



Zusammenfassung des
Fachgespräches vom 26. April 2021

POTENZIALE VON FLOATING SOLAR AUF LAUSITZER BERGBAUSEEN

Weltweit wird zunehmend darüber diskutiert, welches Potenzial schwimmende Solaranlagen (Floating Solar) auf Standgewässern haben.

In Deutschland rücken insbesondere die Tagebauseen des Lausitzer Kohlerevierts in das Blickfeld von Investoren. In einem Fachgespräch haben wir die Einsatzmöglichkeiten dieser Technologie mit Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung diskutiert.

Die Lausitz hat Potential für den Einsatz von Floating Solar - aber es besteht noch hoher Forschungsbedarf

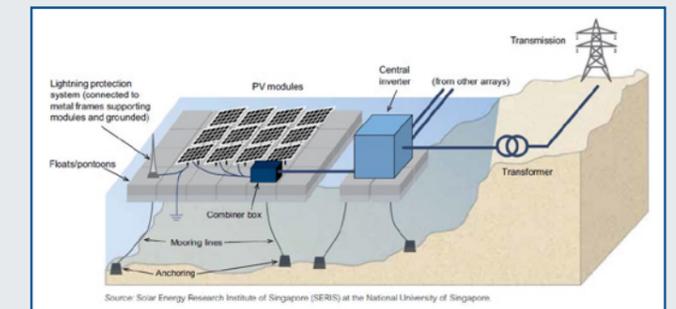
Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE hat im Auftrag von Baywa.r.e. die erste Potenzialabschätzung für schwimmende PV-Kraftwerke auf Tagebauseen in Deutschland erstellt. Als besonders geeignet haben sich dabei die ehemaligen Tagebaurestlöcher in der Lausitz herausgestellt. In Brandenburg und Sachsen liegen rund 45 % der gesamten Tagebauseen Deutschlands. Neben Braunkohletagebauseen eignen sich auch Baggerseen.

Grundsätzlich gibt es ein technisches Potenzial auf deutschen Tagebauseen von 56 GWp, wenn man die Flächennutzungseffizienz heutiger FPV-Anlagen zugrunde legt. Davon wurden jedoch aus Gründen wie Freizeitaktivitäten, Tourismus, Natur- und Landschaftsschutz relevante Flächen abgezogen. Zur Abschätzung wurden Interviews mit Behördenvertretern und Planungsakteuren geführt. Im Ergebnis liegt das wirtschaftlich nutzbare Potenzial für den Einsatz von Floating Solar auf Bergbaufolgenseen deutschlandweit bei 2,74 GWp, das sind 4,9 % der im Jahr 2000 erhobenen Gesamtseenfläche von 47.251 ha.

Die Vorteile des Einsatzes liegen auf der Hand. Im Gegensatz zu klassischen Freiflächensolaranlagen ist kaum mit Landnutzungskonflikten in der Landwirtschaft aber auch durch die Infrastruktur, oder dem Siedlungsbau zu rechnen. Floating Solar kann auch zur Verminderung von Algenblüten beitragen und die Klimaresilienz des Gewässers verbessern. Auch wird von einer Steigerung des Stromertrags durch Kühleffekt von 5 % bis 15 % ausgegangen. Aber auch die Nachteile dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Durch Korrosion, mechanische Zugkräfte auf die Kabel, Biofouling oder Vogelkot kann die Haltbarkeit beeinflusst werden. Auch gibt es bis heute noch keine Standardkomponenten. Zudem kann die Verankerung kostenintensiv sein.

Bereits heute ist es schon klar, dass es insbesondere zu Konflikten beim Tourismus, dem Naturschutz oder aber auch bei der Wasserwirtschaft als konkurrierende Nutzungsformen kommen könnte. Das Fraunhofer ISE empfiehlt daher den Einsatz von Floating Solar bereits in die Raumordnungspläne für die ehemaligen Tagebaue mit aufzunehmen.

Beim Einsatz von Floating Solar als einer neuen Technologie besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf. Herausforderungen stellen etwa stark schwankende Wasserspiegel, die Korrosion und niedrige pH-Werte dar. Zudem müssten die Auswirkungen auf die Gewässerökologie



untersucht werden. Auch bei der Verbesserung von technischen Eigenschaften, wie die Optimierung von Ertragsgutachten (Wellengang, Kühleffekt) oder eine Optimierung der Verankerungslösung braucht es noch weitere Forschung.

