

FFE

PV auf Bayerischen Schulen

Eine Kurzstudie im Auftrag der
Landtagsfraktion Bündnis 90 / die Grünen

Version 2

2020

PV auf Bayerischen Schulen

Eine Kurzstudie im Auftrag der
Landtagsfraktion Bündnis 90 / die
Grünen

Version 2

Herausgeber:

FFE Forschungsgesellschaft
für Energiewirtschaft mbH

Am Blütenanger 71, 80995 München
+49 (0) 89 158121-0
info@ffe.de www.ffegmbh.de

Abschlussbericht zum Projekt:

PV auf Bayerischen Schulen

Eine Kurzstudie im Auftrag der Landtagsfraktion Bündnis 90 / die Grünen

Version 2

Veröffentlicht am:

15.03.2021

Bearbeiter/in:

Kirstin Ganz

Leona Freiburger

Geschäftsführer:

Dr.-Ing. Serafin von Roon

In Bayern wird eine deutliche Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung angestrebt. Das bedeutet insbesondere einen Ausbau der Photovoltaik (sowohl auf Freiflächen als auch auf Gebäuden). Gerade öffentliche Gebäude und damit unter anderem auch Schulen sollten bei Gebäude-Photovoltaik (PV) als Vorbild vorangehen. Durch den Bau von PV-Anlagen können zudem die Strombezugskosten effektiv gesenkt werden. In dieser Studie sollen die Potenziale, die notwendigen Investitionskosten und die dadurch erzielbaren Kosteneinsparungen bei Installation von PV-Anlagen auf allen öffentlichen Schulen in Bayern bestimmt werden.

Auf allen rund 4800 Bayerischen Schulen PV-Anlagen zu installieren, entspricht einer Gesamtleistung von rund 477 MW_p. Die Installation dieser PV-Anlagen führt zu notwendigen Investitionen von rund einer halben Milliarde Euro. Gleichzeitig resultieren jährliche Kosteneinsparungen für die Träger in Höhe von etwa 55 Millionen Euro. Dies ist eine Maximalabschätzung, da nicht berücksichtigt wird, auf wie vielen Schulen bereits PV-Anlagen installiert sind.

<u>Ergebnisse in Zahlen</u>	
<u>Verbrauch und Erzeugung</u>	
Eigenverbrauchsquote:	36 %
Autarkiequote:	44 %
<u>Kosten und Erlöse</u>	
Investitionen PV-Anlagen:	ca. 500 Mio.€
Jährliche Kosteneinsparungen:	ca. 55 Mio. €
Amortisationszeit (Zinssatz: 0 %):	9 a
Amortisationszeit (Zinssatz: 4 %):	12 a

Grundlage für die Berechnungen sind ein modellierter PV-Erzeugungsgang basierend auf dem Wetterjahr 2012 /ECM-01 16/ sowie reale historische Strom-Lastprofile von Schulen /FFE-03 12/. Das Wetterjahr 2012 häufig in der Modellierung gewählt, da hier typische Jahreserzeugungsmengen von PV- und Windkraft erzielt werden. Als beispielhafter Standort für den PV-Erzeugungsgang wurde Nürnberg gewählt. Die als Berechnungsgrundlage dienende PV-Anlage wurde nach Süden ausgerichtet und auf einem Flachdach installiert. Es wird von einer mittleren installierten PV-Leistung von 100 kW_p ausgegangen. Dieser Wert wurde aus realen Dachflächen und Literaturdaten abgeleitet /HTW-01 18/, /LHM-03 20/. Die zweite Säule der Berechnungen stellen die

Strom-Lastprofile bayerischer Schulen dar. Um ein repräsentatives Profil zu bestimmen, wurde ein normiertes mittleres Lastprofil der historischen Strom-Lastprofile mehrere Münchner Schulen verwendet und mit dem Jahresstromverbrauch aller bayerischen Schulen jeweils skaliert. Dieser Jahresstromverbrauch wurde aus dem durchschnittlichen Stromverbrauch je Schüler und Jahr ermittelt (basierend auf /ISI-28 15/). Aus diesen Eingangsdaten konnte berechnet werden, wieviel selbst erzeugter Strom direkt verbraucht werden kann, wieviel eingespeist wird und welche Mengen weiterhin aus dem Netz bezogen werden müssen. In Verbindung mit Einspeisevergütungssätzen /BNETZA-22 20/ und Stromkosten für den Netzbezug sowie Investitionen und jährliche Wartungskosten für PV-Anlagen /ISE-08 20/ wurde darauf basierend bestimmt, mit welchen Einnahmen und Ausgaben die Installation der Anlagen einhergeht (siehe Anhang für weitere Informationen).

