

„Masterplan Solarcity“ umfassende Vorschläge zur Aktivierung der Stadtgesellschaft entwickelt [Styri-Hipp et al. 2019], um langfristig in Berlin auf einen Anteil von 25% lokal erzeugtem PV-Strom zu kommen. Auf Basis einer Hemmnisanalyse werden für verschiedene Planungsphasen und Zielgruppen (z.B. Handwerk, Architekturbüros, Wohnungseigentümergeinschaften, öffentliche Gebäude, etc.) insgesamt 27 spezifische Maßnahmen empfohlen (insbesondere Kampagnen, Förderprogramme, Ausbildung, Beratung, Information, Denkmalschutz, Ordnungsrecht u.a.).

**Insgesamt erscheint eine langfristige Erhöhung des PV-Anteils in Richtung 25% nur im Zusammenwirken der politischen Akteure im Bund, im Land und in München möglich.**

Da das PV-Potenzial somit von nicht absehbaren technologischen Veränderungen sowie politischen Entscheidungen abhängt, ist es methodisch nicht seriös möglich, eine Einschätzung für das *zukünftige* faktische PV-Potenzial einer Stadt abzugeben. Es können lediglich folgende Feststellungen getroffen werden:

- Bei Fortschreibung des erkennbaren Trends und ohne gravierende Veränderungen der ökonomischen, technologischen und rechtlichen Rahmenbedingungen wird die in München installierte PV-Kapazität auch bis 2025 und darüber hinaus keine quantitativ relevante Rolle für die Stromversorgung Münchens spielen (s.o. Abbildung 3).
- Nur bei einer sehr ambitionierten Weiterentwicklung der politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen und weiteren technologischen Fortschritten wären – in allen denkbaren Abstufungen, je nach Ambitionsgrad der politischen Steuerung – realisierbare Potenziale zwischen den beiden oben genannten Extremen – Fortschreibung des bisherigen geringen Wachstums bis hin zu langfristigem PV-Wachstum auf bis zu 25% des Strombedarfs der Stadt – vorhanden. **Bei einer – heute noch nicht für Bayern erkennbaren – sehr ambitionierten Weiterentwicklung der (landes-)rechtlichen und kommunalen Rahmenbedingungen erscheint ein langfristiges Wachstum der PV-Stromproduktion auf bis zu 25% des Strombedarfs der Stadt denkbar.**<sup>18</sup>

## Potenzial Bayern

Der PV-Ausbau verlief in Bayern – insbesondere durch Freiflächenanlagen – deutlich dynamischer als im Münchener Stadtgebiet: Im Jahr 2017 konnten mit den bisher installierten

<sup>18</sup> Dieser Aussage liegt keine eigene Erhebung des Potenzials zugrunde, sondern eine Abschätzung des aus heutiger Sicht höchsten plausiblen solaren Anteils, der unter Übertragung der zitierten Ergebnisse aus Studien für andere Städte abgeschätzt wurde. Dies entspräche einer vollständigen Realisierung des von der FfE genannten technischen Potenzials. Aufgrund individueller Unterschiede zwischen den Städten ist diese Übertragung methodisch angreifbar, so dass der Wert lediglich einen groben Anhaltspunkt darstellt, der im Einzelnen überprüft werden müsste.

knapp 12 GW PV-Leistung (2018: ca. 12,5 GW) rechnerisch gut 13% des Bruttostrombedarfs des Landes gedeckt werden (Energieatlas Bayern 2019). Damit verfügt Bayern über ca. ein Viertel der insgesamt in Deutschland installierten PV-Leistung.

Der Freistaat hätte nach den oben zitierten Untersuchungen der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft [FfE 2018b] und [Tröndle et al. 2019] sogar ein ausreichend großes technisches Potenzial zur bilanziellen Vollversorgung mit PV-Strom. Dies gilt sogar unter Berücksichtigung der derzeit rechtlich möglichen Flächenkulisse. Laut [FfE 2019] besteht ein PV-Potenzial in Bayern von 40 GW (Dachanlagen) und 479,3 GW (Freiflächenanlagen). Das entspräche zusammen etwas mehr als 500 TWh Stromerzeugung aus PV pro Jahr. Zum Vergleich: Der Stromverbrauch des Bundeslandes liegt heute in der Größenordnung von 80 TWh/a.<sup>19</sup>

Limitierender Faktor für den weiteren PV-Ausbau auf Landesebene ist die Finanzierung aus dem EEG. Da ein großvolumiger Ausbau von Freiflächen-PV ohne EEG-Vergütung mittels PPA (Power Purchase Agreement) in der heutigen Marktsituation nicht wirtschaftlich darstellbar wäre und auch die Möglichkeit der Eigenstromnutzung bei Freiflächenanlagen limitiert ist, bedarf es in der Regel einer Förderung mittels Marktprämie oder Einspeisevergütung aus dem EEG. Die Begrenzung der Kapazitäten, die jährlich in die wettbewerbliche Ausschreibung der Marktprämie gehen, wirkt daher bremsend.

Unter der Voraussetzung, dass der bisherige „52-GW-Deckel“ abgeschafft wird und die Menge der jährlichen PV-Ausschreibungen deutlich ansteigt, ist langfristig eine bilanzielle Vollversorgung des Freistaats allein mit PV theoretisch denkbar. Hierzu müsste die installierte PV-Leistung in Bayern bei unterstellter Stagnation des Stromverbrauchs gegenüber heute um den Faktor 6 auf ca. 80 GW ausgebaut werden. Allerdings ist dies aus mehreren Gründen nicht zu erwarten. Zum einen ist fraglich, ob die Akzeptanz für den dafür nötigen starken Ausbau der Freiflächen-PV vorhanden ist. Zum anderen würde sich damit der Anteil Bayerns an der bundesdeutschen PV-Kapazität stark erhöhen. Für die sektorübergreifende Dekarbonisierung des Energiesystems ist ein PV-Anteil von 20 bis 25% an der Energieversorgung kosteneffizient und zielführend [Fraunhofer ISE 2013 und 2015]. Bei einem deutschen Energiebedarf von heute ca. 556 TWh/a entspräche dies einer PV-Kapazität von 137 GW in ganz Deutschland.<sup>20</sup> Es erscheint weder realistisch noch energiewirtschaftlich zielführend; in Bayern künftig mehr als die Hälfte dieser Kapazität zu errichten. Geht man davon aus, dass in Bayern weiterhin rund ein Viertel der installierten PV-Kapazität in Deutschland errichtet wird und der PV-Anteil am (stagnierenden) deutschen Gesamtstrombedarf langfristig auf 25% ausgebaut wird, beträgt die künftige PV-Kapazität in Bayern dann 34 GW. [Öko-Institut und Prognos 2018] gehen in ihrem

---

<sup>19</sup> Bayerisches Landesamt für Statistik, [www.statistik.bayern.de/statistik/bauen\\_wohnen/energie/index.html](http://www.statistik.bayern.de/statistik/bauen_wohnen/energie/index.html).

<sup>20</sup> Die zitierten Studien gehen aufgrund einer starken Elektrifizierung der Sektoren Wärme und Mobilität von einer deutlichen Steigerung des Strombedarfs aus. Bei einem zukünftigen Energiebedarf von mehr als 1300 TWh/a in Deutschland wäre eine installierte PV-Leistung von 200 bis 400 GW anzuvizieren. Dies ändert allerdings nichts am beschriebenen Verhältnis zwischen dem PV-Ausbau in Bayern und dem Rest der Bundesrepublik.

Energiewendeszenario für den WWF für eine vollständige Dekarbonisierung Deutschlands für Bayern von einer installierten PV-Leistung in Höhe von 39 GW in 2050 aus (2035: 26 GW); ein weiteres dort untersuchtes Szenario mit dem Fokus auf PV (und deutlich weniger Windkraft) geht sogar von einem PV-Ausbau in Bayern auf 106 GW aus.