Das Fraunhofer Institut will aktuell in einem Forschungsprojekt mit Demonstrator-Anlagen in der Lausitz den Einsatz von Floating Solar weiter untersuchen. Die Genehmigung der Forschungsmittel stand zum Zeitpunkt des Fachgesprächs noch aus.

Konstantin Ilgen
Fraunhofer-Institut für Solare
Energiesysteme ISE
Heidenhofstrasse 2
79110 Freiburg
konstantin.ilgen@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de

IMPRESSUM / HERAUSGEBER

Mai 2021

GRÜNE LIGA Umweltgruppe Cottbus e.V.
Projektbüro Straße der Jugend 33
03050 Cottbus

E-Mail: umweltgruppe@kein-tagebau.de

Internet: www.kein-tagebau.de

Layout: www.ideengruen.de | markus pichlmaier

Bildnachweis:

Titelbild: iStock/Tomwang112

Seite 4,5,7 Dipl.-Ing. Markus Pichlmaier



Das Projekt „Begleitung des Braunkohleausstieges in der Lausitz unter besonderer Berücksichtigung des Wasserhaushaltes“ wird gefördert durch das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Die Mittelbereitstellung erfolgt auf Beschluss des Deutschen Bundestages. Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Veranstalter.

Planungs- und genehmigungsrechtliche Aspekte

Sebastian Fritze, Präsident des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, sieht vor einer breiten Anwendung die Notwendigkeit zunächst mit Demonstrationsanlagen Betriebserfahrungen zu sammeln.

Die nötigen Genehmigungen müssen nach dem Baugesetzbuch eingeholt werden. Die unteren Wasserbehörden und die Landratsämter sind hier zuständig. Es wäre zu überlegen, ob analog zur vom brandenburgischen Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz herausgegebenen Handlungsempfehlung für Photovoltaik auf Freiflächen eine weitere für die schwimmende Photovoltaik erstellt werden soll.

In den kommunalen Planverfahren werden Umweltbelange und Nutzungskonflikte abuarbeiten sein. Wichtig ist es zunächst mit Demoanlagen Betriebserfahrungen im wasserbaulichen und geotechnischen Sinne zu sammeln. Vor allem die Einflüsse von Eis, Schnee, Sturm und Wellen sind dabei eine Herausforderung. Im Vergleich zu Meeresflächen wirken auf Binnenseen beispielsweise kurze harte Wellen auf schwimmende Anlagen ein, weshalb sich auch schwimmende Häuser auf Tagebaurestseen lösen und auf dem See trieben.

Unter das Bergrecht würde die Genehmigung einer PV-Anlage fallen, wenn sie als Betriebsanlage im laufenden Bergbau notwendig wäre. Allerdings stehen Tagebauseen unter Bergaufsicht, bis sie vollständig gefüllt sind, alle Anforderungen an die Standsicherheit erfüllen und sich eine den Prognosen entsprechende günstige Wasserqualität eingestellt hat. Bis dahin können bereits Nutzungen stattfinden, wenn das Einvernehmen der Bergbehörde und des Eigentümers vorliegt. Genau wie Hafenanlagen werden auch Solaranlagen dabei immer als Einzelfälle in der geotechnischen und genehmigungsrechtlichen Umsetzung zu prüfen sein.

Derzeit liegt den Behörden keine kriteriengestützte Analyse für das Lausitzer Revier vor, welche Tagebaurestseen für schwimmende PV-Anlagen genutzt werden können. Eine raumordnerische Festlegung, wie viel Prozent der Wasserfläche für Photovoltaik bereitzuhalten ist, wäre natürlich

möglich, wegen der langen Planverfahren aber auch sehr unflexibel, etwa wenn sich herausstellt, dass die Umsetzung nicht funktioniert und es aber in der Raumordnung bereits festgeschrieben ist. Bei den aktuellen Entwicklungen in der Kohlesanierung handelt es sich um einen hochdynamischen Prozess, der sich teilweise bereits selbst überholt. Flächen für schwimmende Photovoltaik bereitzuhalten, wird dabei das kleinere Problem sein.

