rohstoffe (z.B. „Gülle“) oder aufgrund einer zusätzlichen Wärmenutzung gewährt wurden, zumindest in diesen Bereichen den weiteren Ausbau zu beeinflussen. In der gegenwärtigen EEG-Fassung wurden diese Boni letztlich durch Mindestanforderungen ersetzt.

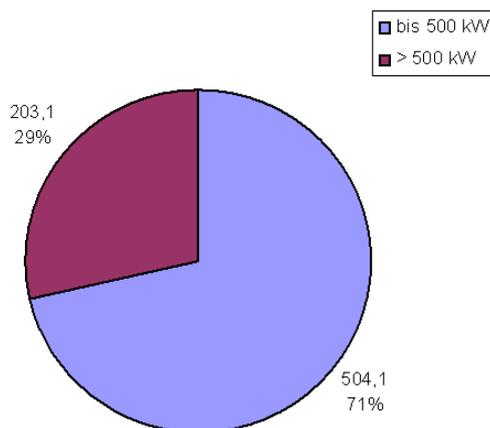
Auf die privilegierten Kleinanlagen entfielen im Jahr 2010 71% des mit Biogas erzeugten Stroms (vgl. Abb. 7b). Bei Anlagen dieser Größenordnung kann man zwar zumindest in der Regel davon ausgehen, dass die benötigten Substrate in einem unter dem Aspekt der Transportwege sinnvollen Radius akquiriert werden können. Ein grundsätzliches Problem stellt jedoch die regelmäßig ungenügende Nutzung der Abwärme dar. Der elektrische Wirkungsgrad der Blockheizkraftwerke bei der Verstromung von Biogas liegt durchschnittlich zwischen 32% und 37% (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2007: 5). Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass mit der Maissilage eines Hektars Anbaufläche zwar Biogas mit einem Gesamtenergieinhalt von rund 55.000 kWh erzeugt werden kann, bei der Verstromung davon jedoch lediglich rund 19.000 kWh elektrisch genutzt werden können (FNR 2012: 39). Die restliche Energie geht, wenn dafür keine nachhaltige Nutzung vorgesehen ist, im Wesentlichen als Abwärme verloren. Bei einer Nutzung der erzeugten (Ab-)Wärme würde sich die gesamtenergetische Bilanz entsprechend besser gestalten – dies jedoch auch nur, wenn diese Wärmenutzung eine bislang durch fossile Energie betriebene Nutzung ersetzt und nicht ein völlig neuer Verbraucher extra dafür bzw. aus diesem Grund geschaffen werden muss. Zudem sollte idealerweise der Energiebedarf der Wärmesenke mit den Betriebszeiten der Energieerzeugungsanlage korrelieren. Ein ganzjährig nachhaltiger Dauerbetrieb einer Biogasanlage würde somit die räumliche Nähe eines Verbrauchers mit ganzjährig gleichbleibendem Wärmebedarf erfordern (z.B. Krankenhaus, industrielle Trocknung).