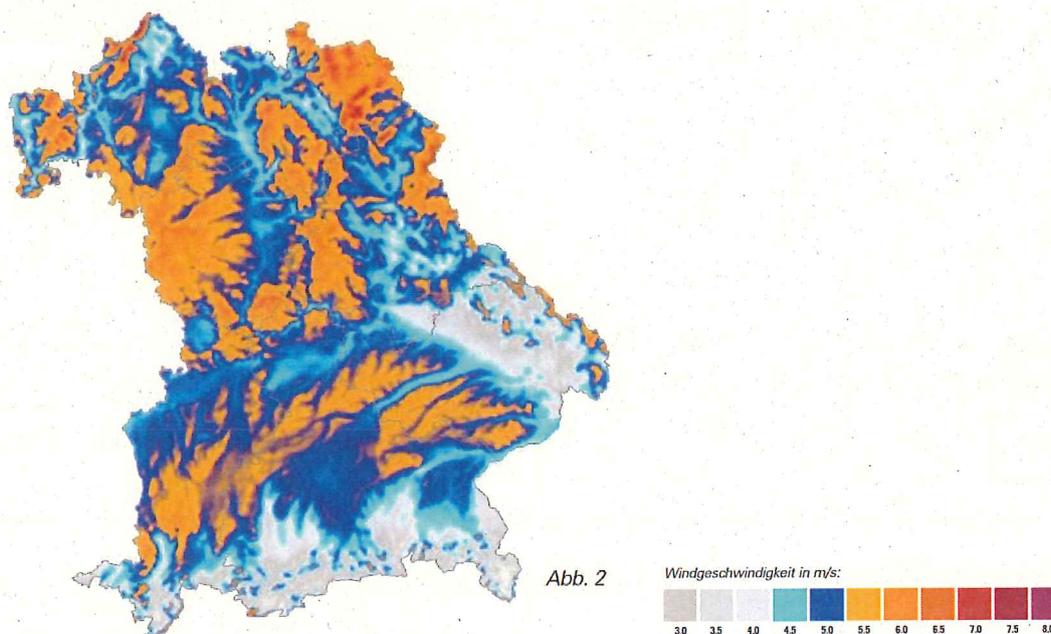
Allerdings liegen wegen des quantitativ beschränkten Ausbaupfades im EEG aktuell nicht die erforderlichen Rahmenbedingungen für einen entsprechenden PV-Ausbau vor. Selbst wenn der 52-GW-Deckel im EEG wie erwartet aufgehoben wird, könnte mit dem gesetzlichen Ausbaupfad in Höhe von 2,5 GW/a bis 2025 und einem auf Bayern entfallenden Anteil von 25% dieser Leistung nur im Umfang von ca. 3 GW zusätzliche PV-Kapazitäten im Freistaat geschaffen werden. Um die Lücke zur Zielerreichung der SWM-Ausbauoffensive bis 2025 mit Investitionen in neue bayerische PV-Anlagen zu schließen, müssten die SWM mehr als die Hälfte davon errichten. Wie bereits in der Vergangenheit ist auch dies angesichts der Kleinteiligkeit des dezentralen PV-Ausbaus und aufgrund eines regen Wettbewerbs bei der PV-Projektentwicklung jedoch keine realistische Option.

### D.3 Wind

Auf der Ebene des Stadtgebiets von München sind aufgrund der dichten Bebauung ausweislich der bereits oben zitierten Potenzialanalysen keine relevanten zusätzlichen Kapazitäten für Windkraftanlagen vorhanden.

Betrachtet man das Potenzial in Bayern, so gibt es von technischer und wirtschaftlicher Seite her relevante Potenziale für zusätzliche Windkraftanlagen.

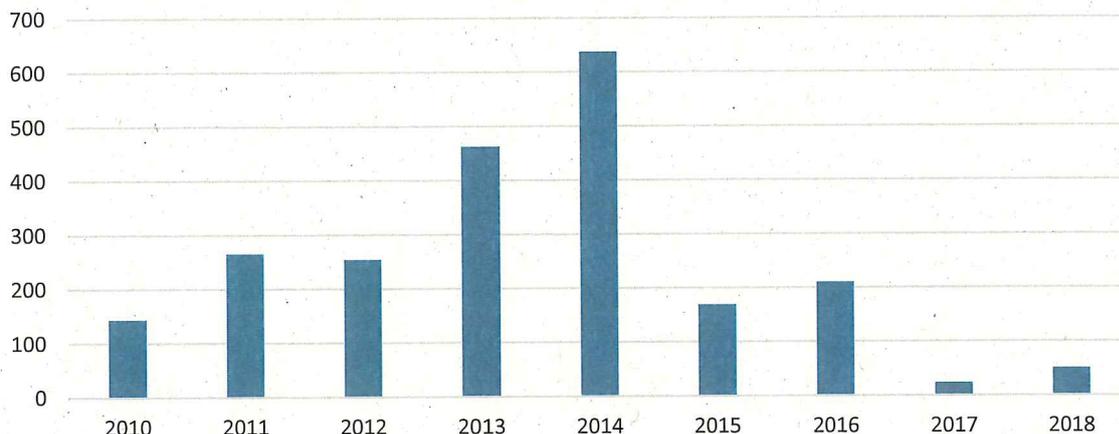
**Abbildung 4: Windgeschwindigkeit in 130 m Höhe über Grund**



Quelle: Bayerischer Windatlas 2019

Diese Potenziale können jedoch aufgrund der in Bayern 2014 in Kraft getretenen Regelungen zum Mindestabstand zur Wohnbebauung („10H-Regelung“ der Bayerischen Bauordnung) nicht gehoben werden. Der Neubau von Windkraftanlagen ist in der Folge stark gebremst worden.

**Abbildung 5: Jährliche neue Genehmigungen für WEA in Bayern (MW)**

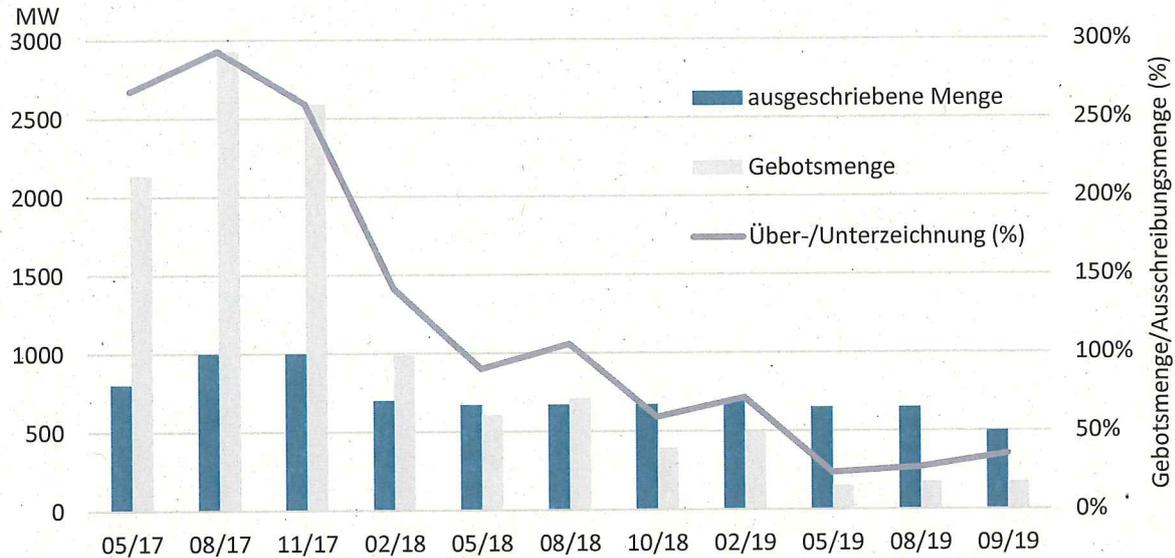


Quelle: Plappert et al. [2019]

Es kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass sich in absehbarer Zukunft die Möglichkeit zum Ausbau relevanter Mengen neuer Windkraftanlagen ergibt. Als Konsequenz haben die SWM die 2012 gegründete Gesellschaft SWM Bayernwind GmbH bereits nach wenigen Jahren Geschäftstätigkeit liquidiert, da nur noch eine geringe Erfolgsaussicht für das Geschäftsziel bestand, größere Windkraftprojekte in Bayern zu akquirieren, planen und umzusetzen.

Auch im übrigen Deutschland sind die Investitionsbedingungen und tatsächlichen Möglichkeiten zum Bau von Windkraftanlagen mittlerweile so schlecht geworden, dass der angestrebte Wachstumspfad nicht erreicht werden kann.