Werden die Dächer aller ca. 4800 bayerischen Schulen mit PV-Anlagen belegt, werden rund 490 GWh Strom je Jahr hiermit erzeugt. Davon werden etwa ein Drittel selbst verbraucht (Eigenverbrauchsquote 36 %) und der Strombezug aus dem Netz nahezu halbiert (Autarkiequote 44 %). Den Einsparungen durch die regenerative Stromproduktion vor Ort stehen Investitionskosten von etwa 500 Millionen Euro entgegen. Durch die Einsparungen beim Strombezug von etwa 55 Mio. Euro im Jahr können diese Investitionen innerhalb der Lebensdauer der PV-Anlagen amortisiert werden. Wird ein Zinssatz von 4 % angenommen, ergibt sich eine mittlere Amortisationsdauer zu 12 Jahren, bei einem Zinssatz von 0 % zu 9 Jahren. Die Ergebnisse wurden mit realen Pilot-Projekten in Deutschland validiert (siehe Anhang).



Abbildung 0-1: Übersicht zur Stromerzeugung und -bezug aller bayerischen Schulen mit PV-Anlagen

1 Anhang

1.1 Annahmen / Quellen

Tabelle 1-1: Annahmen zur Berechnung

Verbrauchsberechnung		
Anzahl Schulen in Bayern	4771	/KMB-01 19/
Anzahl Schüler in Bayern	1.456.923	/KMB-01 19/
Stromverbrauch in kWh/(Schüler Jahr)	272	/ISI-28 15/
Mittlere Schule (berechnet)		
Anzahl Schüler	305	
Stromverbrauch in MWh/a	83	
PV-Erzeugung		
installierte Leistung je Schule in kW _p	100	basierend auf /GEMALL-01 20/, /HTW-01 18/, /HAMDE-01 19/
Kostenbestandteile		
Strompreis bei Netzbezug in ct/kWh	27,08 ¹	
Einspeisevergütung ² in ct/kWh	5,0	basierend auf /BNETZA-22 20/
Kosten für eigenverbrauchten Strom in ct/kWh	2,6	/BNETZA-23 20/
Investitionskosten für PV-Anlagen in €/kW _p ³	1060	/ISE-08 20/
Jährliche Wartungskosten (% des Invest)	1 %	/ISE-08 20/

1.2 Vergleich mittlere Schule mit realen Pilot-Projekten

Tabelle 1-2: Kennzahlen einer mittleren berechneten Schule im Vergleich mit realen Pilot-Projekten

	Mittlere Vergleichsschule	Beispiel 1 /GEMALL-01 20/	Beispiel 2 /TUD-03 20/	Beispiel 3 /ERP-01 19/
PV-Leistung in kW _p	100	96	100	70
Prognostizierter Stromertrag in MWh/a	102	105	88	67
Eigenverbrauch in MWh/a	37	33	36	19
Eigenverbrauchsquote	36 %	31 %	41 %	28 %
Netzeinspeisung in MWh/a	66	72	52	49
Stromverbrauch in MWh/a	83	73	95	48
Amortisationszeit in a	9-12	17	9	-
Investitionskosten in €	106.000	170.000	99.000	-
Autarkiequote	44 %	45 %	38 %	39 %

¹ Die Strombezugskosten wurden durch einen Vergleich der Strompreise des regionalen Versorgers verschiedener bayerischer Städte für Gewerbekunden ermittelt.

² Annahme: weiterhin sinkende Vergütung

³ Hier wird jeweils mit dem Netto-Preis gerechnet.