Abb. 7a: Zahl und Leistung der Biogasanlagen in Oberbayern



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

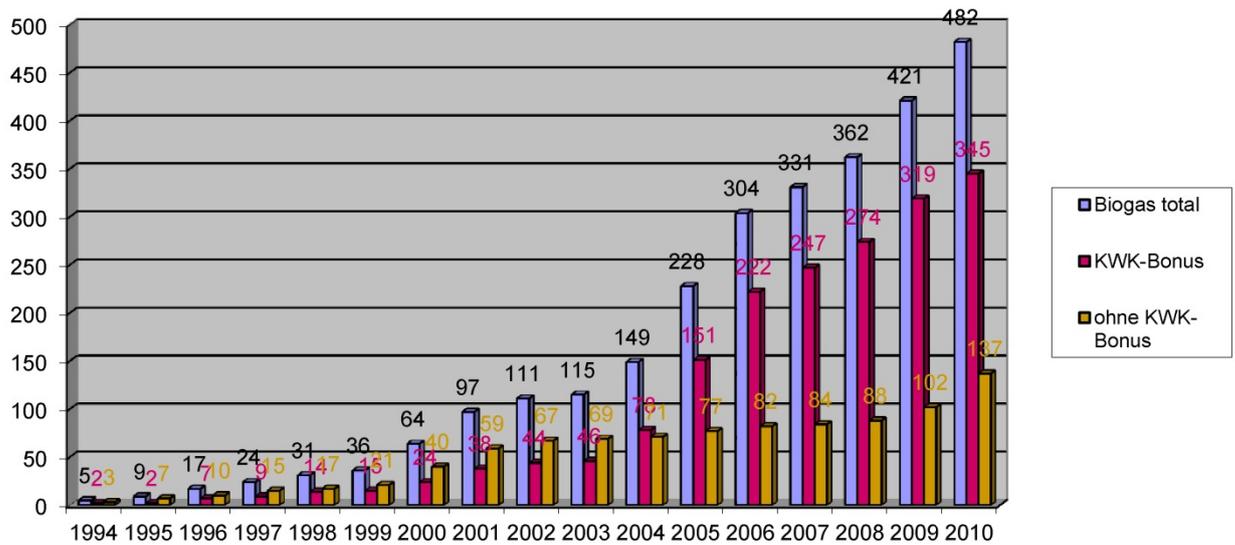
Abb. 7b: Stromproduktion 2010 – Biogasanlagen Oberbayern



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

In Oberbayern bezogen bis Ende 2010 zwar knapp 72% der Anlagen grundsätzlich bei der EEG-Vergütung zusätzlich einen Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus (vgl. Abb. 8). Die Daten lassen jedoch nur eine Aussage darüber zu, ob neben der reinen Stromerzeugung überhaupt eine Nutzung der Abwärme stattfindet, aber nicht in welcher Größenordnung. Die große Zahl der als privilegierte Vorhaben realisierten Anlagen lässt vermuten, dass diese in der Regel nicht in der Nähe größerer Siedlungseinheiten und damit einer dauerhaft und ausreichend möglichen Abwärmenutzung situiert sind.

Abb. 8: Anzahl der Biogasanlagen in Oberbayern und Anteil der Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus (KWK)



Datengrundlage: <http://www.energieatlas.bayern.de> (letzter Zugriff am 06.12.2012)

Für die Produktion von Biomasse bzw. entsprechender Kulturpflanzen steht nur ein begrenzter geeigneter Raum zur Verfügung, der u. a. durch die Aktivitäten des Menschen bei Siedlung und Verkehr – sowohl durch Überbauung als auch durch korrespondierende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – stetig zunehmend verringert wird. So lag in Bayern der Flächenentzug für Siedlungs- und Verkehrsfläche allein im Jahr 2010 bei etwa 2.600 ha (d. h. 20,8 ha). Das entspricht etwa 1% der Maisanbaufläche, die für die gegenwärtige Biogasproduktion in Bayern benötigt wird.

Angesichts der erheblichen Flächenkonkurrenzen wird der potenzielle Nutzen einer fachübergreifend abgestimmten Planung sowie breit abgewogenen Steuerung offensichtlich. Da die klassischen Instrumente der Raumplanung gerade im Bereich der privilegierten Bauvorhaben sowie traditionell im marktwirtschaftlich orientierten Umfeld der Land- und Forstwirtschaft kaum wirksam einzusetzen sind und eine entsprechende Schärfung politisch kaum durchsetzbar erscheint, wird hier eine Steuerung am ehesten über gezielt eingesetzte Fördermittel gegebenenfalls in Kombination mit dem Einsatz „weicher Instrumente“ (Regionalmanagement/-entwicklung) erreicht werden können (vgl. ARL 2012).

Aus dem Grundansatz der Notwendigkeit einer eigenständig erzeugten Grundversorgung heraus muss auf den noch verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzflächen in ausreichendem Maße der Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Nutz- und Energiepflanzen gewährleistet sein. Im marktwirtschaftlichen Umfeld orientiert sich die Form der Bewirtschaftung jedoch nach den jeweiligen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Eine Beeinflussung der Landnutzung, der Anbaumethoden und Verwertung der Produkte wird daher im Wesentlichen über entsprechend gestaltete finanzielle Anreize versucht.