Abbildung 6: Über-/Unterzeichnung der Ausschreibungsmengen Onshore-Wind



Quelle: Bundesnetzagentur<sup>21</sup>

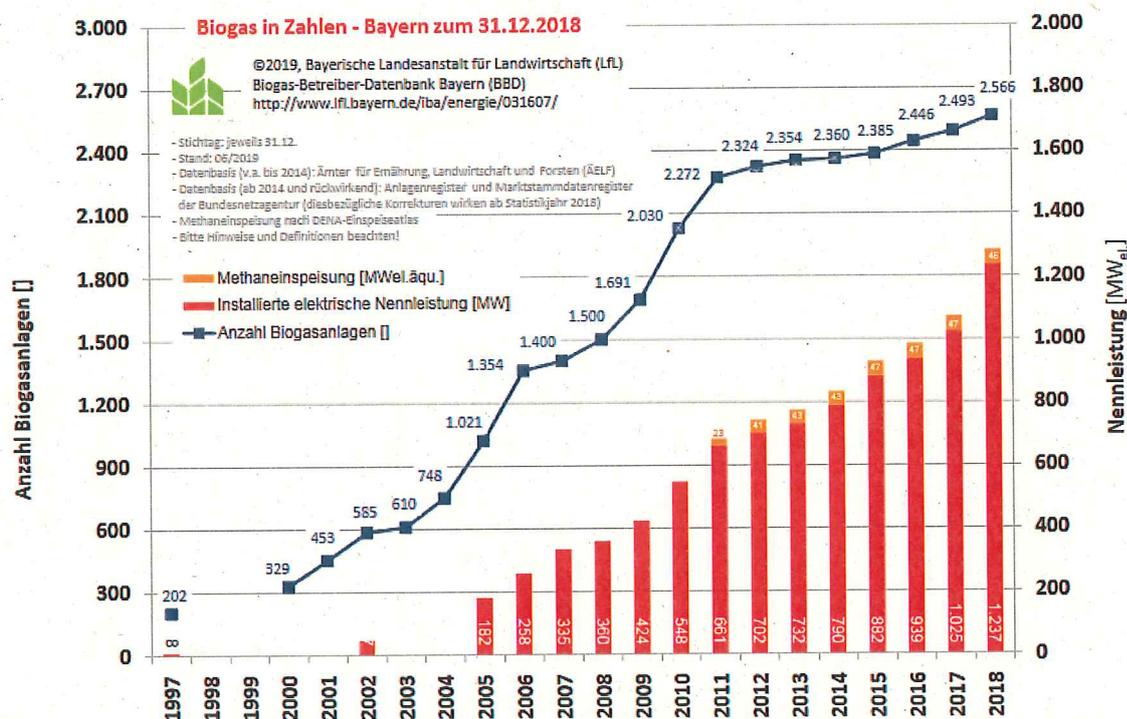
Während in 2017 in den Ausschreibungen jeweils mehr als das Doppelte der ausgeschriebenen Menge von Projektentwicklern angeboten wurde, waren 2019 die Ausschreibungen für Onshore-Wind immer um mehr als die Hälfte unterzeichnet.

#### D.4 Biomasse

Im gesamten SWM-Versorgungsgebiet sind aktuell insgesamt 20 Biomasse-Anlagen in Betrieb; diese produzieren jährlich rund 22 GWh Strom [Landeshauptstadt München 2017]. In ganz Bayern beträgt die installierte Kapazität rund 1,2 GW [LfL 2019].

<sup>21</sup> [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Ausschreibungen/Wind\\_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Wind_Onshore/BeendeteAusschreibungen/BeendeteAusschreibungen_node.html)

Abbildung 7: Installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen in Bayern



Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Die Studie des [Öko-Institut 2007], die von den SWM als wissenschaftliche Grundlage der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien in Auftrag gegeben wurde, hat seinerzeit ein relevantes Potenzial der Stromerzeugung mit Biomasse aus dem Münchner Umland angenommen.

Aus heutiger Sicht ist allerdings fraglich, ob und inwieweit es noch weiteres umsetzbares und auch faktisches Potenzial zur Stromproduktion aus Biomasse gibt. Das technische Potenzial beträgt laut [LfL 2013] in ganz Bayern jährlich gut 3 TWh. Aufgrund der vergleichsweise hohen Stromgestehungskosten ist dieses technische Potenzial unter heutigen Marktgegebenheiten nur bei Inanspruchnahme von Förderung nach dem EEG wirtschaftlich erschließbar.

Die Ausschreibungsmengen für Biomasse im EEG sehen für die Jahre 2020 – 2022 lediglich eine jährliche Ausschreibungsmenge von 200 MW für das gesamte Bundesgebiet vor (EEG 2017, §4). Da in den nächsten Jahren viele Biogasanlagen aus der EEG-Förderung fallen und im Falle einer nicht erfolgreichen Teilnahme an den Ausschreibungen zur Anschlussfinanzierung stillgelegt werden müssen, reichen die nach dem EEG ausgeschriebenen Mengen nicht aus, um netto relevante zusätzliche Strommengen zu erzeugen. Das EEG zielt bei der Biomasse-Verstromung heute vorrangig darauf, den Betrieb vorhandener Biogasanlagen zu flexibilisieren.

Diese gesetzliche Ausgangslage reflektiert, dass aus energiesystemischer Sicht kontrovers diskutiert wird, inwieweit zusätzliche Biomasse zukünftig in die Stromerzeugung gehen sollte. Laut [Fraunhofer IWES 2017] ist in Deutschland bis 2030 keine Erhöhung der aus Biomasse

erzeugten Strommenge anzustreben und zu erwarten. Anzustreben sei jedoch eine deutliche Aufstockung der installierten Leistung, um die Anlagen künftig nicht mehr im Grundlastbetrieb zu fahren, sondern zur Abdeckung des Strombedarfs in Zeiten mit wenig Strom aus Wind und Sonne. Das Potenzial zum Ausbau der Biomasse-Nutzung wird vorrangig in Sektoren gesehen, die nicht einfach mit Strom dekarbonisiert werden können, z.B. im Güter- und Flugverkehr und in industriellen Prozessen.

Dementsprechend erhöht die in Abbildung 7 dargestellte Steigerung der installierten Leistung auch in der Praxis weder ihren Substratverbrauch noch ihre jährlich eingespeiste Strommenge [LfL 2019]. Vor diesem Hintergrund dürfte quantitativ kein relevantes Ausbaupotenzial für Strom aus regionaler Biomasse bestehen.

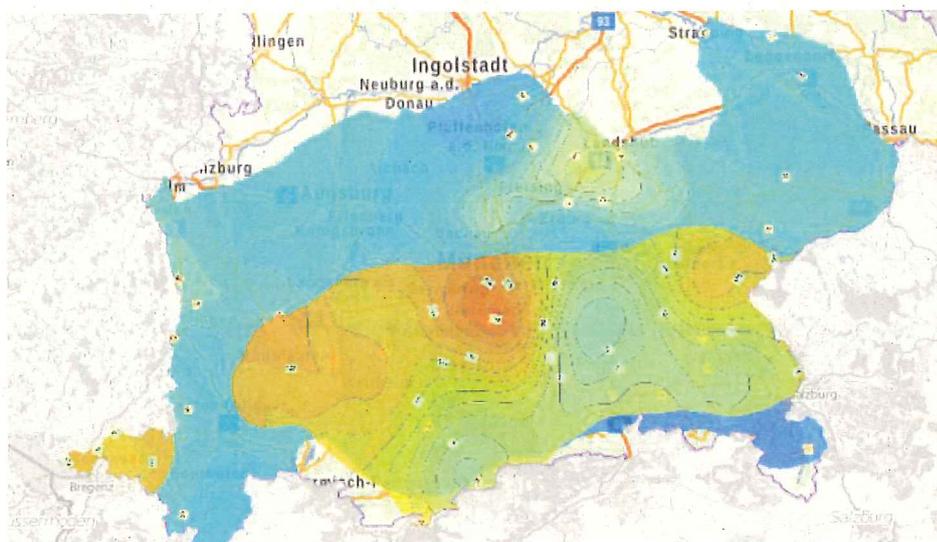
## **D.5 Wasserkraft**

Das Potenzial zur Steigerung der Stromerzeugung aus Wasserkraft ist in Deutschland als überschaubar anzusehen, da Leistungserhöhungen i.d.R. nur punktuell an bestehenden Kraftwerken erfolgen können und Neubauten durch die Auflagen zur Erfüllung der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie nur selten mit nennenswerter Leistung umgesetzt werden können. So werden für große Wasserkraftanlagen (ohne Pumpspeicher) bundesweit ein wirtschaftlich realisierbares Potenzial von 2,7 TWh und für kleine und mittlere Anlagen von 0,6 TWh berechnet [BMU 2010]. Für Bayern wird das Potenzial der zwei größten Wasserkraftwerksbetreiber auf maximal ca. 1 TWh/a geschätzt [e.on / BEW 2009]. Die SWM sind bereits in Projekte für neue Laufwasserkraftwerke am Westerhamer Wehr und, gemeinsam mit den Bayerischen Landeskraftwerken, am Volkmannsdorfer Wehr engagiert. Auch die Möglichkeit eines Kleinwasserkraftwerks auf dem Gelände des Tierparks Hellabrunn wird untersucht.

## **D.6 Geothermie**

Die Potenziale zur energetischen Nutzung von Geothermie sind in der Region um München sehr gut (vgl. Abbildung 8). Jedoch besteht auch hier wie bei den Flächen für Solarenergie eine teilweise Nutzungskonkurrenz zwischen Wärme und Strom. Die SWM haben sich sehr klar für die Nutzung der geothermischen Potenziale in und um München zur Wärmeerzeugung entschieden, um den Wärmesektor sukzessive auf erneuerbare Energie umzustellen (vgl. Exkurs: Fernwärme-Vision 2040 auf Seite 8). Eine stärkere Verstromung der geothermischen Wärme ginge daher zulasten der Dekarbonisierung der bislang noch stark von fossilen Energieträgern, einschließlich Kohle, geprägten Fernwärme, was aus klimapolitischer Sicht kontraproduktiv wäre.

