

## Die Rolle der Rahmenbedingungen für den Stromverbrauch bei Photovoltaik-Erzeugern

# Rebound-Effekte und Prosumer

Am Beispiel von Prosumern mit Solarenergie wird dargestellt, wieso es beim Umstieg auf erneuerbare Energien zu Rebound-Effekten kommen kann. Die Gründe hierfür sowie die Rolle politischer Rahmenbedingungen werden basierend auf Interviewergebnissen genauer beleuchtet. Von Julika Weiß, Swantje Gähns und Ray Galvin

Um die nationalen wie internationalen Klimaschutzziele zu erreichen ist eine Kombination aus einer Verringerung des Energieverbrauchs und einem Umstieg auf erneuerbare Energien notwendig. Während für Energieeffizienzmaßnahmen in Haushalten das Auftreten von Rebound-Effekten und dadurch verringerte Einsparungen bereits umfassend untersucht wurden, gibt es bisher kaum Wissen zu den Auswirkungen eines Wechsels zu erneuerbaren Energien auf den Energieverbrauch. Die Frage, ob es dabei auch zu signifikanten Rebound-Effekten kommt, ist von großer Bedeutung für die Energiewende und die Klimaschutzpolitik. Denn ohne eine Reduktion des Verbrauchs lassen sich die Ziele nur mit deutlich höheren Ausbauraten an erneuerbaren Energien erreichen, was aufgrund des damit verbundenen Flächen- und Ressourcenverbrauchs sowie der teilweise geringen Akzeptanz problematisch ist.

Rebound-Effekte können bei einem Umstieg auf erneuerbare Energien grundsätzlich auf denselben Faktoren beruhen wie bei Effizienzmaßnahmen. Wenn Kosten eingespart und mit diesen Mitteln stattdessen mehr Energie oder auch andere Güter oder Dienstleistungen konsumiert werden, kann es zu monetären Rebound-Effekten kommen. So fallen bei der Installation von Erneuerbare-Energien-Anlagen erst mal relativ hohe Anfangsinvestitionen an; danach sind die laufenden Kosten aber gering, es bleibt „Geld übrig“. Dagegen bleiben bei einem Wechsel zu Ökostrom die laufenden Kosten relativ konstant oder steigen sogar; monetäre Rebound-Effekte sind dann nicht zu erwarten. Aber es gibt noch weitere Faktoren für das Auftreten von Rebound-Effekten. Zum Beispiel kann ein gutes Gewissen durch den Umstieg auf Ökostrom, an anderer Stelle zu eher weniger umweltfreundlichem Handeln führen („Moral Licensing“; siehe Beitrag Schuler et al. in diesem Heft). Ein weiterer Faktor kann das fehlende Wissen zum Umgang mit den neuen Geräten oder Technologien sein. Rebound-Effekte sind somit nicht nur über Veränderungen von Kosten erklärbar.

Das Auftreten von Rebound-Effekten beim Wechsel zu erneuerbaren Energien wird in diesem Artikel am Beispiel von „PV-Prosumern“ thematisiert. Unter Prosumern werden hier Haushalte verstanden, die Strom nicht nur konsumieren, sondern auch produzieren. Interviews mit Prosumer-Haushalten haben gezeigt, dass die derzeitigen politischen Rahmenbedingungen und insbesondere das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wichtige Faktoren für das Verhalten der Prosumer und das Auftreten von Rebound-Effekten sind. Deshalb werden nachfolgend zunächst die aktuellen Regelungen für PV-Prosumer in Deutschland genauer dargestellt, bevor die Ergebnisse von 16 Interviews mit Prosumer-Haushalten im Jahr 2019 in Unterfranken präsentiert werden (zur Methodik siehe Galvin 2020).