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe zur Wärmeerzeugung ist gegenüber dem Einsatz fossiler Brennstoffe in der Regel wirtschaftlich konkurrenzfähig. Für die Erzeugung von Energie (z. B. Strom) bzw. von Energieträgern (z. B. Biokraftstoffe) ist dies – außer unter besonders günstigen Kostenstrukturen bei Biomasseerzeugung und -transformation – weltweit in der Regel noch nicht gegeben (vgl. BMELV/BMU 2010). Um das politische bzw. gesellschaftliche Ziel einer Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung dieser Form

der Energieerzeugung erreichen zu können, ist somit eine gezielte finanzielle Förderung unumgänglich. In Deutschland bildet das EEG die entsprechende gesetzliche Grundlage. Die regelmäßig evaluierten und daraufhin überarbeiteten und angepassten Fördersätze sowie -richtlinien des EEG beeinflussen unmittelbar sowohl die Ausrichtung konkreter Einzelvorhaben als auch die Gesamtentwicklung. In den EEG-Richtlinien werden Höchstanteile der eingesetzten Agrarprodukte festgelegt (z. B. Mais, Raps). Dies hat jedoch nur geringe Auswirkungen auf die Flächenverteilung in der Bewirtschaftung der Ackerflächen. Sobald ein Rohstoff förderfähig ist und damit die Wirtschaftlichkeit einer Anlage beeinflusst wird, verändern sich auch entsprechend die Lieferwege.

Über die vorrangige Verwendung von agrarischer Biomasse zu Nahrungs- und Futtermittelzwecken bzw. in technischen Produkten oder zur Weiterverarbeitung für eine energetische Verwertung entscheidet die konkrete Wertschöpfung in den jeweiligen Produktionsabläufen. Da die Rohstoffpreise hier durch internationale Märkte bestimmt werden, kann eine lokale Steuerung nur durch entsprechend angepasste, auf lokale Besonderheiten zugeschnittene Förderinstrumente erfolgen.

Eine faktische Beeinflussung des Getreidepreises ist aufgrund des geringen Anteils von Getreiderohstoffen zur Energiegewinnung (weltweit etwa 6%, EU-weit etwa 2%; StMELF 2009: 12) im Vergleich z. B. zur Futtermittelherstellung (EU-weit fast 75% des erzeugten Getreides) jedoch kaum zu erwarten. Dieser ist weiterhin vorrangig durch die Nachfrage nach Futtermittel- und Nahrungsgetreide, aber auch von saisonalen Schwankungen des Ernteertrages insbesondere in Verbindung mit daran gekoppelten Spekulationen bestimmt.

Grundsätzlich muss hier zudem – wie bereits erwähnt – berücksichtigt werden, dass etwa die Hälfte des Ernteertrages der für Biokraftstoffe verwendeten Agrarrohstoffe letztlich auch für die Futtermittelherstellung verwendet wird.

Die Preise am Energiemarkt bilden die preisliche Untergrenze für landwirtschaftliche Produkte. Liegen die Lebensmittelpreise über dem energetischen Wert der Produkte, geht die wirtschaftliche Attraktivität der bioenergetischen Verwertung verloren. Die Bioenergie führt somit nicht zu einer Verdrängung der Nahrungsmittelerzeugung. Höhere Rohstoffpreise für pflanzliche Erzeugnisse führen tendenziell dazu, dass eine Verwertung als Nahrungs- und Futtermittel den Vorzug bekommt (DBV 2011).

Generell sollte, trotz momentan zuwiderlaufender politischer Zielrichtung, der für eine energetische Verwertung zur Verfügung stehende Anteil der Biomasse, u. a. in Hinblick auf die CO₂-Vermeidungskosten, bevorzugt direkt zur Verstromung und Wärme-gewinnung genutzt werden und nicht zur Herstellung von Kraftstoffen (vgl. WBGU 2011; Buckermann/Kailer 2012). Zudem ist davon auszugehen, dass selbst unter Einbezug neuer Technologien und Entwicklungen aufgrund territorialer Beschränkungen der biogene Anteil am Treibstoffverbrauch auf absehbare Zeit keine entscheidende Rolle spielen wird (bis zur Mitte des Jahrhunderts wohl nicht über 10–12%; Buckermann/Kailer 2012: 65). Die Begrenztheit der nutzbaren Flächen und die stetig wachsenden Ansprüche an diesen Raum verdeutlichen die Notwendigkeit einer vorsorgenden Sicherung von Freiräumen und eines sorgsamem Umgangs mit begrenzten Ressourcen.