Den Aufbau bereits vor der Flutung zu beginnen, kommt für die meisten Seen natürlich nicht mehr in Frage, kann bei künftigen Seen aber Vorteile haben. So könnten bereits im Trockenen Verankerungspunkte gesetzt werden. Aktuell sind wir aber erstmal an dem Punkt, die Tagebaurestseen überhaupt geotechnisch und im Bezug auf Wasserquantität und -qualität fertigzustellen.

Auch auf die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und die Erreichung des guten ökologischen Potenzials gilt es zu achten.



Naturnaher Tourismus, Bootsbefahrung und schwimmende PV-Anlagen lassen sich unter einen Hut bringen. Welche Anlagegröße für welchen See geeignet ist, ist eine Frage der kommunalen Planungshoheit, der Landschaftsgestaltung und der Abwägung. Die Lausitz bietet den Rahmen um Erfahrungen für Floating Photovoltaik zu sammeln.

Sebastian Fritze
Landesamt für Bergbau, Energie und Rohstoffe
Inselstraße 26
03046 Cottbus
www.lbgr.brandenburg.de

Einflüsse großflächiger PV-Anlagen auf das Ökosystem See

Jens Meisel vom Institut für angewandte Gewässerökologie machte deutlich, dass fundierte Untersuchungen zur Wirkung schwimmender Solaranlagen auf die Gewässerökologie bisher praktisch fehlen. Um die Frage zu beantworten, ob Floating solar eine Beeinträchtigung darstellt, muss man sich vergegenwärtigen, welche Nutzungen des jeweiligen Sees miteinander in Konkurrenz stehen können. Allerdings gibt es in Brandenburg zunehmend auch Seen, bei denen diese Frage hinter der Gefahr des vollständigen Verschwindens des Gewässers zurücktritt.

Wenn durch weniger Strahlungsenergie das Wachstum planktischer Mikroalgen behindert wird, kann das als positiv gesehen werden. Noch ist aber unklar, ob dies nicht nur zu einer Veränderung des Artenspektrums hin zu Schwachlichtarten führen würde.



Wenn den Wasserkörper durch die Abdeckung mit Solaranlagen weniger Windenergie erreicht, wird die durchmischte Oberflächenwasserschicht (Epilimnion) kleiner und das Volumen des Tiefenwassers (Hypolimnion) vergrößert sich. Das kann bei nährstoffarmen Seen eine Verbesserung der Trophie durch schnellere Phosphor-Reduzierung im Epilimnion bewirken, bei nährstoffreichen Seen steigt das Risiko der Vergrößerung des sauerstofffreien Hypolimnions und Forcierung der P-Rücklösung aus dem Sediment. Bei sehr tiefen Seen besteht das Risiko des Ausbleibens der winterlichen Durchmischung.

Eine geringere Wassertemperatur führt zur Verlangsamung des mikrobiologischen Abbaus von abgestorbener Biomasse im Freiwasser wie an der Sedimentoberfläche und wäre als positiv zu bewerten.

Die Schwimmkörper und Unterwasserkonstruktionen könnten als Aufwuchsfläche für benthische Algen dienen, was Nährstoffe bindet und die Trophie reduziert. Auch das auf Hartsubstrate angewiesene Makrozoobenthos und mit ihm die biologische Ausstattung des Sees könnte so gefördert werden. Eine gezielte Vergrößerung der Aufwuchsfläche durch geeignete Materialien würde diesen Effekt verstärken, aber auch eine Auflastung der gesamten Anlage bedeuten und stabilere Konstruktionen erfordern.

Eine Behinderung des Wachstums von Unterwasserpflanzen wäre negativ zu bewerten, dieser Effekt kann durch Aussparung der Litoralbereiche vermieden werden. Etwa bis zur zweieinhalbfachen Sichttiefe ist der Gewässergrund für Unterwasserpflanzen geeignet.

Die Wirkung der Anlagen auf Fische ist zunächst weder positiv noch negativ wenn Eingriffe in das Röhrich (Jungfischhabitat) vermieden werden. Die Anlagen können zusätzlich Schattenbereiche und damit Schutz vor Räubern bieten, es wäre auch vorstellbar, durch geeignete Konstruktion des Trägersystems der Solaranlage künstliche Habitate für Fische zu schaffen.