Abbildung 8: Temperaturverteilung im südlichen Bayern (blau hervorgehoben) in 3000m Tiefe



Quelle: [Energie-Atlas Bayern](#)

## D.7 Ergebnis

Das Potenzial zum Ausbau der erneuerbaren Energien ist im Stadtgebiet Münchens im Wesentlichen auf Photovoltaik beschränkt. Die anderweitig verfügbaren Potenziale fallen quantitativ nicht ins Gewicht. Die PV-Nutzung ist im Stadtgebiet auf Dachflächen sowie ggf. Doppelnutzungen anderweitig genutzter Flächen begrenzt. Das hierfür aus rein technischer Sicht verfügbare Potenzial ist erheblich und liegt – je nach Studie und Potenzialbegriff – zwischen 1.800 GWh/a und 5.000 GWh/a.

Dieses verfügbare Potenzial ist jedoch wegen verschiedener Hindernisse faktisch nur zu einem geringen Teil realisierbar. Bei Fortschreibung der bisherigen Entwicklung wird die in München installierte PV-Kapazität auch bis 2025 und darüber hinaus keine quantitativ relevante Rolle für die Stromversorgung Münchens spielen. Nur mit einer ambitionierten Weiterentwicklung der regulatorischen Rahmenbedingungen (z.B. verbindliche solare Dachnutzungspflichten, verbessertes Mieterstrommodell) und weiteren technologischen Fortschritten sind bis 2050 realisierbare Potenziale von bis zu 25% des Strombedarfs zu heben. Dieser Wert stellt eine Abschätzung des höchsten plausiblen PV-Anteils dar, dabei wurden Ergebnisse aus Studien zu anderen Städten auf München übertragen (siehe S. 22).

Insgesamt wird deutlich, dass München auch bei sehr ambitionierten Ausbauzielen langfristig von Stromimporten abhängig sein wird. Während inzwischen weitgehend unstrittig ist, dass die Bundesrepublik und das Land Bayern bei entsprechenden Rahmenbedingungen zu 100%



erneuerbar mit Strom versorgt werden können<sup>22</sup>, gilt gleiches nicht immer für kleinere geographische Einheiten.<sup>23</sup> Speziell in urbanen Räumen, wo Windenergie und Freiflächen-PV kaum in Frage kommen, bleibt die „Import-Export“-Beziehung zwischen Stadt und Land bestehen. Als die am dichtesten besiedelte Stadt Deutschlands hat München diesbezüglich besonders große Herausforderungen.<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Auf die sehr umfangreiche Literatur zu diesem Punkt, die schließlich auch Grundlage der aktuellen Gesetzgebung ist, kann hier nicht im Detail eingegangen werden. Siehe beispielhaft nur Fraunhofer ISE [2012, 2019b] sowie Fraunhofer ISI et al. [2017].

<sup>23</sup> Zur hier nicht näher analysierten Landesebene, siehe beispielhaft nur Jäger et al. [2016] (unzureichendes Wind-Potenzial in Baden-Württemberg), FfE [2018b] (ausreichendes PV-Potenzial in Bayern) und BMVI [2015] sowie weitere Quellen darin.

<sup>24</sup> Während der Nachteil der hohen Bevölkerungsdichte auch für die EE-Wärmeversorgung gilt, herrschen dort dank des guten Potenzials an tiefer Geothermie ungleich bessere Voraussetzungen; siehe Abschnitt D.6.



## E. Handlungsoptionen zur Fortsetzung der Ausbauoffensive

In der Einleitung wurde die Kritik an den Auslandsinvestitionen der SWM dargestellt. Vor diesem Hintergrund sowie angesichts der oben festgestellten Potenziale zum Ausbau der lokalen regenerativen Stromerzeugung soll in diesem Kapitel untersucht werden, inwieweit für die Vollendung der Ausbauoffensive eine veränderte Verteilung der Investitionen zwischen lokalen und internationalen Projekten sinnvoll ist.

Die Beantwortung dieser Frage muss sich mit verschiedenen Dimensionen befassen:

- **Klimapolitische Dimension:** Zur Bekämpfung der Klimakrise bedarf es möglichst schnell möglichst großer Reduktionen der Treibhausgasemissionen. Der Ort der Emissionsreduzierung ist dabei irrelevant. Der Faktor Zeit ist hingegen besonders wichtig (s.o.). Aus dieser Logik heraus sind Investitionen in erneuerbare Stromerzeugung möglichst dort zu verorten, wo pro investiertem Euro am schnellsten die größten Treibhausgas-Einsparungen erzielt werden können.
- **Wirtschaftliche Dimension:** Wie jedes Unternehmen können auch die SWM langfristig nur dann überleben, wenn ihre Investitionen sich wirtschaftlich tragen. Investitionen können daher i.d.R. nur in solche Stromerzeugungs-Projekte getätigt werden, die wirtschaftlich sind.
- **Kulturelle Dimension:** Die Energiewende wird teilweise als weit mehr als ein wirtschaftlich-technologischer Transformationsprozess verstanden, der möglichst kosteffizient umzusetzen ist, sondern beinhaltet demzufolge auch einen tiefgreifenden gesellschaftlichen Wandel. Zur DNA der Anti-AKW- und Energiewende-Bewegung in Deutschland gehört auch die Idee einer „Demokratisierung“ der Energieversorgung und einer „Energiewende von unten“. Diese Haltung richtete sich ursprünglich gegen die monopolartigen Strukturen in der Energiewirtschaft und der Konzentration der Energieerzeugung in wenigen, großen Kraftwerken. „Bürgerenergie“ sieht als Gegenentwurf eine möglichst dezentrale Energieerzeugung in „Bürgerhand“ vor. Jenseits der Frage, inwieweit dies energiewirtschaftlich effizient oder zielführend ist, prägt dieses Konzept auch heute noch das Bewusstsein. Dies zeigt sich beispielsweise in der Vielzahl von Bürgerenergie-Genossenschaften, „100%-EE-Regionen“, „energieautarker Gemeinden“ oder dem Wunsch vieler Haushalte nach „Energie-Autarkie“. In dieser historisch geprägten Dimension der Energiewende liegt ein wichtiger Grund für das grundsätzliche Misstrauen in kapitalintensive internationale EE-Großprojekte.

Diese unterschiedlichen Dimensionen sind bei der Diskussion der Handlungsmöglichkeiten der SWM zur Fortsetzung der Ausbauoffensive zu berücksichtigen.

### E.1 Lokaler Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung

In der obigen Potenzialuntersuchung wurde festgestellt, dass beim Ausbau der Aufdach-PV in München relevante zusätzliche Potenziale vorhanden sind, die derzeit noch durch restriktive

regulatorische Rahmenbedingungen begrenzt werden. Diese Potenziale können nicht von den SWM alleine gehoben werden, sondern bedürfen in erster Linie Aktivitäten der privaten und öffentlichen Gebäudeeigentümer. In der Potenzialuntersuchung ist deutlich geworden, dass die Einflussmöglichkeiten von Stadtwerken zur Vergrößerung der EE-Potenziale nur begrenzt vorhanden sind: Das technische, das wirtschaftliche, das akzeptable und das umsetzbare Potenzial können von kommunalen Stadtwerken kaum beeinflusst werden. Jedoch können Stadtwerke in einem – quantitativ überschaubaren – Rahmen dazu beitragen, das faktisch realisierbare Potenzial stärker auszuschöpfen.

Eine mögliche Rolle der SWM könnte darin bestehen, eine aktivierende Funktion gegenüber den Gebäudeeigentümern einzunehmen und durch die Vermarktung niedrigschwelliger Produkte, zu einer verstärkten Realisierung von PV-Anlagen in München beizutragen. Entsprechende Produkte würden einen besonderen Mehrwert für die (regionale) Energiewende bieten, weil damit der faktisch auszuschöpfende Anteil am verfügbaren Potenzial vergrößert wird und alle Zieldimensionen (klimapolitisch, wirtschaftlich, kulturell) adressiert werden.

Die Investition in regionale Anlagen und den Aufbau einer möglichst regionalen Energieversorgung bietet zudem eine Reihe von Vorteilen:

- Regionales Engagement steigert die lokale Wertschöpfung. Durch die räumliche Nähe von Erzeugung und Verbrauch kann sich – je nach konkreter Ausgestaltung – zudem der Importbedarf von Strom sowie der Bedarf an Transportkapazitäten (Stromnetzausbau) reduzieren.<sup>25</sup>
- Die SWM als kommunales Unternehmen haben einen „Heimvorteil“ bei der Umsetzung der Energiewende in der Region. Sie genießen als etabliertes, öffentliches Unternehmen einen Vertrauensvorschuss, verfügen über eine hohe Marktkenntnis und können hierdurch mit geringeren Transaktionskosten kalkulieren.
- Investitionen im Inland tragen nicht nur zur Erreichung der Ziele der Ausbauoffensive bei, sondern auch unmittelbar zu den Klimazielen der Bundesrepublik. Investitionen im Ausland in erneuerbare Energien werden nach den geltenden Bilanzierungsregeln dem jeweiligen Zielland zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen gegenüber der EU und der Weltgemeinschaft gutgeschrieben.