Ein großes Potenzial könnte in der Verwertung bislang energetisch ungenutzter landwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe liegen. Dies wird z. B. in der bislang noch ungenügend umgesetzten Verwendung von Gülle zur Biogaserzeugung gesehen. Man geht davon aus, dass damit über 4% des bayerischen Stromverbrauchs bzw. bei entsprechender Aufbereitung rund 6% des derzeitigen Erdgasverbrauches in Bayern gedeckt werden

könnten (StMELF 2009: 15). Diese Anwendung hätte zudem deutliche klimarelevante Nebeneffekte. Bei der Vergärung in Biogasanlagen wird, im Gegensatz zur herkömmlichen Lagerung, die unkontrollierte Freisetzung des Treibhausgases Methan vermieden, die Nährstoffe im Substrat bleiben jedoch erhalten und damit die Eignung zur Ausbringung als Wirtschaftsdünger.

Als weiteres, konkretes Beispiel für zukünftige Entwicklungsfelder mag die Errichtung der Bioerdgasanlage Hallertau dienen.⁶ Hier sollen überwiegend Hopfenrebenhäcksel (ca. 75.000 t/a) eingesetzt werden. Mangels höherwertiger Einsatzmöglichkeit werden diese bislang aufgrund von Lagerproblemen meist vor Ort unmittelbar nach der Ernte gehäckselt und als schlecht aufgeschlossene Gründüngung wieder auf die Felder ausgebracht. Dies erfolgt jedoch zu einer Zeit, in der kein Anbau stattfindet und somit kein Dünger benötigt wird. Durch die neue Verwertung sowie den zusätzlichen Einsatz von Mais- bzw. Ganzpflanzensilage und Grasschnitt (insgesamt etwa 30.000 t/a) aus der Umgebung sollen ca. 1.000 m³ Bioerdgas/h erzeugt werden, das nach entsprechender Reinigung und Aufbereitung in das Erdgasnetz eingespeist werden kann. Die Gärreste werden als Dünger gezielt wieder zurück zu den Hopfenproduzenten geliefert. Mit dem Projekt, das ein Investitionsvolumen von etwa 20 Mio. € beinhaltet, können somit nicht nur latente Entsorgungsprobleme einer Lösung zugeführt werden, sondern auch die bestehende Infrastruktur genutzt und eine ergänzende regionale Wertschöpfung eingeleitet werden.

Die Energieerzeugung durch Biomasse ist grundlastgeeignet, da der benötigte Rohstoff lagerfähig ist und somit eine kontinuierliche und planbare Energieerzeugung ermöglicht. Dies bedeutet jedoch nicht, dass dies – abgesehen von einer wirtschaftlichen Bewertung, bei der sich eine hohe Auslastung im Umfeld der gegenwärtigen Vergütungssysteme sicher positiv niederschlägt – immer der sinnvollste Einsatzbereich ist. Die genannte Lagerfähigkeit beinhaltet auch das Potenzial variabler Produktionszeiten. Bei entsprechenden Speichermöglichkeiten gilt dies auch für das kontinuierlich erzeugte Biogas. Grundsätzlich könnte somit Energie aus Biomasse gezielt zu Zeiten hoher Nachfrage bzw. bei Versorgungsengpässen erzeugt werden. Um dieses Potenzial jedoch aktivieren zu können, müssten entsprechende Instrumente, die einen finanziellen Ausgleich zu der Wirtschaftlichkeit kontinuierlich betriebener Kraftwerke schaffen, entwickelt werden.

Das Potenzial der Anbaufläche für Biomasse zur energetischen Verwertung ist begrenzt, wenn gleichzeitig ausreichend Fläche für Nahrungs- und Futtermittelproduktion vorhanden sein soll. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn vorwiegend regionale Versorgungsstrukturen angestrebt werden sollen. Momentan werden hohe Anteile dieses Potenzials bereits entsprechend genutzt, ohne jedoch den prognostizierten Anteil an der Energieversorgung zu erreichen. Hieraus wird deutlich, dass zunächst Anstrengungen in der Systemoptimierung erforderlich sind und weniger eine weitere Ausdehnung der Anbaufläche.

