

Universität Kassel

Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

## **BOTTOM-UP GIS-POTENZIALANALYSE, AUSWIRKUNGEN DER NETZINTEGRATION SOWIE BEWERTUNG DER NACH-HALTIGKEIT VON VERTIKALER BIFAZIALER AGRI-PHOTO-VOLTAIK**

Bachelorarbeit im Studiengang „Regenerative Energien und Energieeffizienz“ und im Fachgebiet Agrartechnik

1. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Kurt Rohrig
2. Betreuer: Dr. Hubertus Siebald

Vorgelegt von: **Simon Lahr**

Kassel and Witzenhausen, April **2022**

### Kurzfassung

Das Verhindern der Klimakatastrophe und die damit einhergehende Begrenzung der globalen Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C gemäß des Pariser Klimaabkommens erfordert eine mittlere Skalierung der gegenwärtigen deutschen Photovoltaikanlagenleistung auf Freiflächen um den Faktor elf auf 150 GWp (Fraunhofer IEE, 2020; Luderer et al., 2021; Prognos et al., 2021; Sterchele et al., 2020). Um diesen massiven Ausbau gesamtgesellschaftlich nachhaltig zu gestalten, wird ein immenser Anstieg des Bedarfs an sog. flächenneutralen Photovoltaik-Technologien erwartet, um auf-kommende Flächennutzungskonflikte zu entschärfen. Dabei weist die landwirtschaftliche Doppelnutzung in Form der Agri-Photovoltaik die größten Potenziale auf (Wirth & Fraunhofer ISE, 2021). Trotz der großen Notwendigkeit mangelt es dem Ausbau der Freiflächen-Photovoltaik (PV-FFA) jedoch an sozialer Akzeptanz, sodass seither der Ausbau der PV-FFA im Vergleich zur Aufdach-Photovoltaik signifikant geringer ausgefallen ist. Darauf aufbauend wurde in dieser Untersuchung u.a. die Frage der grundsätzlichen Notwendigkeit und Intensität des allgemeinen Photovoltaikausbaus auf der Freifläche diskutiert und beantwortet sowie Synergiepotenziale der APV aufgezeigt. Es wurde gezeigt, dass zur Erreichung einer rechtzeitigen Klimaneutralität eine installierte Leistung der Photovoltaik auf der Freifläche von mindestens 68 GWp notwendig ist. Des Weiteren wurde herausgearbeitet, dass auf Grund der globalen und nationalen Ernährungssicherheit sowie unter Berücksichtigung der notwendigen Transformation des landwirtschaftlichen Sektors die Reduktion von landwirtschaftlichen Flächenverlusten im Fokus des erneuerbaren Ausbaus stehen sollte. Es konnte aufgezeigt werden,

dass das vertikale bifaziale sowie das klassische hochaufgeständerte APV-Konzept mit lediglich rund 7 % die signifikant geringsten Flächenverluste auf der Agrarfläche aufweisen. Dabei erzielt Ersteres energiespezifische Flächenverluste von rund 2,9 m<sup>2</sup>/MWh und damit rund 71 % weniger als klassische PV-FFA. Außerdem weist die vertikale APV die höchste Lichtverfügbarkeit- (85 %) sowie -homogenität auf der Agrarfläche auf, wodurch sich das System insbesondere für den Einsatz mit Standardkulturen in kaltgemäßigten Klimazonen eignet. Bzgl. der Wirtschaftlichkeit zeigte die vertikale APV mit durchschnittlichen LCOE von 6,2 ct/kWh signifikante Vorteile ggü. dem hochaufgeständerten Konzept (8,58 ct/kWh). Darüber hinaus wurde eine wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit zum klassischen PV-FFA-Konzept (5,76 ct/kWh) aufgezeigt. Mit Hilfe der durchgeführten Bottom-Up GIS-Potenzialanalyse für das Bundesland Hessen konnte eine erschließbare Potenzialfläche für die vertikale APV von 90.400 ha (27,7 GWp) identifiziert werden. Im bundesweiten Kontext würde dies hochgerechnet einer installierbaren Leistung von rund 595 GWp entsprechen. Im Rahmen der Netzanalyse auf Bundesebene konnte gezeigt werden, dass der Ausbau der vertikalen APV zu signifikanten Verbesserungen, insbesondere bzgl. der Reduktion von Resi-duallastspitzen und Residuallastgradienten in Größenordnungen zwischen 5 und 15 % beiträgt. Zusätzlich ergaben sich mit Hilfe einer dynamischen Netzsimulation auf Mittelspannungsebene signifikant geringere maximale Auslastungen der Netzbetriebsmittel. Leitungen bzw. Transformatoren konnten im Mittel um 4,5 bzw. 8,5 % entlastet werden. Die maximale Rückspeiseleistung in das Übertragungsnetz konnte im Mittel um 14,2 % reduziert werden.