

Kurzexpertise: Betriebskosten

Im Rahmen des Energiesammelgesetzes sollen außerordentliche Kürzungen der anzulegenden Werte für PV-Anlagen mit mehr als 40 kW bis 750 kW beschlossen werden. Dies soll eine Überförderung vermeiden. Da die Grundlage der Diskussion zum Teil auf einem Zitat der HTW Berlin aus dem Jahr 2015 basiert, möchten wir an dieser Stelle mit einer Kurzexpertise weitere Erkenntnisse darlegen. Zentrale Inhalte sind:

1. Die Betriebskosten weisen eine deutlich höhere Spannbreite auf als im Erfahrungsbericht berücksichtigt.
2. Eine allgemeingültige prozentuale Kopplung zwischen Investitionskosten und Betriebskosten ist nicht gegeben und sollte nicht zur Berechnung der Vergütungssätze herangezogen werden.
3. Bei realistischen Betriebskostenannahmen von jährlich etwa 32,21 €/kW ist die Einspeisevergütung gerade kostendeckend. Von einer Senkung ist insofern abzusehen.
4. Ein Absinken der Betriebskosten ist nicht zu erwarten.

1 Investitionskosten senkung

Bei PV-Anlagen konnte in den letzten Jahren eine erhebliche Senkung der Investitionskosten beobachtet werden. Es bleibt jedoch zu erwarten, dass die Investitionskosten für PV-Dachanlagen nicht mehr in dem Umfang sinken können, wie noch vor einigen Jahren. Ein Grund hierfür ist, dass die Kosten für Module und Wechselrichter inzwischen nur noch knapp die Hälfte der Investitionskosten ausmachen und die Kosten für Installation aufgrund der Lohnentwicklung immer wichtiger wird, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Entwicklung der Kostenbestandteile und Kostenreduktion nach EEG Erfahrungsbericht¹.

	Reichmuth 2011	Kelm 2014	Kelm 2018	2011-2014	2014-2018
Leistung in kW	500	500	500	100%	100%
Investition in €/kW	2000	1180	900	59%	76%
BOS in €/kW	700	472	441	67%	93%
PV+WR in €/kW	1300	708	459	54%	65%

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurden die Nettoangebotskosten von knapp 2.000 Angeboten für PV-Anlagen ausgewertet, die von Nutzer_innen von photovoltaikforum.com eingestellt wurden. Hierbei wurden alle Beiträge zwischen 01.01.2017 bis 04.09.2018 ausgewertet und um unplausible und leere Angebote bereinigt, sodass knapp 1.800 Angebote verbleiben.

Die daraus abgeleitete Kostenkurve entspricht in etwa der Kostenfunktion des Erfahrungsberichtes zum EEG von Kelm et al. (2018), siehe Abbildung 1.1. Zu beachten ist dabei, dass bei den kleinsten Anlagen höhere Kosten anfallen. Bei den größeren PV-Systemen ergibt sich eine Kostendifferenz, die zum einen auf gesunkene Kosten und zum anderen auf nicht enthaltene Posten in den Angeboten (Umbau Netzanschluss, Zähler, etc.) zurückgeführt werden kann. Die hier verwendete Kostenfunktion aus den Angeboten des Photovoltaikforums entspricht somit in Näherung der Kostenfunktion des Erfahrungsberichtes.

¹Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie Zwischenbericht

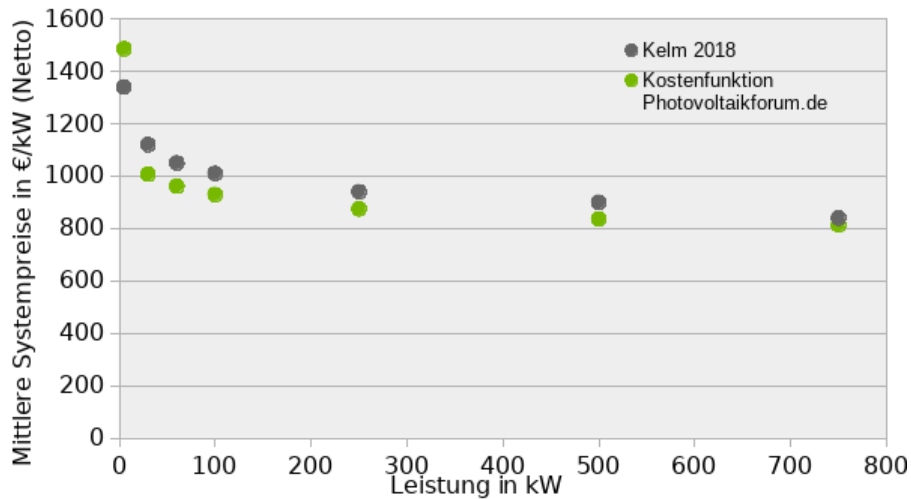


Abbildung 1: Spezifische Systempreise über der Leistung nach Kelm (2018) und eine aus den Angebotsdaten von photovoltaikforum.com abgeleitete Kostenfunktion.