Die Verstromung von Biogas erzeugt eine hohe Abwärme, deren effiziente Nutzung bislang meist nicht möglich ist, da der Ort der Entstehung in der Regel nicht an eine Wärmesenke gebunden ist. Grundsätzlich sollte bei der Planung neuer Anlagen dieser Aspekt stärkere Gewichtung erhalten. In gewisser Weise trägt die EEG-Novelle diesem Aspekt Rechnung, indem für Neuanlagen entweder eine Mindestabwärmenutzung von 60% oder die Nutzung von mindestens 60% Gülle im Massenanteil nachgewiesen werden muss (§27 Abs. 4 EEG). Aber auch bestehende Anlagen können hier sinnvoll neu

⁶ Vgl. www.bioerdgas-hallertau.de (letzter Zugriff am 06.12.2012).

konzipiert werden. Für Biogasanlagen in der Leistungsklasse, die heute meist üblich ist (500-1.500 kW_{el}), ist eine Direkteinspeisung in das Erdgasnetz oft nicht rentabel, ein Fernwärmetransport meist nicht möglich. Grundsätzlich besteht aber keine zwingende Notwendigkeit für einen unmittelbaren räumlichen Zusammenhang von Gaserzeugung und Stromproduktion. So kann von dem u. a. aus Immissionsgründen wünschenswerten siedlungsfernen Standort der Gasproduktion z. B. über eine entsprechende Leitung das Biogas zu einem Generator an einen verbrauchsoptimierten Standort geliefert werden. Hier bieten sich möglicherweise Mikrobiogasnetze an. Diese bestehen aus einer oder mehreren Biogasanlagen mit Biogas-Trockner-/Verdichterstation, Biogasleitung und einem (Satelliten-)Blockheizkraftwerk (vgl. Havran 2011).

Größere Biogasanlagen (Rohbiogasproduktion >700 m³/h i. N. (entspricht etwa 1.400 kW_{el})) können schon gegenwärtig anstatt einer Vor-Ort-Verstromung mit Anlagen zur Gasaufbereitung und Einspeisung in das bestehende Erdgasnetz wirtschaftlich projektiert werden. Nach §31 Gasnetzzugangsverordnung (GasNZV) ist für Deutschland das Ziel formuliert, bis 2020 6 Mrd. m³ und bis 2030 10 Mrd. m³ Erdgas pro Jahr durch Biomethan zu ersetzen. Das Erreichen dieser Ziele kann zwar als technisch realisierbar angesehen werden, jedoch nur bei einer Präferenz der verfügbaren Eingangsstoffe für die Biomethanherzeugung (Heffels/McKenna/Fichtner 2011). Gegenwärtig beträgt der gesamte Erdgasverbrauch in Deutschland rund 500 Mrd. m³/a und die Biomethaneinspeisung etwa 350 Mio. m³/a.⁷

In der aktuellen EEG-Novelle wurden zusätzlich zu den bislang ausschließlich auf die Stromproduktion bezogenen Vergütungen entsprechende für Biomethaneinspeisung und -verwendung vorgesehen, deren Wirksamkeit jedoch noch nicht abgesehen werden kann. Da das EEG aufgrund bundesweit angelegter Richtlinien entsprechend undifferenziert fördert, kann es regionale Besonderheiten nicht berücksichtigen. Verstärkt wird dies durch die o. a. Kopplung der Nahrungsmittelpreise an die Energiekosten und die weitgehend international bestimmten Märkte, was eine sinnvolle landes- bzw. regionalplanerische Steuerung der landwirtschaftlichen Nutzung eines (Teil-)Raumes zusätzlich erschwert.