Vor diesem Hintergrund gehen die Aktivitäten der SWM für einen beschleunigten PV-Ausbau in der Region in die richtige Richtung. Die Stadtwerke evaluieren derzeit alle eigenen Dachflächen sowie jene der LHM in Hinblick auf ihre PV-Eignung. Darüber hinaus sollen bei allen Gebäudeneubauten und Dachsanierungen der SWM PV-Anlagen installiert werden. Weiterhin gibt es Planungen sowohl zum Bau als auch zum Kauf bestehender Freiflächenanlagen im Münchner Umland, die sich insgesamt auf über 40 MWp belaufen.

---

<sup>25</sup> Auf der anderen Seite können höhere Kosten wegen des ggf. notwendigen Bedarfs für den Verteilnetzausbau, von Stromspeichern oder anderer Flexibilitätsoptionen entstehen. Diese Aspekte werden hier nicht vertieft untersucht.



Konkrete Überlegungen gibt es schließlich auch zu innovativen PV-Projekten, und zwar ‚Floating PV‘ (schwimmende Solarmodule, möglicher Standort Moosburger Speichersee) und ‚Agrar-PV‘ (PV-Module über landwirtschaftlicher Anbaufläche, z.B. in Ismaning) – beides Technologien, die den Flächenverbrauch der EE reduzieren und somit Akzeptanz schaffen.

Über den Ausbau ihrer eigenen Erzeugungsanlagen hinaus unterstützen die SWM die Installation von PV-Anlagen durch andere Akteure in der Landeshauptstadt, sie bieten sich gewissermaßen als Multiplikator für den privaten PV-Ausbau an. Dies geschieht über zwei Produkte der SWM.

- Erstens sind seit 2016 die Produkte „M-Solar“ und „M-Solar Plus“ auf dem Markt, seit 2017 auch in der Version „M-Solar Business“ für Geschäftskunden. Hierbei handelt es sich um ein Bündel an Leistungen, die Kunden bei der Einrichtung und dem Betrieb ihrer eigenen PV-Anlage unterstützen. Als „Rundum-sorglos-Paket“ bieten die SWM gemeinsam mit einigen lokalen Partnerunternehmen die nötige Hardware (PV-Module, Steuerung, bei Bedarf auch Speicher und Ladestationen für E-Autos), Software (Energiemanagementsystem), Installation, Netzanschluss und den Service an. Dieses Angebot ist gut angenommen worden: Zum Ende des Jahres 2019 nähert sich die Gesamtkapazität der mit Hilfe dieses Produkts installierten PV-Anlagen 2 MWp – und übertrifft damit die Kapazität der SWM-eigenen Anlagen. Dieser Erfolg wird auch getragen von der finanziellen Unterstützung durch das Münchner Förderprogramm Energieeinsparung und das Bayerische PV-Speicher-Programm. Die SWM unterstützen jeweils die Antragstellung.
- Zweitens wurde zum Ende des Jahres 2019, zunächst als Pilotprojekt, der Markteintritt des Produkts „M-Solar Sonnenbausteine“ vorgenommen. Dieses Angebot richtet sich an Menschen, die die lokale Energiewende vorantreiben wollen, aber keine eigene Dachfläche zur Verfügung haben. In dieser Form der Bürgerbeteiligung geben die Kundinnen und Kunden den SWM ein fünfjähriges Darlehen (ein „Sonnenbaustein“ entspricht € 500 Darlehenssumme) und beziehen gleichzeitig das Ökostromprodukt „M-Sonnenstrom“. Die SWM investieren die Sonnenbausteine in neue PV-Anlagen in München und Umgebung und beliefern die Kunden mit Strom aus diesen Anlagen, was über Regionalnachweise sichergestellt wird.

Am 2. Oktober 2019 machte der Münchner Stadtrat den Weg für die SWM frei, in den nächsten fünf Jahren deutschlandweit für einen mittleren zweistelligen Millionenbetrag bis zu 12 bestehende Solarparks zu kaufen. Die SWM rechnen dank ihrer Erfahrung damit, solche Anlagen über das Ende der Förderung hinaus besser als die bisherigen Eigentümer betreiben zu können, die angesichts der Erlörisiken die Anlagen möglicherweise vom Netz nehmen müssten.

## E.2 Lokale erneuerbare Wärmezeugung

Im Vergleich zum Strombedarf ist der Wärmebedarf in München (Erdgas, Heizöl, Fernwärme) laut [Energieatlas Bayern] mit 15 TWh rund doppelt so hoch. Der Fernwärmesektor in München hat eine Größenordnung von rund 4 TWh/a und ist damit gut halb so groß wie der Stromabsatz in München. Dies unterstreicht die hohe Relevanz der Fernwärme-Vision 2040 der SWM für den lokalen Klimaschutz in München. Das damit bis 2040 avisierte Ziel zur Klimaneutralität der Fernwärme in München überwiegend aus lokaler Geothermie übersteigt das oben ermittelte Potenzial zur lokalen Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien deutlich. Der neben der Umstellung der Wärmezeugung beabsichtigte deutliche Aus- und Umbau des Fernwärmenetzes steigert die Bedeutung dieses Vorhabens weiter. Im Vergleich zur Stromerzeugung hat die Wärmezeugung mit erneuerbaren Energien somit eine höhere Bedeutung für die Stadt und sollte entsprechend mit hoher Priorität weiterverfolgt werden.

## E.3 Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung im Ausland

### Die Wurzeln der Kritik

Die Investitionen der SWM in Anlagen im Ausland stoßen zum Teil auf erhebliche Vorbehalte. Bereits oben wurde darauf hingewiesen, dass viele dieser Vorbehalte womöglich ihren Ursprung in der kulturellen Verankerung der Energiewende in der Ökologie-Bewegung haben. In Abgrenzung zum damaligen monopolisierten, zentralistischen, von wenigen Konzernen gesteuerten atomar-fossilen Energiesystem wurden neben einer Zuwendung zu regenerativen Energien auch die damit verbundenen Ideen der Dezentralität („Energiewende vor Ort!“), Kleinteiligkeit („Small is beautiful!“) und Bürgerenergie („Energie in Bürgerhand!“) geboren.

Die SWM standen in dem seit den 1970er Jahren andauernden Konflikt als kommunales Unternehmen zwar nicht völlig auf einer Ebene mit den „geborenen Gegnern“, den großen Energiekonzernen, jedoch auch lange nicht auf derselben Seite wie die frühen Verfechter der Energiewende. Dies mag zu einem andauernden Misstrauen gegenüber den SWM bei manchen Akteuren geführt haben.

Es soll daher im Folgenden der Versuch unternommen werden, losgelöst von den beschriebenen geschichtlichen Wurzeln der Energiewende und den noch bestehenden kommunikativen Verhärtungen, eine Bewertung der Auslandsinvestitionen durch die SWM anhand der aktuellen Herausforderungen der Klimakrise vorzunehmen.

### Klimaschutz als Prüfungsmaßstab für große überregionale und Auslandsinvestitionen

Der Maßstab, an dem die Auslandsinvestitionen im Folgenden gemessen werden, ist ihr Beitrag zum Klimaschutz. Damit wird die Energiewende auf ihr Kernanliegen reduziert. Dieses besteht darin, eine CO<sub>2</sub>-freie Wirtschaft zu schaffen, um die Erderhitzung auf ein noch erträgliches Maß zu begrenzen. Die anderen Werte wie lokale Dezentralität, Kleinteiligkeit und Bürgernähe sind bei näherer Betrachtung kein Selbstzweck, sondern haben ihre Berechtigung in ihrer dienenden Funktion, um das ursprünglich bestehende Oligopol des zentralistischen fossil-



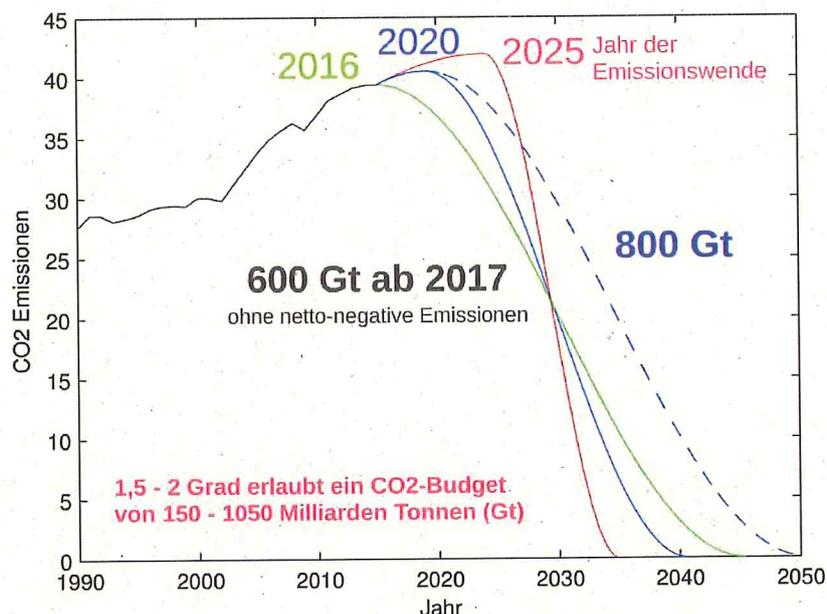
atomaren Energiesystems zu durchbrechen und damit den erneuerbaren Energien den Weg zu ebnen.