1.3 Last- und Erzeugungsgänge für Beispielwochen

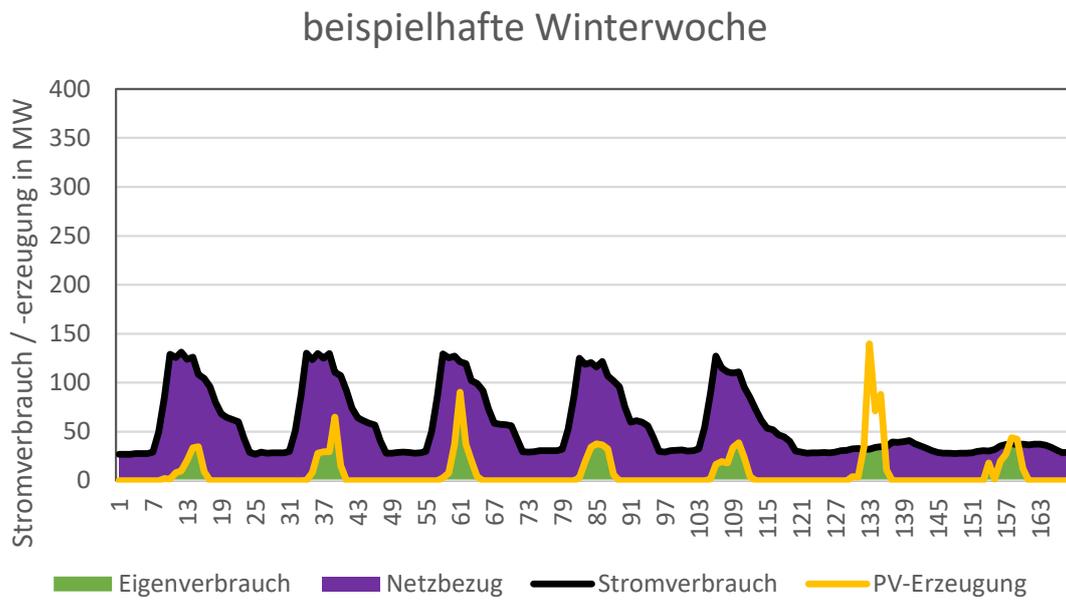


Abbildung 1-1: Lastgang und Erzeugung in einer beispielhaften Winterwoche mit Schulbetrieb

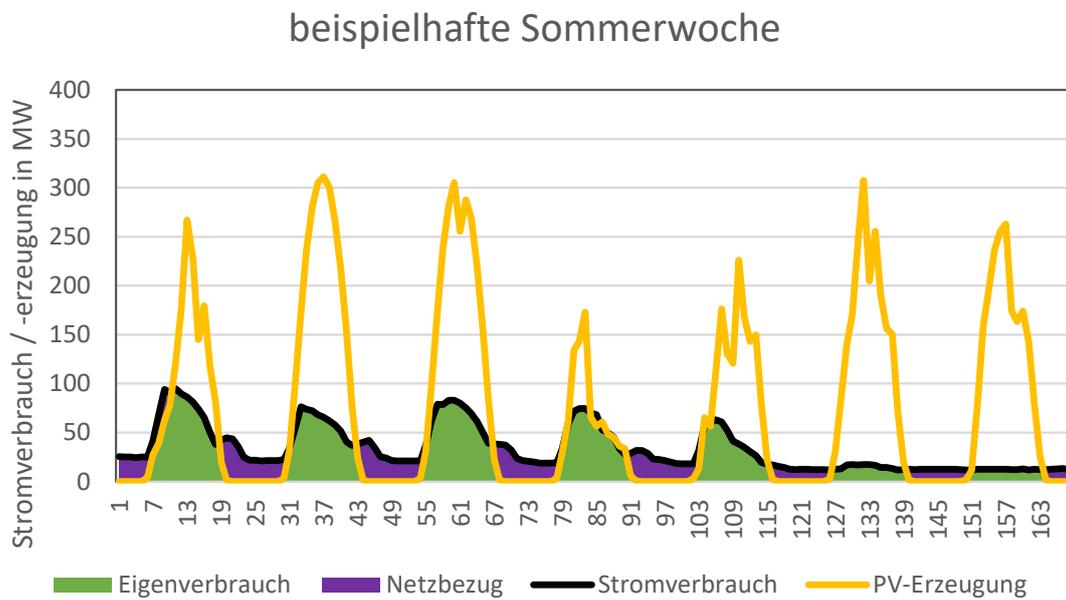


Abbildung 1-2: Lastgang und Erzeugung in einer beispielhaften Sommerwoche mit Schulbetrieb