Gegenwärtig, wie auch in der Vergangenheit, spielt die Landes- und Regionalplanung aus unterschiedlichen Gründen eine immer schwächere Rolle bei einer gezielten Einflussnahme auf land- und forstwirtschaftliche Landnutzung. Dies wird am Beispiel Bayerns unter anderem auch an der sukzessive abnehmenden Ausstattung mit entsprechenden Erfordernissen der Raumordnung in Form von Zielen und Grundsätzen im Landesentwicklungsprogramm und konsequenterweise in der Folge auch in den Regionalplänen deutlich. Traditionell entzieht sich hier die Land- und Forstwirtschaft soweit möglich einer übergeordneten Reglementierung. Es würde sich allerdings zur gezielten Steuerung eine Kopplung von Fördermitteln (z. B. gewisse Anteile der EEG-Vergütungen) an regionale Energiekonzepte, die u. a. ein Biomasseentwicklungskonzept enthalten sollten, anbieten (vgl. BMVBS 2010). Ein solches regionales Energiekonzept sollte einen auf fachlicher Grundlage basierenden, lokale Besonderheiten berücksichtigenden, ganzheitlich zur Erreichung übergeordneter Zielvorgaben auf politischer Ebene abgewogenen Handlungsrahmen für optimierte Landnutzung definieren. Für eine landes- bzw. regionsbezogene Steuerung wäre, neben der Schärfung bestehender Instrumente, z. B. ein länderbezogener Förderanteil sinnvoll, der auf regionaler Ebene selbstbestimmt verteilt und der

⁷ vgl. <http://www.dena.de/projekte/erneuerbare/biogaspartner-die-plattform-zur-biogaseinspeisung.html> und http://www.biogaspartner.de/fileadmin/biogas/Downloads/Broschueren/bgp_Brosch_de_2012_biogaspartner-gemeinsam_einspeisen (letzter Zugriff am 06.12.2012).

auch mit Eigenmitteln zur Regionalentwicklung aufgestockt werden kann. Auf diese Weise könnte, vor allem auch in Verbindung mit unterstützenden Maßnahmen des Regionalmanagements, von lokalen Akteuren Einfluss darauf genommen werden, dass abhängig von regionalen Gegebenheiten sowie Zielvorstellungen ein bestimmter Prozentsatz der Agrarfläche weiterhin für die Nahrungsmittelproduktion bereitsteht, ein bestimmter Anteil für Futtermittel und sonstige Rohstoffproduktion und der Rest für energetische Zwecke (Flächenspender, Produktion von Biomasse) zur Verfügung steht. Ökologisch orientierte, extensiv erwirtschaftete Biomasseproduktion könnte zudem höher subventioniert werden und über entsprechend gezielte Anwendung könnte auch eine Verbindung zwischen Energiekonzept und Landschaftsentwicklungskonzept geschaffen werden. Flankierend bietet sich eine unterstützende inhaltliche Konkretisierung textlicher Festlegungen in den Raumordnungsplänen an (vgl. BMVBS 2010; ARL 2012).

Der zunehmende Flächenbedarf für Agrarprodukte erfordert jedoch auch entsprechend nutzbare Freiräume. In deren nachhaltiger Freihaltung für eine jetzt noch nicht näher festlegbare land- oder forstwirtschaftliche Nutzung, insbesondere Entzug vor Versiegelung bzw. Zerschneidung oder Zersiedelung durch Siedlungs- und Verkehrsfläche, kann zudem eine zentrale Herausforderung für die Raumordnung und Landesplanung identifiziert werden. Das etablierte Instrument der regionalen Grünzüge sollte hier erweiterte Funktionen und zudem eine Aufwertung erfahren (vgl. ARL 2012).

4 Zusammenfassende Bewertung und Handlungsempfehlungen

Die Nutzung regenerativer Energieträger dient grundsätzlich dem Klimaschutz, da sie als CO₂-neutral angesehen werden können, wenn auch bei manchen dieser Effekt nicht unmittelbar eintritt. So wird die ausgeglichene CO₂-Bilanz bei der Verbrennung von Holz erst dann erreicht, wenn das Äquivalent des Brennstoffes in einem nachgewachsenen Stamm wieder gebunden ist. Ebenso muss ein Photovoltaik-Modul zunächst einmal die Energie erzeugen, die u. a. für Produktion, Transport und Installation eingesetzt werden muss.

Die dezentrale Gewinnung regenerativer Energie verringert die Abhängigkeit von endlichen fossilen Brennstoffen und stützt eine autarke, selbstbestimmte Versorgungsstruktur.