2 Betriebskosten

Basierend auf einer Umfrage des Solarfördervereins durch die Technische Hochschule Köln, durchgeführt von Rühlers et al. (2018), wurden die Kosten für den Weiterbetrieb von Solaranlagen ermittelt. Zu den Betriebskosten wurden in der Untersuchung die Positionen

- technische und betriebswirtschaftliche Betriebsführung,
- Pacht und Dach- bzw. Grundstückspflege,
- Versicherung und weitere Beiträge
- sowie Kosten für die Reparatur und Wartung der Anlage erfragt.

Für diese Kurzexpertise wurden die PV-Anlagen mit mehr als 40 kW ausgewertet und deren gesamten jährlichen Betriebskosten ermittelt. Hierbei wurden die Reparaturen, wenn angegeben, auf die Betriebsjahre umgelegt. Es ergeben sich 65 Anlagen mit verschiedenen Betriebszeiträumen.

In Abbildung 2 wurden die so ermittelten jährlichen spezifischen Betriebskosten über den Installationsjahren 2000 bis 2018 dargestellt. Die Mehrzahl der Angaben liegt hierbei im Bereich zwischen 22 €/kW und 63 €/kW (25% bis 75%-Quantil) mit einem Median von 40 €/kW.

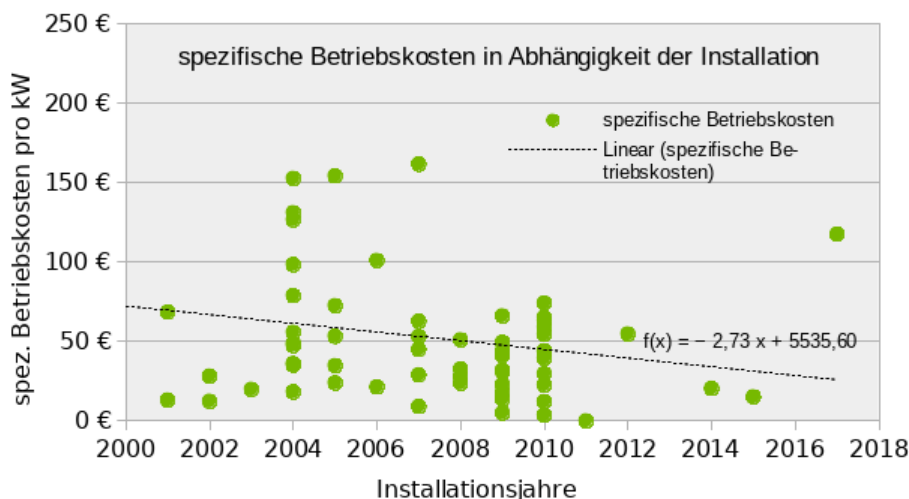


Abbildung 2: Jährliche spezifische Betriebskosten über den Installationsjahren 2000 bis 2018. Daten: Rühlers et al. (2018).

Es zeigt sich, dass die spezifischen Betriebskosten in den letzten Jahren tendenziell gesenkt werden konnten. Zur Erklärung kommt hierfür potenziell eine Optimierung der Betriebsprozesse und Professionalisierung in Betracht. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass mit dem Alter der PV-Anlage auch die Wahrscheinlichkeit für Reparaturen steigt. Dies ist auch eine Ursache für die breitere Streuung der Betriebskosten.