Osterferien

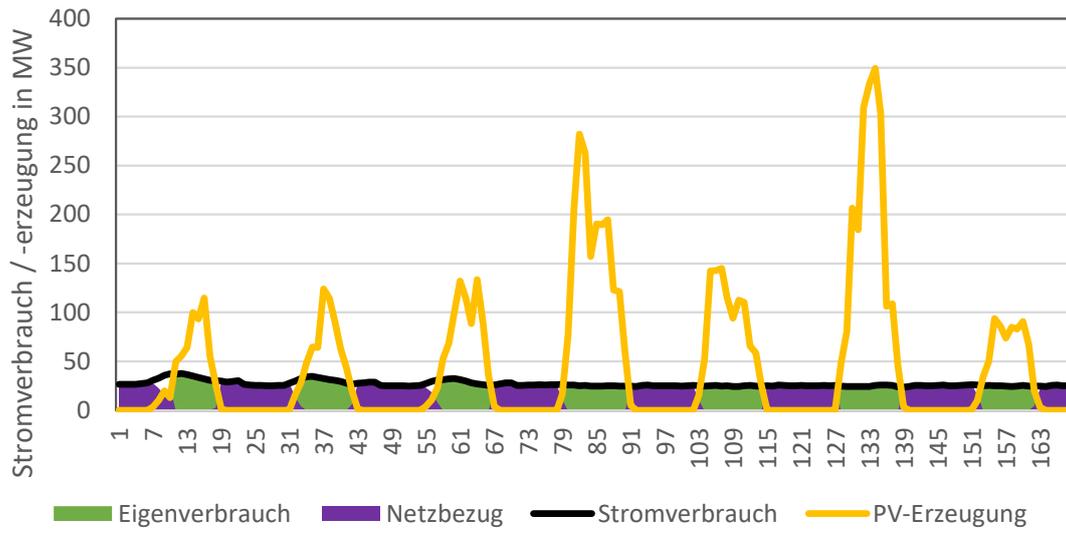


Abbildung 1-3: Lastgang und Erzeugung in einer beispielhaften Frühjahrswoche in den Ferien

Sommerferien

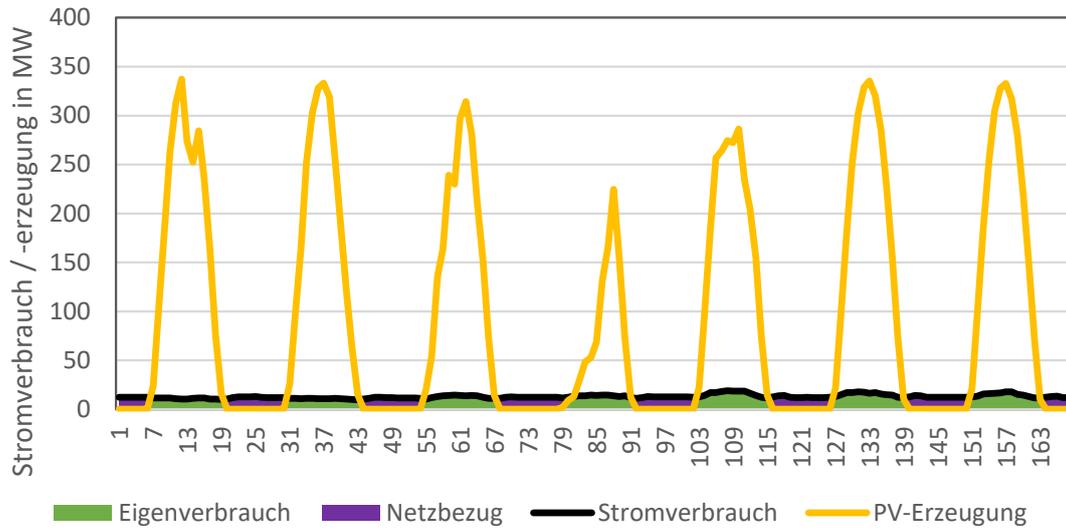


Abbildung 1-4: Lastgang und Erzeugung in einer beispielhaften Sommerwoche in den Ferien