Die (energetische) Nutzung nachwachsender Rohstoffe stärkt die Land- und Forstwirtschaft und damit auch die ländlichen Räume, soweit diese entsprechend eigenständig organisiert sind. Anbau und Nutzung von Biomasse trägt dazu bei, land- und forstwirtschaftliche Methoden zu entwickeln und zu tradieren. Die energetische Nutzung kann positive Synergien bei der Reststoffverwertung und Entsorgung entfachen. Bioenergie ist dauerlastgeeignet, aber auch regelbar, die benötigten Rohstoffe sind transport- sowie lagerfähig. Dies ermöglicht unter anderem eine Standort- und Betriebsoptimierung für Kraftwerke. Allerdings kann ein verstärkter Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung durch Intensivierung des Anbaus deutliche Auswirkungen auf die Umwelt haben (verstärkte Schadstoffeinträge, Wieder- oder Umnutzung von Extensivflächen, Monokulturen).

Der Effekt einer Stärkung ländlicher Räume gilt bei entsprechender Realisation und Organisation auch für die Photovoltaik, insbesondere in der Freifläche, für deren Nutzung im ländlichen Raum das entsprechende Flächenpotenzial gegeben ist. Sie ist mit verhältnismäßig geringem Aufwand einsetzbar und lässt sich zudem auch sehr variabel auf die jeweiligen Investitionsmöglichkeiten abgestimmt dimensionieren. Sie bietet sich

bevorzugt als Nutzungsform für Räume an, bei denen eine Extensivierung der Bewirtschaftung erwünscht ist oder sie aufgrund schwieriger Rahmenbedingungen eine willkommene Ergänzungs- oder auch mittelfristige Zwischennutzung darstellt (Brach-/Konversionsflächen, Deponien, Lärmschutzwälle etc.). Da Photovoltaik allerdings aufgrund hoher Witterungs- sowie Tageszeitabhängigkeit höchst fluktuierende Erträge liefert, ist ein ungebremsster Ausbau ohne entsprechende Berücksichtigung der Bedarfsstruktur bzw. der Speichermöglichkeiten zu vermeiden.

Bei einer Beplanung (begrenzt) verfügbarer Flächen sollte jedoch auch das Kriterium „Flächenproduktivität“ in Verbindung mit einer zeitlich differenzierten Bedarfsstruktur eine wesentliche Rolle spielen. Hier seien nur im Vergleich die oben ermittelten Werte angeführt, dass pro Hektar Fläche über Biogasverstromung (Maissilage) rund 17–19 MWh pro Jahr erzeugt werden können, über Photovoltaik-Anlagen in der Freifläche jedoch mit ca. 395 MWh/a etwa das 200-Fache. Eine Bewertung, welche Nutzungen in der Gesamtschau die jeweils sinnvollste ist, erfordert ein ganzheitlich ermitteltes Energiekonzept, das, unter Einbettung in den Gesamtrahmen, regionale Besonderheiten berücksichtigt (vgl. ARL 2012).

Selbst wenn eine wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit der jeweiligen erneuerbaren Energien gegeben sein sollte, besitzt die Förderkulisse weiterhin entscheidende Bedeutung für eine Steuerung der jeweiligen Projekte. Diese Steuerung sollte jedoch nicht nur eine Realisation in erwünschten Räumen bewirken, sondern auch weitere Zielsetzungen berücksichtigen. So können, z. B. über eine an Projektgrößen gekoppelte Förderkulisse, Effekte wie beschleunigter Ausbau oder Wertschöpfung vor Ort gezielt beeinflusst werden.

Da es sinnvoll erscheint, die Wertigkeit der jeweiligen Zielrichtungen regional angepasst setzen zu können, sollten auch Fördermittel entsprechend differenziert eingesetzt werden können. Dies erfordert als Grundlage für eine substantielle Bewertung ohne zu starke Beeinflussung durch lokale Interessen ein entsprechend übergeordnet und umfassend ermitteltes regionales Energiekonzept (vgl. ARL 2012).