### Prosumer im Bereich Solarenergie

Prosumer-Haushalte leisten durch die Erzeugung von PV-Strom inzwischen einen relevanten Beitrag zur Stromerzeugung. Im Jahr 2018 wurden rund 46 TWh Strom durch PV-Anlagen erzeugt. Dies waren 20,4% des EE-Stroms und 7,7% des gesamten Stromverbrauchs (BMWi 2019). Ein Großteil der rund 1,7 Millionen installierten PV-Anlagen Ende 2018 waren kleine private Dachanlagen (BSW-Solar 2019). Insgesamt waren bereits 2016 an oder auf 8,4% der Wohngebäude eine PV Anlage installiert (Cischinsky und Diefenbach 2018).

Der von (PV-)Prosumern erzeugte Strom kann entweder in das Netz eingespeist werden oder im Haushalt genutzt werden. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) garantiert eine vorrangige Netzeinspeisung und eine feste Vergütung über 20 Jahre. Die Einspeisevergütungen sinken kontinuierlich nach dem Jahr der Installation. Seit 2013 liegt die Vergütung unter dem Strombezugspreis, sodass Eigenverbrauch lohnender als Einspeisung und eine reine Einspeisung nicht mehr lukrativ ist (siehe Abbildung 1). Deshalb speisen auch die meisten Erzeuger, die ihre Anlage in den letzten Jahren installiert haben, nur einen Teil ein und nutzen den Strom möglichst umfassend selbst. Ab dem nächsten Jahr gibt es zudem Anlagen, deren EEG-Förderzeitraum nach 20 Jahren ausgeschöpft ist und für die der Eigenverbrauch ebenfalls eine attraktive Option sein kann.

### Die Bedeutung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes

Bei Anlagen mit Eigenverbrauch wird häufig ergänzend eine Batterie als Stromspeicher eingesetzt, um die Versorgung mit Solarenergie besser auf die Verbrauchsmuster der Haushalte

abzustimmen und den Eigenverbrauch zu erhöhen. Die Anzahl der PV-Speicher stieg von unter 5.000 im Jahr 2013 auf über 200.000 Ende 2019 (Figgenger et al. 2018; EuPD Research 2020). Eine weitere Möglichkeit, den Eigenverbrauch zu erhöhen, ist die Nutzung des Stroms in anderen Bereichen (z. B. der Wärmebereitstellung oder Mobilität) oder die Beteiligung an einer Stromcommunity, innerhalb derer der Strom virtuell gemeinsam genutzt und getauscht wird.

Im Hinblick auf die Kostenstruktur, die für ökonomische Rebound-Effekte relevant ist, unterscheiden sich die Fälle Einspeisung und Eigenverbrauch deutlich. Bei einer reinen Einspeisung erhält der Haushalt durch die Einspeisevergütung ein zusätzliches Einkommen, die Vergütung hat aber auf die Kosten für den Energiebezug keine direkte Wirkung. Dagegen reduzieren sich beim Eigenverbrauch direkt die Strombezugskosten. Der selbst erzeugte Strom ist kostengünstiger als der bezogene – und bei einer reinen Betrachtung der verbrauchsabhängigen Kosten quasi kostenlos. Beim Einsatz eines Batteriespeichers oder wenn der Strom auch zur Wärmeerzeugung oder für E-Mobilität eingesetzt wird, steigen die Möglichkeiten zum Eigenverbrauch.

Auch die Regelungen zum Einspeisemanagement im EEG beeinflussen die Erlöse privater PV-Anlagenbetreiber/innen. So können Netzbetreiber die Leistung der PV-Anlagen im Falle eines Netzengpasses via Fernsteuerung reduzieren und die nicht vergütete Strommenge entschädigen (EEG 2018). Alternativ gibt es für Anlagen unter 30 kW die Option, die eigene Einspeise(wirk)leistung auf 70 % zu begrenzen (EEG 2018). Davon ausgenommen ist der Eigenverbrauch, sodass dieser für die Prosumer noch attraktiver wird. Nach Angaben des Fraunhofer ISE (2019) liegen die tatsächlichen Einnahmeverluste durch diese Begrenzung allerdings nur bei rund 2–5 %, da die reale Leistung aufgrund des Wetters und technischer Begebenheiten (Ausrichtung nicht nach Süden, Verschattung, etc.) nur selten höher als 70 % der Nennleistung der Anlage beträgt (Wirth 2019). Dennoch zeigen nachfolgend die Ergebnisse der Interviews mit Prosumern, dass die Regelung für diese von großer Bedeutung ist.