1.4 Sensitivitätsstudie für nur teilweise genutzte Dachfläche

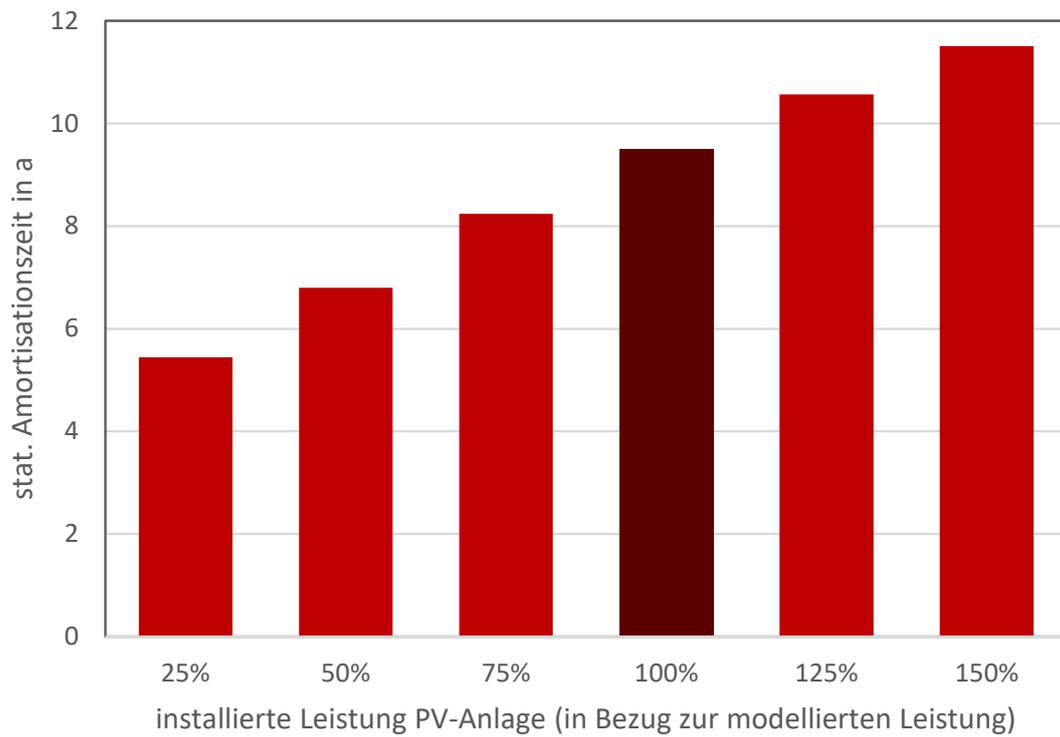


Abbildung 1-5: Variierte installierte PV-Leistung von 25 % bis 150 % zur Berechnung der Amortisation

2 Literatur

- BNETZA-22 20 Bestimmung der anzulegenden Werte für Solaranlagen § 49 EEG 2017 für die Kalendermonate November, Dezember 2020 und Januar 2021: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html; Bonn: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2020 (überarbeitet: 2020).
- BNETZA-23 20 Wulff, Fiete: Pressemitteilung - EEG-Umlage 2021 beträgt 6,500 ct/kWh. Bonn: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2020.
- ECM-01 16 Schroedter-Homscheidt, Marion et al.: User's Guide to the CAMS Radiation Service - Status December 2016. Shinfield Park: ECMWF, 2016.
- ERP-01 19 Transferstelle Bingen: Beispiele aus der kommunalen Praxis: Schule mit Photovoltaik-Anlage und Batterie - Faktenpapier. Bingen, Kaiserslautern: Energieagentur Rheinland-Pfalz, 2019.
- FFE-03 12 Gobmaier, Thomas; Beer, Michael; von Roon, Serafin; Schmid, Tobias; Mezger, Tomás; Corradini, Roger; Hohlenburger, Sebastian: Simulationsgestützte Prognose des elektrischen Lastverhaltens bis 2030 - Forschungsinitiative Kraftwerke des 21. Jahrhunderts (KW21 BY E3). München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), Juni 2012
- GEMALL-01 20 Gemeinde Allershausen: Erneuerbare Energien - Photovoltaik Schule. In: <https://www.allershausen.de/service-gemeinde-allershausen/buergerenergiestammtisch/item/216-photovoltaikanlage-schule.html>. (Abruf am 2020-12-11); Allershausen: Gemeinde Allershausen, 2020.
- HAMDE-01 19 Schulbau Hamburg: Hamburgs Schulen sorgen für gutes Klima: Gründachoffensive zeigt erste Erfolge. In: <https://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/12771880/2019-07-22-fb-hamburgs-schulen-sorgen-fuer-gutes-klima-gruendachoffensive-zeigt-erste-erfolge/>. (Abruf am 2020-12-14); Hamburg: hamburg.de GmbH & Co. KG, 2019.
- HTW-01 18 Bergner, Joseph et al.: Das Berliner Solarpotenzial - Kurzstudie zur Verteilung des solaren Dachflächenpotenzials im Berliner Gebäudebestand. Berlin: Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 2018.
- ISE-08 20 Wirth, Harry: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Freiburg: Fraunhofer ISE, 2020.
- ISI-28 15 Schlomann, Barbara et al.: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013 - Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Karlsruhe, München, Nürnberg: Fraunhofer ISI, 2015.
- KMB-01 19 Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus: Bayerns Schulen in Zahlen 2018/2019. München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2019.
- LHM-03 20 Geodatenservice München: Geo Portal München. In: <https://bit.ly/3m4xefP>. (Abruf am 2020-12-11); München: Landeshauptstadt München Kommunalreferat, 2020.
- TUD-03 20 Rothhaupt, Marcus et al.: Entwicklung eines Konzeptes zur Erzeugung, Speicherung und Nutzung regenerativer Energien in Schulen. Dresden: TU Dresden, 2020.