In Tagebauseen der Lausitz kann es aufgrund der Wasserchemie zu Abweichungen von diesen allgemeinen Zusammenhängen kommen, die für den konkreten See zu betrachten wären.

Dipl.-Geogr. Jens Meisel
Institut für angewandte Gewässerökologie GmbH
Schlunkendorfer Strasse 2e
14554 Seddiner See
www.iag-gmbh.info

Abschätzung des Einflusses von Floating Solar auf die Verdunstung von Tagebauseen

Dr. Andreas Will vom Lehrstuhl Atmosphärische Prozesse der BTU Cottbus-Senftenberg machte zu Beginn seines Vortrages deutlich, dass sich die Verringerung der Verdunstung durch Solaranlagen nur beziffern lässt, wenn die Höhe der Verdunstung der Tagebauseen korrekt ermittelt werden kann. Hierfür ist die klassische Abschätzung über die potentielle Verdunstung ausreichend. Die Erhöhung der Verdunstung durch Tagebauseen kann nur beziffert werden, wenn auch die Verdunstung über Land ermittelt wird. Die regionale Klimamodellierung erlaubt dies auch in Abhängigkeit vom regionalen Klima verschiedener Jahre zu bestimmen.

Der Lehrstuhl kann nun auf ein regionales Klimamodell für die Lausitz zurückgreifen, welches eine Weiterentwicklung des regionalen Klimamodells COSMO-CLM ist. Während das Standardmodell auf einem Raster von 3x3 Kilometern rechnet und effektiv ein regionales Klima auf einem Raster von 12x12 Kilometern bereitstellt, rechnet das Lausitz-Modell auf einem Raster von 1x1 Kilometer und liefert Ergebnisse mit einer effektive Auflösung von ca. 2x2 Kilometer. Erst dadurch kann auch der Einfluss der Tagebauseen im Modell adäquat abgebildet werden. In den Berechnungen wurde eine bereits geänderte Planung der Tagebauseen verwendet¹.

Gegenüber ortsüblichen Landflächen verdunsten die Tagebauseen deutlich mehr Wasser. Der Mehrverbrauch der Seen (mit einer Seefläche von 262 km²) beträgt etwa 2,1 m³/s im Jahresmittel, allerdings bis zu 13,9 m³/s im heißen Sommermonat Juli 2006. Das Jahr 2006 steht dabei für ein überdurchschnittlich heißes und trockenes Jahr, wie es zukünftig in der Lausitz häufiger zu erwarten sein dürfte. In solchen Jahren sinkt die Verdunstung über Landflächen, über Wasserflächen steigt sie an (siehe Tabelle).

Zur Reduktion der Verdunstung von Wasserflächen durch schwimmende Solaranlagen wurde an der Universität Singapur im März/April 2015 eine experimentelle Untersuchung durchgeführt². In dieser Jahreszeit herrschen dort ähnliche meteorologische Bedingungen wie in der Lausitz im Sommer. In dem Experiment wurde eine Verdunstungsreduktion um bis zu 30 % erreicht. Diese optimale Reduktion dürfte

in der Praxis nicht immer erreicht werden, etwa wenn die Anlagen nicht auf die Verdunstungsreduktion, sondern auf Effizienz und Betriebssicherheit optimiert werden. Damit hätten die FPV-Anlagen das Potential, die Verdunstung im Jahresmittel auf die Verdunstung über Landoberflächen zu reduzieren, allerdings nur über der durch die FPV-Anlagen bedeckten Fläche.