### Rebound-Effekte bei Prosumern

Das EEG und die Regelungen zur Einspeisevergütung und zum Einspeisemanagement spielten in den Interviews mit Prosumer-Haushalten eine große Rolle. Mehrere Interviewte, die bereits vor Jahren ihre PV-Anlage installiert haben, speisen ihren Strom ausschließlich ein. Diese Haushalte berichten teilweise von Einkommenseffekten aufgrund der hohen Einspei-

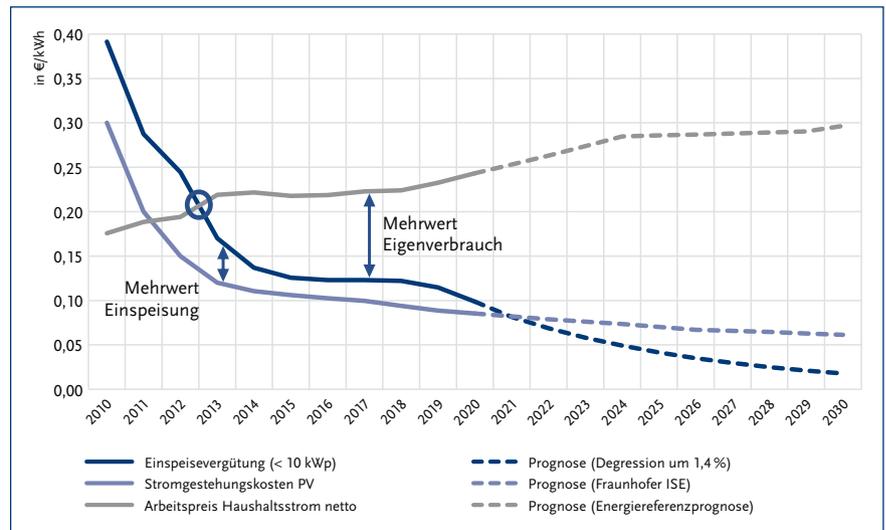


Abbildung 1: Entwicklung der Einspeisevergütung, der PV-Stromgestehungskosten und des Strompreises  
 Quelle: Eigene Darstellung nach Schwencke und Bantle (2020), BNetzA (2020), Fraunhofer ISE (2013; 2018) und Schlesinger et al. (2014)

severgütung: Die Interviewten berichteten, dass sich die Installationskosten innerhalb von zehn Jahren amortisiert hätten, in den Folgejahren also hohe Gewinne erzielt wurden. Zwar investierten einige Befragte dieses Geld in weitere PV-Anlagen, andere aber in die Vergrößerung der Wohnfläche oder in ein zusätzliches Elektroauto oder -rad. Somit zeigt sich, dass durch hohe Vergütungen die Gefahr besteht, dass durch den Einkommenseffekt indirekte Rebound-Effekte ausgelöst werden. Direkte Rebound-Effekte spielten bei diesen Haushalten bisher keine Rolle, allerdings überlegen einige Haushalte, wie sie nach Auslaufen der Einspeisevergütung den dann quasi kostenlos verfügbaren PV-Strom verwenden wollen.