Lokale Dezentralität, Kleinteiligkeit und Bürgereigentum sind jedoch keine Werte an sich, sondern dienen nur einem übergeordneten Ziel: dem Ausbau der erneuerbaren Energien. Deutlich wird dies dadurch, dass Kleinteiligkeit und Dezentralität auch in anderen Wirtschaftsbranchen kein Selbstzweck sind. So wäre es volkswirtschaftlich erkennbar töricht, z.B. die Autoproduktion oder die Produktion von anderen komplexen Konsumgütern auf möglichst viele kleine Manufakturen im Privateigentum einzelner Personen an zahllosen Standorten verteilen zu wollen.

Misst man die Konzepte der lokalen Dezentralität, Kleinteiligkeit und der Bürgerfinanzierung an ihrem Beitrag zum Klimaschutz, so haben sie eine Berechtigung, soweit sie dem Ausbau der Erneuerbaren dienen. Stehen sie hingegen dem Ausbau der erneuerbaren Energien im Weg, spricht nichts dafür, sie als eigenständiges Ziel weiterzuverfolgen.

### **Beschleunigung der Energiewende**

Sehr lange wurde die gewaltige Dimension der Klimakrise unterschätzt. Noch immer ist vielen dabei die Bedeutung des Faktors Geschwindigkeit nicht bewusst. Je länger die Menschheit Treibhausgase in die Atmosphäre ausstößt, desto stärker reichern sich diese dort an. Je länger mit der Umsetzung wirksamer Maßnahmen gewartet wird, desto stärker steigen die Temperaturen, desto schneller nähert sich die Erde einer potenziell unkontrollierbaren Erhitzung um mehr als 2° C. Die globale Klimapolitik orientiert sich daher an einem Emissionsbudget, welches noch ausgestoßen werden darf, um das Risiko einer unkontrollierbaren Klimakrise zu vermeiden. Je später damit angefangen wird, die Emissionen zu reduzieren, desto schwerwiegender werden die Maßnahmen, die später ergriffen werden müssen, damit das 2°-Klimaziel noch eingehalten werden kann.



**Abbildung 9: Globales Treibhausgasbudget und Emissionspfade**

Exemplarische Emissionspfade mit einem Gesamtausstoß von jeweils 600 Gt CO<sub>2</sub>, aber unterschiedlichen Jahren, in denen der Wendepunkt erreicht wird. Gestrichelt: ein Beispiel mit 800 Gt CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Quelle: Prof. Stefan Rahmstorf, Creative Commons BY-SA 4.0

Es ist daher für den Klimaschutz unabdingbar, in möglichst kurzer Zeit möglichst hohe Reduktionen an Treibhausgasen zu bewirken. Hierzu können überregionale und Auslandsinvestitionen auf verschiedene Weise beitragen:

- **Ortsunabhängigkeit der Emissionseinsparungen:** Für die positive Klimawirkung des Ausbaus erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger Verdrängung fossiler Energien ist es unerheblich, wo dieser Umstieg stattfindet. Dies sollte als Chance begriffen werden, global mittels Arbeitsteilung die Energiewende zu beschleunigen. Eine in Norwegen erzeugte Kilowattstunde Strom, die in einem über das Stromnetz verbundenen anderen europäischen Land (z.B. Deutschland) eine fossile Kilowattstunde Strom verdrängt, hat die gleiche CO<sub>2</sub>-mindernde Wirkung wie eine Kilowattstunde aus einer lokalen PV-Anlage im Stadtgebiet von München.
- **Große Projekte, große Treibhausgas-Einsparungen:** Durch erneuerbare Großprojekte können auf einen Schlag große Mengen Energie klimaneutral erzeugt werden. Allein der mit SWM-Mitteln finanzierte Teil des Offshore-Windparks DanTysk erzeugt innerhalb eines Jahres mehr Energie als alle heute bestehenden PV-Anlagen in München (d.h. auch solche, die nicht im Eigentum der SWM stehen) zusammen in zwanzig Jahren produzieren können.
- **Mehr CO<sub>2</sub>-Einsparungen pro Euro:** Mit den knappen Ressourcen der SWM und anderer Investoren kann der größtmögliche Klimaeffekt dann bewirkt werden, wenn Erzeugungsanlagen dort in Europa finanziert und gebaut werden, wo sie am kostengünstigsten und schnellsten erneuerbaren Strom produzieren können. Dadurch

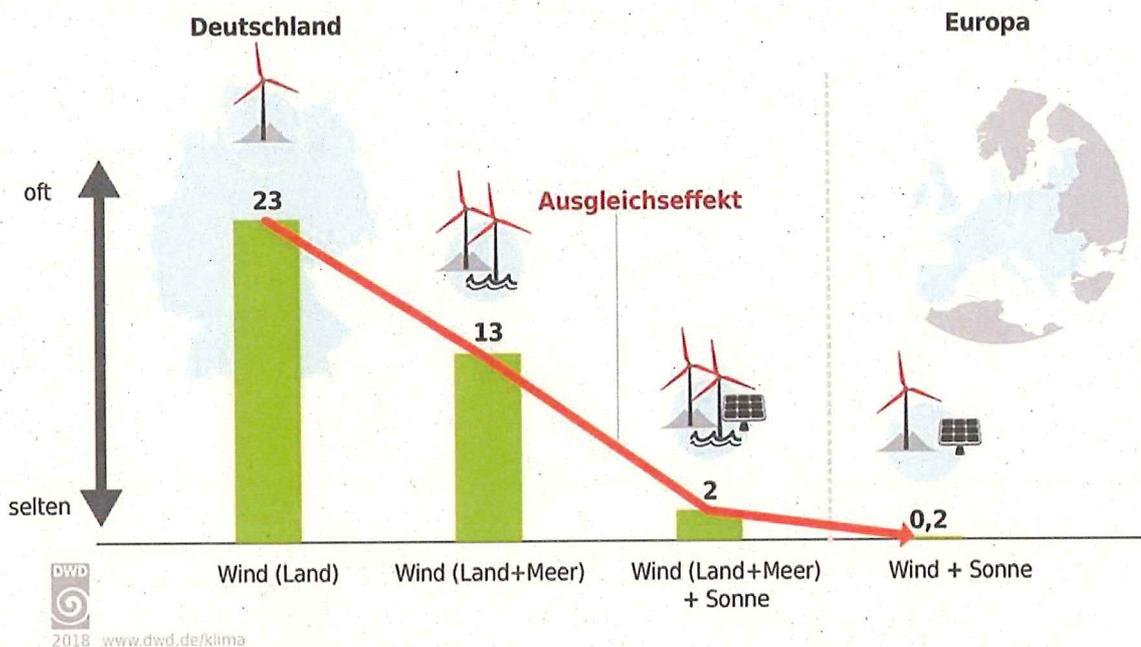


können insgesamt am meisten Anlagen gebaut werden und Strom aus fossilen und atomaren Kraftwerken wird am effektivsten verdrängt.