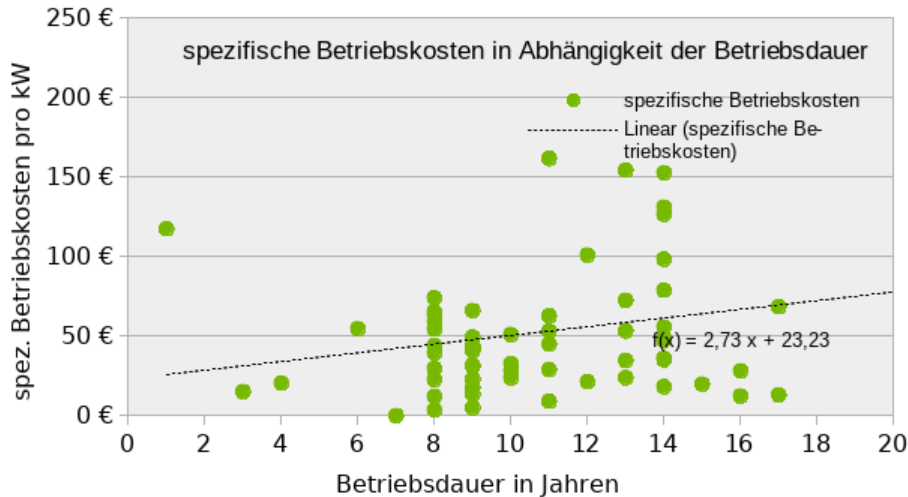


Abbildung 3: Jährliche spezifische Betriebskosten über der Betriebsdauer. Daten: Rütters et al. (2018).

Trägt man die Daten über der Leistung der jeweiligen Anlagen auf, so ergibt sich die Darstellung in Abbildung 4. Die spezifischen Betriebskosten der einzelnen Anlagen (grün) streuen stark. Auch hier kann man in der Regression (schwarz) sehen, dass die spezifischen Betriebskosten mit der PV-Anlagengröße sinken. Hierfür bieten sich Skaleneffekte und Professionalisierung als eine mögliche Erklärung an. Es zeigt sich jedoch, dass der Effekt nicht sehr stark ausgeprägt ist.

Zusätzlich sind in Abbildung 4 die Betriebskosten nach Erfahrungsbericht von Kelm et al. (2018) aus Tabelle 31 dargestellt (grau). Die Regression der Einzelwerte (orange) bildet die mittleren spezifischen Betriebskosten der Umfrage ab. Es zeigt sich jedoch deutlich, dass die Werte, die Kelm et al. ansetzen eine weitaus geringere Streuung aufweisen als in der Realität vorhanden. Wie bereits vorher erwähnt, ist dies unter anderem auf die anuitätischen Kosten für die Reparaturen zurückzuführen.

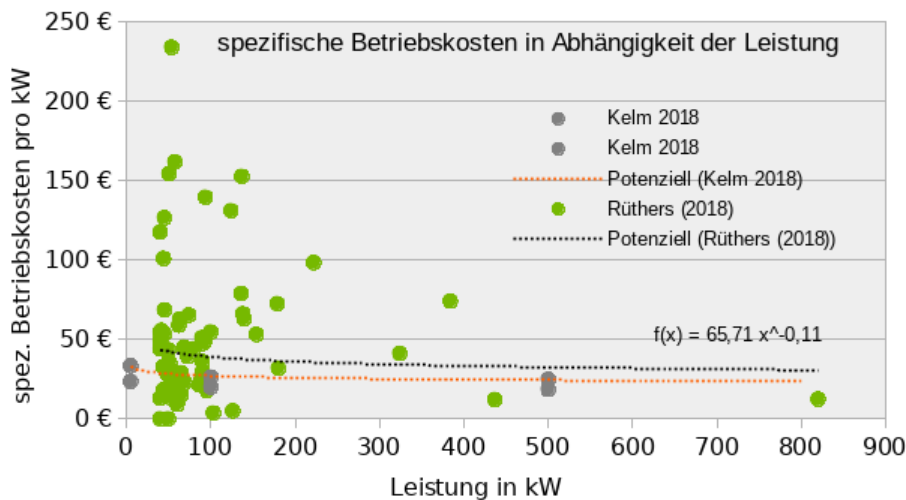


Abbildung 4: Jährliche spezifische Betriebskosten über den Jahren 2000 bis 2018. Daten: Rütters et al. (2018) und Kelm et al. (2018).

3 Diskussion

Wie in der Pressemitteilung zum Energiesammelgesetz und auch der Stellungnahme der Energiegewinner eG dargestellt ist, wird für die Berechnung der Stromgestehungskosten in Kelm et al. (2018) ein konstanter Wert von 1,5 % der Investitionskosten mit einer Inflationsrate von 1,5 % pro Jahr angenommen. Für die Betriebskosten für den Weiterbetrieb wurden jedoch absolute Beträge angegeben (siehe Abbildung 4). Wieso Kelm et al. hier auf unterschiedliche Methoden zurückgreift bleibt offen.