Die Nutzung des selbst erzeugten Stroms spielt auch bei den Prosumern mit Eigenverbrauch eine große Rolle. Aufgrund der geringeren Kosten des selbsterzeugten Stroms zeigen sich hier auch Rebound-Effekte. Während ein Teil der interviewten Prosumer angab, ihr Verbrauchsverhalten finanziell zu optimieren, sind andere durch die PV-Erzeugung weniger diszipliniert und können mehr Strom verbrauchen, ohne das Haushaltsbudget zu sprengen. In einem Haushalt wird so beispielsweise ermöglicht, dass in jedem Kinderzimmer ein Fernseher steht und nicht konsequent ausgeschaltet werden muss. In vielen Interviews waren die Sorge um die Umwelt und Engagement für den Klimaschutz ein Thema. Dabei sind einige Interviewte der Meinung, dass sie durch ihren Beitrag zur Erzeugung von Ökostrom liberaler in ihren Verbrauchsgewohnheiten sein dürfen (wenn auch in unterschiedlichem Maß). Psychologische und monetäre Faktoren spielen hier also gemeinsam eine Rolle für den sorgloseren Umgang mit Strom in einigen Haushalten. Andere Interviewte sind dagegen sehr konsequent mit der Kontrolle und Optimierung ihres Stromverbrauchs – unter Einbeziehung von intelligenten Technologien. Rebound-Effekte treten demnach nicht bei allen auf.

In mehreren Interviews zeigt sich, dass die Regelung zur Begrenzung der Einspeisung im EEG psychologische Rebound-Effekte induziert. Dieser Aspekt nahm – im Vergleich zur eigentlich geringen Wirkung dieser Regelung – einen großen Raum in den Interviews ein, da einige Prosumer Sorge haben, dass ein kleiner, aber signifikanter Anteil ihres erzeugten Stroms nicht verwendet wird. Konkret wurde beispielsweise geäußert, dass an klaren Sommertagen der selbsterzeugte Strom manchmal ab 11 Uhr nur noch zu einem Teil eingespeist werden kann und der Strom dann „verfällt“. Viele der interviewten Prosumer befassen sich deshalb intensiv mit der Frage, wie sie diesen Strom dennoch nutzen können, wobei es manchmal auch zu einem Mehrverbrauch kommt. Ein Beispiel ist ein Haushalt, der sich einen elektrisch betriebenen Brunnen angeschafft hat, der nicht nur in Überschusszeiten läuft.

## Fazit

Die Ergebnisse der Interviews zeigen, dass ähnlich wie bei Energieeffizienzmaßnahmen auch beim Umstieg auf erneuerbare Energien Rebound-Effekte aus psychologischen und ökonomischen Gründen auftreten können. Die aktuellen politischen Rahmenbedingungen fördern in Deutschland zunehmend den Eigenverbrauch gegenüber der Einspeisung. Eigenverbrauch scheint dabei durch die geringeren Stromkosten Rebound-Effekte zu begünstigen, wobei sich psychologische und monetäre Effekte überlagern. Untersuchungen an anderer Stelle deuten ebenfalls darauf hin, dass die Preisstruktur für die Einspeisung und Nutzung von selbsterzeugtem Strom Rebound-Effekte beeinflusst. In einer Studie stellten Li et al. (2020) fest, dass starke finanzielle Anreize für die Einspeisung von Strom ins Netz (und damit der Verzicht auf den Verbrauch im Haushalt) bei US-Prosumern zu negativen Rebound-Effekten führt. Verschärft wird die tendenziell wenig verbrauchsreduzierende Wirkung des Eigenverbrauchs derzeit durch die Kappung der Einspeisemenge. Diese Regelung kann bei Prosumern dazu führen, dass sie ihren Stromverbrauch eher hinsichtlich der Erhöhung des Eigenverbrauchs optimieren als eine Reduktion des Gesamtverbrauchs anzustreben.