Einfluss von Tagebauseen (TBS) auf die Verdunstung	Verdunstungswärmefluss LHFL_S [W/qm]	Verdunstung über TBS V_w [mm]	Verdunstung aus TBS V_w A_s (A_s=258qkm) [m ³ /s]	Niederschlag-Verdunstung PREC-V_w [mm]
2006				
Über Land	40	479	3,92	57
Über Wasser	60	731	5,98	-195
Tagebauseeffekt = Wasser - Land	20	252	2,06	
Juli 2006				
Über Land	35	36	3,6	-29
Über Wasser	170	176	17,5	-169
Tagebauseeffekt = Wasser - Land	135	140	13,9	

Nimmt man einen Lausitzer Tagebausee mit der typischen Breite von 2 Kilometern und eine Platzierung der PV-Fläche in 500 Meter Abstand vom Ufer an, so können bis zu 25 % des Sees von der Anlage bedeckt werden. Untersuchungen zur nutzbaren Seefläche für FPV kommen lediglich auf 10 % nutzbarer Seefläche.

Die neuesten Ergebnisse des Lausitz-Modells zeigen also, dass über Wasser die Verdunstung etwa 50 % höher ist als über Land. Diese Mehrverdunstung können entsprechend gebaute FPV-Anlagen über der überbauten Wasserfläche kompensieren. Bei einer Nutzung von 10 % der Seefläche finden noch 90 % der zusätzlichen Seeverdunstung ungehindert statt, d.h. etwa 1,9 m³/s. Die Modellierung zeigt, dass in trockenen Sommermonaten in der Lausitz die Verdunstung über Wasser bis zu 400 % der Verdunstung über Land betragen kann. Es wäre sicherlich interessant hier mehr zu erfahren, insbesondere was in 20 oder 50 Jahren zu erwarten wäre.

Dr. Andreas Will
 Atmosphärische Prozesse
 BTU Cottbus-Senftenberg
 Chaussee 2
 03044 Cottbus
 will@b-tu.de

1 NIXDORF et al (1996), Braunkohletagebauseen in Deutschland, Abschlussbericht FKZ 29822240, Umweltbundesamt
 2 GAIR KAI XIANG MELVIN: Experimental study of the effect of floating solar panels on reducing Evaporation in singapore reservoirs, National university of Singapore