Fest steht jedoch: Eine funktionale Abbildung der Betriebskosten von im Mittel 1,73 % der Investitionskosten unterschätzt die Betriebskosten deutlich. Auf Basis der ermittelten Funktionen aus Abbildung 1 und Abbildung 4 konnte in dieser Kurzexpertise ein Wert zwischen 4 % und 4,5 % gefunden werden (vergleiche Tabelle 2).

Über einen Betriebszeitraum von 20 Jahren macht dies einen Unterschied von 1,5 bis 2,4 ct/kWh aus. An dieser Stelle sollte man jedoch kritisch feststellen, dass die so ermittelten Stromgestehungskosten zum Teil oberhalb der Einspeisevergütung liegen, sodass jährliche Betriebskosten am unteren Ende der Funktion realistisch erscheinen (32,21 €/kW). Hier ist die Einspeisevergütung noch kostendeckend und dient somit der Absicherung für andere Geschäftsmodelle. Das Risiko höherer Betriebskosten ist damit nicht abgedeckt.

Tabelle 2: Kostenfunktionen für Investition und Betriebskosten von Rüthers et al. (2018) sowie prozentualer Anteil und Differenz zu Kelm et al (2018).

Leistung in kW	40	60	100	250	750
Investitionskosten (2017) €/kW	988	962	930	875	814
Jährliche Betriebskosten in € /kW	44,46	42,52	40,20	36,34	32,21
Betriebskosten in % der Investitionskosten (2017)	4,50 %	4,42 %	4,32 %	4,15 %	3,96 %
Differenz der Stromgestehungskosten ² in ct / kWh	2,41	2,27	2,10	1,83	1,54

Wie von der Energiegewinner eG bereits dargestellt, sind die prozentualen Angaben der Betriebskosten keine festen Werte, sondern können sich immer nur auf das Referenzjahr beziehen. Dass die Betriebskosten mit den Investitionskosten sinken ist auf Basis der untersuchten Daten nicht erkennbar. Ein weiterer Aspekt sei hinzugefügt: Wie in Tabelle 1 gezeigt werden konnte, sanken die Kosten für die PV-Technik in den letzten Jahren deutlich stärker als die Kosten für die arbeitsintensive Installation. Ähnliche Effekte dürften beim technischen Betrieb, Wartung und Reparatur zu beobachten sein, so dass auch in naher Zukunft keine direkte Kopplung mit einem festen Satz möglich ist. Dieser Kostenbestandteil ist demnach nicht durch technische Innovationen oder Rationalisierung geprägt, sondern insbesondere durch die künftige Lohnkostenentwicklung. Ein Sinken der Kosten, wie es ein an die Investitionskosten direkt gekoppelter Wert suggeriert, ist demnach unwahrscheinlich.

² Bei 20 Jahren Betrieb mit 1000 kWh/kWp

4 Literatur und Daten

Kelm, T., Metzger, J., Jachmann, H., 2018. Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie (Zwischenbericht). Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stuttgart.

Kelm, T., Schmidt, M., Taumann, M., Püttner, A., Jachmann, H., Capota, M., Dasenbrock, J., Barth, H., Spiekerman, R., Braun, M., Bofinger, S., Günnewig, D., Püschel, M., Hochgürtel, D., Fett, S., Sporer, K., 2014. Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG - Vorhaben IIc Stromerzeugung aus Solarer Strahlungsenergie (Zwischenbericht) Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Stuttgart.

Reichmuth, M., Kelm, T., Braun, M., Günnewig, D., Puhe, H., 2011. Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG Vorhaben II c Solare Strahlungsenergie (Erfahrungsbericht). Leipziger Institut für Energie, Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung, Fraunhofer Institut für Wind und Energiesystemtechnik, Bosch und Partner, SOKO - Institut für Sozialforschung und Kommunikation, Leipzig.

Rüther, T., Reifschneider, J., Gelhorn, A., Blieske, U., 2018. Betriebskosten von Photovoltaikanlagen nach Ablauf der Förderung durch das EEG zur Verifizierung einer empirischen Studie, in: Vorgestellt auf dem PV-Symposium 2018, Bad Staffelstein, S. 492-493.

www.photovoltaikeforum.com

Dank gehen an die TH Köln und das photovoltaikforum.com für die Bereitstellung der Daten.

<https://www.energiegewinner.de/de/presse.html>