- **Große Projekte = große technologische Hebelwirkung:** Je größer die Anlagen, desto schneller verläuft die Kostendegression in den jeweiligen Technologien, desto schneller fallen die Preise auch für kleinere und Kleinstanlagen und desto schneller verläuft der Aufbau lokaler Kapazitäten.
- **Mangelnde lokale Flächenverfügbarkeit:** Die Belegung bestehender Dächer mit Photovoltaik ist die flächeneffizienteste Herangehensweise und sollte stets konsequent angestrebt werden. Der lokale PV-Ausbau ist jedoch für eine vollständige Energiewende bei weitem nicht ausreichend und in der Umsetzung viel zu langsam, da die Investitionsentscheidung beim Eigentümer der jeweiligen Liegenschaften liegt.
- **Niedrigere kWh-Kosten für große Anlagen:** Kleine Anlagen sind wegen der fixen Planungskosten besonders auf niedrige Materialkosten angewiesen: Der Aufwand für die Planung einer 100 kW Photovoltaikanlage ist nicht proportional niedriger im Vergleich zu einer 1 MW Anlage, sondern durchaus ähnlich. Insbesondere bei großen Windparks führt dieser Skaleneffekt zu einer erheblichen Kostensenkung und Risikominimierung für den Projektentwickler.
- **Schaffung finanzieller Spielräume für Innovationen und lokale Projekte:** Um eine Dekarbonisierung im Gesamtsystem der Energieversorgung so zügig wie möglich zu erzielen, brauchen Investoren Umsätze mit positiven Renditen, um diese auch in renditeschwache Erzeugung und zukünftige Geschäftsmodelle investieren zu können. Diese Renditen müssen künftig aus wirtschaftlich zu betreibenden großen erneuerbaren Einheiten stammen. Es sei an dieser Stelle insbesondere auf die großen finanziellen Herausforderungen hingewiesen, die eine langfristige Umstellung von erdgasgefeuerten Anlagen auf erneuerbar erzeugtes Methan mit sich bringen werden.
- **Systemstabilisierung und Versorgungssicherheit durch überregionale Energiewende:** Ein wesentlicher Paradigmenwechsel beim Umstieg auf erneuerbare Energien ist der Umstand, dass diese im Gegensatz zu fossilen Energieträgern nicht an den Ort der Erzeugung transportiert werden, sondern die Stromerzeugung dort erfolgt, wo das natürliche Dargebot die wirtschaftlichsten Rahmenbedingungen setzt. Diese grundlegende Umkehrung der Geographie der Energieversorgung führt deshalb zu einer neuen Parallelität von lokaler und dezentraler Erzeugung auf der einen Seite – und auf der anderen Seite zu großen Distanzen zwischen Regionen mit „erneuerbarer Strom-Überproduktion“ und Regionen, die auch bei Ausreizen ihrer lokalen Potenziale auf Stromimporte angewiesen sind.

Um diese räumlichen Extreme der erneuerbaren Stromerzeugung innerhalb eines Versorgungssystems zu steuern, bedarf es eines Um- und Ausbaus des Stromnetzes auf allen Spannungsebenen. Die Auseinandersetzung um den Netzausbau darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass insbesondere die kleinteilige Erzeugung von erneuerbaren Energien von einem **stabilen europäischen Verbundnetz** profitiert. Die stattfindende Reorganisation der europäischen Erzeugungslandschaft könnte ohne dieses Netz noch

nicht so weit erfolgt sein, wie dies heute bereits der Fall ist. So profitiert die Energiewende in allen EU-Staaten von der Ausgleichsfähigkeit der jeweiligen Lastflüsse quer durch Europa sowie der europaweiten Handelbarkeit von Strom, die zu einer Arbeitsteilung und damit erheblichen Beschleunigung der Energiewende führt.



**Abbildung 10: Verteilung erneuerbarer Kapazitäten im europäischen Stromverbund mindert Ertragsausfälle von erneuerbaren Energien**

Abgebildet in der vom DWD mit freundlicher Genehmigung übernommenen Grafik ist die Anzahl der Situationen im Jahr, in denen zusammenhängende Flaute- und sonnenarme Phasen über eine Zeitspanne von 48 Stunden über Deutschland und Europa auftraten (1995 bis 2015).

Ein europaweit geographisch gestreuter EE-Ausbau mit unterschiedlichen Technologien verbessert also die Versorgungssicherheit. Unregelmäßigkeiten des lokalen Wettergeschehens können ausgeglichen werden, was den bei rein regional ausgerichteter Erzeugung gigantischen und teuren Speicherbedarf erheblich senkt.

Vor diesem Hintergrund ist die Strategie der Stadtwerke München sowohl unternehmerisch als auch politisch verantwortungsvoll, neben dem lokalen Ausbau sowie der Unterstützung lokaler Akteure bei deren Ausbauaktivitäten in große Windparks zu investieren, mit denen sich bereits nach wenigen Jahren Überschüsse einnehmen lassen.

Insofern sollten die SWM wie tausende andere kommunale und nicht kommunale Investoren die Energiewende als ein europäisches Projekt begreifen und sich entsprechend dort als Investor engagieren, wo sich die Gelegenheit dazu ergibt.



Dies sollte selbstverständlich nicht als Widerspruch zu der weiter oben herausgestellten möglichen Rolle der SWM für das möglichst optimale Ausschöpfen der wirtschaftlichen, lokalen und regionalen erneuerbaren Strom-Ressourcen verstanden werden.

## F. Ausblick

- Die erfolgreiche Energiewende in und für die Region München braucht ein Nebeneinander regionaler und europaweiter Investitionen – wobei aufgrund unzureichender Rahmenbedingungen in Deutschland die Erfüllung anspruchsvoller Ziele nur durch einen hohen Anteil überregionaler Investitionen möglich ist.
- Die SWM haben sich mit der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien sehr früh zu ambitionierten Zielen bekannt und waren dadurch von Beginn an damit konfrontiert, dass die zur Zielerreichung notwendige Stromerzeugung nicht innerhalb der Stadt bewerkstelligt werden kann. Diese Situation hat sich seitdem nicht grundsätzlich verändert.
- Für die SWM werden sich angesichts der aktuell desolaten Rahmenbedingungen für die Windkraft in Bayern zumindest in den nächsten Jahren voraussichtlich keine Gelegenheiten ergeben, sich als Investor zu betätigen.
- Bei der Photovoltaik bieten sich den SWM verschiedene Möglichkeiten und Geschäftsmodelle, zur besseren Ausschöpfung des lokal und regional vorhandenen Potenzials beizutragen. Daneben bedarf es erheblicher Verbesserungen des gesetzlichen Rahmens sowie zusätzlicher kommunaler Anstrengungen. Selbst dann wird das faktisch zu realisierende PV-Potenzial jedoch nicht einmal annähernd ausreichen, um München bilanziell mit erneuerbaren Energien zu versorgen.
- Deshalb werden zur Vollendung der Ausbauoffensive weitere Investitionen in EE-Erzeugungsanlagen sowohl lokal als auch regional und europaweit vonnöten sein.
- Der Aufkauf und Weiterbetrieb von Anlagen, die nach spätestens 20 Jahren aus der EEG-Förderung fallen und die vom Netz gehen würden, bietet echten Mehrwert für die Energiewende in Deutschland, da diese Anlagen auf jeden Fall so lange wie möglich in Betrieb gehalten werden sollten, sofern nicht ein Repowering stattfindet.
- Auch der Aufkauf und die Errichtung von größeren PV-Anlagen in München, Bayern, Deutschland und im europäischen Ausland sind anzuraten, da viele PV-Standorte „Ewigkeitsstandorte“ sein werden, d.h. auf ihnen lassen sich alle 30 bis 40 Jahre die Module austauschen und somit dauerhaft extrem kostengünstig erneuerbare Energie erzeugen. Damit verbunden wäre ein stärkeres Engagement im Bereich der Speicher ratsam, da diese den PV-Strom aufwerten können, indem er 24 Stunden am Tag geliefert werden könnte.
- Mit der enormen Kostenreduktion für Photovoltaik in den letzten Jahren lässt sich der lokale Ausbau beschleunigen. Die Stadtwerke können hierbei jedoch nur ein Akteur von vielen sein und sollten nicht in Konkurrenz zu anderen Akteuren und ihren eigenen Kunden treten, wenn diese selbst bauen wollen. Deshalb scheint es sinnvoll, sich diesen engagierten Personen und Unternehmen wie bisher als Kooperationspartner anzubieten, und die Leistungen auszubauen, die der Einzelne nicht wirtschaftlich selbst erbringen kann.

- Das absehbare Erreichen der Ziele der Ausbauoffensive sollte nicht zu einer Beendigung des Engagements der SWM zum Ausbau der erneuerbaren Energien führen, zumal der Strombedarf Münchens durch die E-Mobilität und den Umbau der Wärmeversorgung (Wärmepumpe) voraussichtlich eher zu- als abnehmen wird.
- Stattdessen wird angeregt, ab Zielerreichung der AO EE eine Strategie zu entwickeln, wie das Stromerzeugungsportfolio durch zusätzliche lokale und regionale Anlagen weiter „lokalisiert“ bzw. „regionalisiert“ werden kann. Der grundsätzlich überregionale Charakter des Portfolios wird sich hierdurch jedoch nicht signifikant verändern lassen. Zusätzlich ist zu beachten, dass aufgrund von Entwicklungen wie Elektromobilität, Sektorenkopplung und Bevölkerungszunahme der Strombedarf ab 2025 wieder in einem Maß steigen wird, der einen zusätzlichen Aufbau weiterer Kapazitäten erfordert, der mit regionalen und lokalen Potenzialen alleine weiterhin nicht zu decken ist. Wenn neue lokale und regionale regenerative Stromerzeugungspotenziale durch verbesserte Rahmenbedingungen entwickelt werden können, sollten die SWM jedoch weiter entsprechend investieren und damit einen Beitrag zum schnelleren Ausbau leisten.
- Es wird empfohlen, dass die SWM vor diesem Hintergrund ihr Portfolio an erneuerbaren Energien weiterentwickeln, fortlaufend überprüfen und optimieren im Hinblick auf die Risikostreuung, Wirtschaftlichkeit und Regionalisierung, um so durch Erneuerung und stetige Optimierung des Anlagenparks dauerhaft und nachhaltig eine Erzeugungsposition in Höhe des Münchner Strombedarfs aus erneuerbaren Energien zu halten.
- Es wird daher angeregt, gemeinsam mit der Gesellschafterin LH München die Möglichkeiten zu diskutieren, wie der Ausbau des lokalen/regionalen PV-Potenzials gefördert und vorangetrieben werden kann.