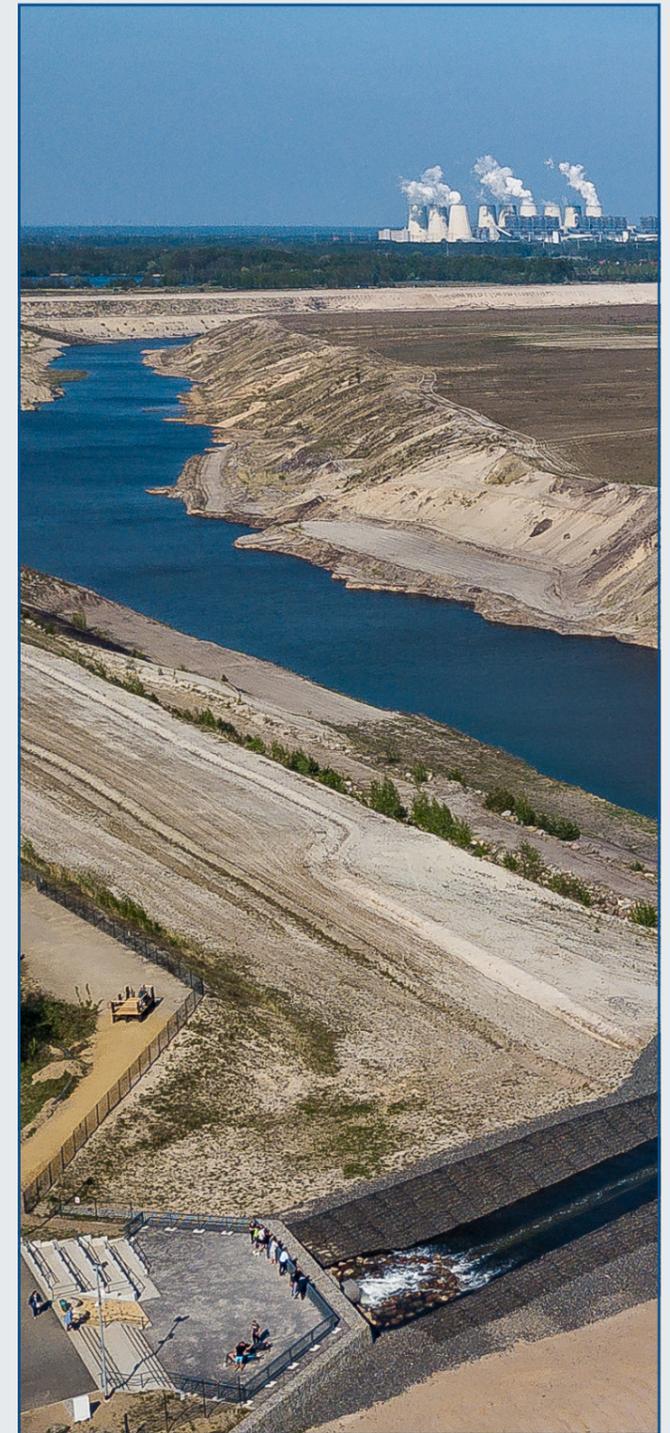
Erste Bewertung des Veranstalters

Nicht zum ersten Mal weckt die Lausitzer Bergbaufolgelandschaft Hoffnungen, dass hier Nutzungen angesiedelt werden können, für die woanders der Platz knapp ist. Doch wie immer in den letzten 30 Jahren muss man genauer hinschauen, wird es nicht einen großen Wurf geben, der alle Probleme löst. Da ist es seriös, wenn das Potenzial von Anfang an unter Berücksichtigung von Nutzungskonflikten, Sicherheits- und Naturschutzbelangen abgeschätzt wird. Allerdings ist diese Potenzialstudie nicht öffentlich verfügbar - der Auftraggeber Baywa.re wollte auf Nachfrage für diese Veröffentlichung nicht einmal den Anteil der Lausitz am ermittelten bundesweiten Potenzial mitteilen. So bleibt vorerst unklar, ob transparente Planungsprozesse mit Beteiligung aller Bürger, Nutzer und Träger öffentlicher Belange zu einem ähnlichen Ergebnis kommen würden.

Fotovoltaik kann auf Wasserflächen einen höheren Ertrag erzielen als an Land. Offenbar reicht dies aber bisher nicht aus, um auch die höheren Kosten zu decken. In Kürze dürfte es erste Projekte geben, die mit staatlicher Anschubfinanzierung in der Lausitz die noch fehlenden Erfahrungen sammeln.

Unnötig große Tagebauseen gilt es zu vermeiden, um Verdunstungsverluste zu begrenzen. So hat es nicht zuletzt auch der Landtag Brandenburg im Rahmen seines im Januar 2021 einstimmig gefassten Beschlusses „Eine klare Zukunft für die Spree - Gesamtstrategie umsetzen und Wasserhaushalt sichern“ zum Ausdruck gebracht. An dieser Notwendigkeit wird auch Floating solar nichts ändern. Während Seen für Jahrhunderte angelegt werden, wird die Lebensdauer schwimmender Solaranlagen mit 30 Jahren angegeben. Sich die Wasserflächen kleiner zu rechnen, indem der ohnehin begrenzte Effekt der Anlagen auf die Verdunstung dauerhaft eingeplant wird, wäre deshalb Spekulation. Auf den nicht mehr vermeidbaren, weil schon heute gefluteten Seen zählt dagegen auch jeder kleine Beitrag zur Einsparung von Wasser. Und so kann Floating Solar ein Teil der Lösung oder wenigstens der Schadensbegrenzung werden.

Auch die Flächenkonkurrenz an Land wird Floating solar nicht einfach beseitigen können. Wenn es Energieszenarien gibt, die einen Ausbau von 300 GWp in Deutschland fordern und davon nur die Hälfte im Gebäudebestand ansetzen, kann ein wirtschaftliches Floting-solar-Potenzial von 2,74 GWp nur ein Beitrag



sein. Zweifel an solchen Szenarien müssen erlaubt sein. Aber wer eine nachhaltige Energieversorgung will, wird den Energieverbrauch auf ein nachhaltig erzeugbares Maß beschränken müssen - ein längeres Festhalten an fossiler Energie hilft dabei nicht.

Die schwimmenden Sonnenkraftwerke könnten künftig zum Bild der Lausitz gehören. Zu einem sachlichen Dialog über das Wo und Wie stehen wir als Umweltverband gern zur Verfügung.

René Schuster
 Umweltgruppe Cottbus e.V.