Insgesamt zeigt sich, dass die regulatorische Bevorzugung von Eigenverbrauch zwar für die Akzeptanz und den Ausbau von PV sehr vorteilhaft ist, aus klimapolitischer Sicht jedoch Anreize zur Verringerung des Stromverbrauchs fehlen und damit Rebound-Effekte begünstigt werden können. Problematisch sind zudem die Regelungen zur Einspeisebegrenzung von Solarstrom. Wie lassen sich diese Effekte reduzieren? Wichtig ist zum einen, die Prosumer so zu informieren und zu beraten, dass sie die Ziele der Energiewende mit ihren Verbrauchspraktiken unterstützen. Zudem könnte die Einspeisebegrenzung mit einem netzdienlichen Einsatz der PV-Anlagen minimiert werden, beispielsweise angereizt durch differenziertere Einspeisevergütungen. Weitere Maßnahmen wären eine Ausweitung von Strom-Communities und des Einspeisemanagements im Zuge des Smart-Meter-Rollouts.

## Anmerkung

Der Artikel ist im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts „EE-Rebound“ (FKZ 01UT1705A) entstanden. Die Autor/innen bedanken sich bei Clara Lenk, Lukas Torliene und Jan Knoefel für die Unterstützung.

## Literatur

- BMW (2019): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2018. Berlin, BMWi.
- BNetzA (2020): Fördersätze für PV-Anlagen. EEG-Registerdaten und -Fördersätze. Bonn, BNetzA.
- BSW-Solar (2019): Statistikpapier „Photovoltaik“. Berlin, BSW-Solar.
- Cischinsky, H./Diefenbach, N. (2018): Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016. Darmstadt, IWU.
- EEG (2018): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2017).
- EuPD Research (2020): Ende 2019 sind gut 200.000 Heimspeicher in Deutschland installiert: sonnen und BYD als führende Anbieter. <https://www.eupd-research.com/ende-2019-sind-gut-200000-heimspeicher-in-deutschland-installiert/>
- Figgiger, J./Haberschusz, D./Kairies, K.-P./Wessels, O. (2018): Speichermonitoring: Wissenschaftliches Mess – und Evaluierungsprogramm Solarstromspeicher 2.0. Jahresbericht 2018. Aachen, ISEA/RWTH.
- Fraunhofer ISE (2013): Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien. Freiburg, Fraunhofer ISE.
- Fraunhofer ISE (2018): Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien. Freiburg, Fraunhofer ISE.
- Galvin, R. (2020): I'll follow the sun: Geo-sociotechnical constraints on prosumer households in Germany. In: Energy Research & Social Science 65. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629620300323>
- Li, X./Lim, M./Ni, D./Zhong, B./Xiao, Z./Hao, H. (2020): Sustainability or continuous damage: A behavior study of prosumers' electricity consumption after installing household distributed energy resources. In: Journal of Cleaner Production 264.
- Schlesinger, M./Lindenberger, D./Lutz, C. (2014): Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-endbericht.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=7)
- Schwencke, T./Bantle, C. (2020): BDEW-Strompreisanalyse Juli 2020. Haushalte und Industrie. Berlin, BDEW.
- Wirth, H. (2019): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Freiburg, Fraunhofer ISE.

## AUTOR/INNEN + KONTAKT

**Dr. Julika Weiß** ist stellvertretende Leiterin des Forschungsfelds Nachhaltige Energiewirtschaft und Klimaschutz am IÖW.

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW),  
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin. Tel.: +49 30 884594-0,  
E-Mail: [julika.weiss@ioew.de](mailto:julika.weiss@ioew.de)

**Dr. Swantje Gährs** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am IÖW.

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW),  
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin. Tel.: +49 30 884594-0,  
E-Mail: [swantje.gaehrs@ioew.de](mailto:swantje.gaehrs@ioew.de)

**Dr. Ray Galvin** forscht und lehrt für die RWTH-Aachen und die Universität Cambridge.

Institute for Future Energy Needs and Behavior,  
Mathieustr. 10, 52074 Aachen. Tel.: +49 241 8049829,  
E-Mail: [rgalvin@eonerc.rwth-aachen.de](mailto:rgalvin@eonerc.rwth-aachen.de)