## Literaturverzeichnis

[ABB 2014] Ingenieurbüro ABB, „Energienutzungsplan Große Kreisstadt Erding“, Studie im Auftrag der Großen Kreisstadt Erding, [Online-Quelle](#)

[BAUM Consult 2013] Karg/Wedler/Blaschke/Sailer/Giglmaier/Pielniok/Reiß, „Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen“, Zugang über [Online-Quelle](#)

[Bergner et al. 2018] Bergner/Siegel/Quaschnig, „Das Berliner Solarpotenzial. Kurzstudie zur Verteilung des solaren Dachflächenpotenzials im Berliner Gebäudebestand“, [Online-Quelle](#)

[BMU 2010] Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie, Schlussbericht, [Online-Quelle](#)

[BMVI 2015] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.), „Räumlich differenzierte Flächenpotenziale für erneuerbare Energien in Deutschland“, BMVI, 08/2015, [Online-Quelle](#)

[DMB 2017] DMB/EA/BSW/GdW, „Gemeinsam die urbane Solarwende starten. Pressekonferenz zum PV-Mieterstrom“, [Online-Quelle](#)

[Energieatlas Bayern] „Energieatlas Bayern“, Bayerische Staatsregierung, [Online-Quelle](#)

[e.on / BEW 2009] e.on Wasserkraft GmbH und Bayerische Elektrizitätswerke. Potenzialstudie „Ausbaupotenziale Wasserkraft in Bayern“, [Online-Quelle](#)

[FfE 2018a] Reinhold/Dufter/Kleinertz/von Roon, „Wärmewende München 2040 – Handlungsempfehlungen. Endbericht“, Studie im Auftrag der Stadtwerke München, [Online-Quelle](#)

[FfE 2018b] Schmid/Jetter/Konetschny, „Regionalisierung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien. Begleitdokument zum Netzentwicklungsplan 2030 (v2019)“, [Online-Quelle](#)

[FfE 2019] Schmid/Jetter/Limmer, „EE-Prognose Bayern. Aktualisierung 2019“, [Online-Quelle](#)

[Fraunhofer ISE 2012] Henning/Palzer, „100% Erneuerbare Energien für Strom und Wärme in Deutschland“, [Online-Quelle](#)

[Fraunhofer ISE 2013 und 2015] H.-M. Henning und A. Palzer, „Energiesystem Deutschland 2050“, Fraunhofer Institut für Solare Energie-systeme (ISE), Freiburg, Nov. 2013, [Online-Quelle](#)

[Fraunhofer ISE 2015] H.-M. Henning und A. Palzer, „Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050“, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg, Nov. 2015, [Online-Quelle](#)



[Fraunhofer ISE 2019a] Stryi-Hipp/Gözl/Bär/Wieland/Xu-Sigurdsson/Freudenmacher/Taani, „Expertenempfehlung zum Masterplan Solarcity Berlin. Masterplanstudie und Maßnahmenkatalog“, Studie im Auftrag des Landes Berlin, [Online-Quelle](#)

[Fraunhofer ISE 2019b] Wirth, „Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“, [Online-Quelle](#)

Fraunhofer ISI et al. [2017] Pfluger/ Fleiter/ Kranzl/ Hartner/ Schade/ Hennecke/ Fehrenbach/ Brischke/ Tersteegen/ Sensfuß/ Steinbach, Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland, Modul 10.a: Reduktion der Treibhausgasemissionen Deutschlands um 95% bis 2050. Grundsätzliche Überlegungen zu Optionen und Hemmnissen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Langfassung, 2017, [Online-Quelle](#)

Fraunhofer IWES Beitrag von Biogas zu einer verlässlichen erneuerbaren Stromversorgung, [Online-Quelle](#)

[IÖW 2011] Hirschl/Aretz/Dunkelberg/Neumann/Weiß, „Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele“, Studie zum Berliner Energiekonzept im Auftrag der Berliner Energieagentur, [Online-Quelle](#)

[Jäger et al. 2016] Jäger/McKenna/Fichtner, „The feasible onshore wind energy potential in Baden-Württemberg: A bottom-up methodology considering socio-economic constraints“, Renewable Energy 96: 662-675

[Jetter et al. 2016] Jetter/Bosch/Schmid, „Analyse des PV-Potenzials von Wohngebäuden anhand siedlungsgenetischer Merkmale“, Journal für Angewandte Geoinformatik 2-2016: 106-115

[K.GROUP 2010] Monhart/Schmitz/König/Albrecht/Altmann/Krekel/Rixner/Lehner, „Machbarkeitsstudie Solarinitiative München“, Studie im Auftrag der Landeshauptstadt München, der Stadtwerke München und der Stadtparkasse München

[LfL 2013] Landesamt für Landwirtschaft. Aschmann/ Effenberger/ Graf/ Halama/ Keymer/ Strobl/ Winkler, "Bayernplan – Einsatz von Biogas zum Ersatz von Gaskraftwerken", [Online-Quelle](#)

[LfL 2019] Landesamt für Landwirtschaft Biogas in Zahlen – Statistik zur bayerischen Biogasproduktion, [Online-Quelle](#)

[Landeshauptstadt München 2017]. Referat für Gesundheit und Umwelt, Entwicklung der EEG-Anlagen in München 2001-2016.



[Öko-Institut 2007] Timpe/Fritsche/Seebach/Hünecke/Moerschner, „Ausbau der Erneuerbaren Energien. Potenzialanalyse für die Stadtwerke München“, Freiburg/Darmstadt: Öko-Institut

[Öko-Institut 2017] Kenkmann/Hesse/Hülsmann/Timpe/Hoppe, „Klimaschutzziel und -strategie München 2050, Endbericht“, Freiburg: Öko-Institut

[Öko-Institut und Prognos 2018] Matthes/ Flachsbarth/ Loreck/ Hermann/ Falkenberg, Zukunft Stromsystem II – Regionalisierung der Stromerzeugung – Vom Ziel her denken. Studie im Auftrag des WWF. 2018.

[Peter 2013] Peter, „Modellierung einer vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung im Jahr 2050 in autarken, dezentralen Strukturen“, Studie für das Umweltbundesamt, UBA: Dessau-Roßlau, [Online-Quelle](#)

[Plappert et al. 2019] Plappert/Rudolph/Vollmer, „Auswirkungen von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen und Siedlungen“, Studie des Umweltbundesamtes, Zugang über [Online-Quelle](#)

[Rotter 2018] Rotter, „Wasser und Strom für München. Vom Cholera-Nest zur leuchtenden Metropole“, Weissenhorn: Anton H. Konrad Verlag

[Siegel et al. 2017] PV in Städten – Erkenntnisse über Potenziale in Berlin. Bernhard Siegel, Joseph Bergner und Volker Quaschnig. 32. Symposium Photovoltaische Solarenergie, Kloster Banz, Bad Staffelstein, 8.-10. März 2017, [Online-Quelle](#)

[SWM 2019] SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG, „Bericht nach §77 EEG für das Jahr 2018“, [Online-Quelle](#)

[Styri-Hipp et al. 2019] Expertenempfehlung zum Masterplan Solarcity Berlin, im Auftrag des Landes Berlin.

[Tröndle et al. 2019] Tröndle/Pfenninger/Lilliestam, „Home-made or imported: On the possibility for renewable electricity autarky on all scales in Europe“, Energy Strategy Reviews 26, [Online-Quelle](#)

[TÜV Süd 2019] TÜV Süd Industrie Service GmbH, „Prüfung der Umsetzung des Bürgerbegehrens ‚Raus aus der Steinkohle‘“, [Online-Quelle](#)

[Umweltministerium BW 2018] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, „Erfahrungsbericht zum Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg“, [Online-Quelle](#)



## KONTAKT

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH  
Paul-Neumann-Platz 5  
22765 Hamburg

Tel.: +49 (40) 39 106 989-0  
[info@hamburg-institut.com](mailto:info@hamburg-institut.com)  
[www.hamburg-institut.com](http://www.hamburg-institut.com)