Literatur

- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2012): „Zugspitz-Thesen“: Klimawandel, Energiewende und Raumordnung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL, Nr. 90.
- Bayerische Staatsregierung (2011): Bayerisches Energiekonzept „Energie Innovativ“. München.
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2011): Daten zur Energiewende. München. Online unter: http://www.statistik.bayern.de/medien/statistik/bauenwohnen/energiewende_daten_neu.pdf (letzter Zugriff am 06.12.2012).
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2007): Biogashandbuch Bayern – Materialienband. Augsburg. Online unter: <http://www.lfu.bayern.de/abfall/biogashandbuch> (letzter Zugriff am 06.12.2012).
- Biogas Forum Bayern (2010): Silomais für die Biogasproduktion. Freising.
- BMELV – Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland, Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung. Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Erneuerbare Energien in Zahlen. Berlin.

- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Raumverträgliche Bioenergiebereitstellung. Steuerungsmöglichkeiten durch die Regionalplanung. Berlin. = BMVBS-Online-Publikation, Nr. 29/2010.
- Buckermann, W.A.; Kailer, J. (2012): Biokraftstoffe der dritten Generation – die Zukunft einer nachhaltigen Kraftstoffversorgung? In: Erdöl – Erdgas – Kohle 2, 60-66.
- DBV – Deutscher Bauernverband (2011): Situationsbericht 2011 des Deutschen Bauernverbandes. Berlin.
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2012): Basisdaten Bioenergie Deutschland, August 2012. Gülzow-Prüzen.
- Havran, T. (2011): Mikrobiogasnetze – Technik. In: Energie Wasser-Praxis 62, 5, 12-15.
- Heffels, T.; McKenna, R.; Fichtner, W. (2011): Biomethaneinpeisung in Deutschland. In: BWK – Das Energie-Fachmagazin 63, 10, 20-26.
- Lödl, M.; Kerber, G.; Witzmann, R.; Hoffmann, C.; Metzger, M. (2010): Abschätzung des Photovoltaik-Potentials auf Dachflächen in Deutschland. 11. Symposium Energieinnovation 10.-12.02.2010, Graz.
- Seyfert, U.; Bunzel, K.; Thrän, D.; Zeddies, J. (2011): Biomassepotenziale aus dem Energiepflanzenanbau in Deutschland. In: Informationen zur Raumentwicklung 5/6, 287-295.
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2009): Gesamtkonzept Nachwachsende Rohstoffe in Bayern. München.
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2011): Agrarbericht 2010. München.
- StMI – Bayerisches Staatsministerium des Inneren (2003): Großflächige Photovoltaikanlagen im Außenbereich, IMS Az. IIB5-4112.79-002/02, 05.09.2003.
- StMI – Bayerisches Staatsministerium des Inneren (2009): Freiflächen-Photovoltaikanlagen, IMS Az. IIB5-4112.79-037/09, 19.11.2009.
- StMI – Bayerisches Staatsministerium des Inneren (2011a): Freiflächen-Photovoltaikanlagen, IMS Az. IIB5-4112.79-037/09, 14.01.2011.
- StMI – Bayerisches Staatsministerium des Inneren (2011b): Bauplanungsrechtliche Beurteilung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, IMS Az. IIB5-4112.79-048/11, 02.12.2011.
- StMWIVT – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2010): Bayerischer Solaratlas. München.
- Volz, H. (2010): Photovoltaik-Anlagen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen – Sicht der Landwirtschaft. Vortrag zur Tagung „Photovoltaik-Anlagen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen“ am 14.07.2010 in Niederalteich. Online unter: http://www.pv_anlagen_landwirtschaft.pfd (letzter Zugriff am 06.12.2012).
- Wacker, A.; Porsche, L. (2011): Alles im grünen Bereich? Bioenergie: Beitrag zu bundespolitischen Zielen und Anforderungen an die räumliche Entwicklung. In: Informationen zur Raumentwicklung 5/6, 265-277.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.

Autor

Dr. **Sebastian Wagner** (*1965) studierte Geologie-Paläontologie (Dipl.) an der Ludwig-Maximilians-Universität in München und promovierte auch dort. Nach freiberuflicher Tätigkeit sowie mehrjähriger Projektbearbeitung am Landesamt für Wasserwirtschaft arbeitete er 10 Jahre am Geologischen Landesamt im Bereich der Rohstoffgeologie. Seit 2005 ist er an der Regierung von Oberbayern in der Regional- und Landesplanung tätig, seit 2007 unter anderem als Regionsbeauftragter für die Planungsregion Ingolstadt.