



Künftige Finanzierung der Energieversorgung durch erneuerbare Energien (UM 17433160)

Wirtschaftlichkeit von PV- Speichern (Auswertungsbericht)

Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)



Isabel Schrems, Florian Zerzawy (FÖS)

Oktober 2020

Wirtschaftlichkeit von PV-Speicher

Inhalt

1	Fragestellung	4
2	PV-Anlage 5 kWp, vollständige Befreiung des Eigenverbrauchs von der EEG-Umlage (Referenzfall)	5
2.1	Ergebnis	5
2.2	Sensitivitätsanalyse	7
2.2.1	Anschaffungskosten	7
2.2.2	Zuschüsse für Speicher	8
2.2.3	Stromkostenersparnis	9
3	PV-Anlage 30kWp, 40% EEG-Umlage nach § 61 EEG bzw. 0% EEG-Umlage	10
3.1	Ergebnis	10
3.2	Sensitivitätsanalyse	12
3.2.1	Anschaffungskosten	13
3.2.2	Ohne Zuschüsse für Speicher	14
3.2.3	Stromkostenersparnis	14
4	Fazit	16
5	Verwendete Annahmen und Parameter	17
5.1	Anlagedaten	17
5.1.1	PV Anlage ≤ 10 kWp	17
5.1.2	PV-Anlage ≤ 30 kWp	17
5.2	Stromkosten	18
5.2.1	Stromkosten privater Haushalte (relevant für betrachtete PV Anlage ≤ 10 kWp)	18
5.2.2	Gewerbliche Stromkosten (relevant für betrachtete PV Anlage ≤ 30 kWp)	18
6	Literaturverzeichnis	19
Anhang		20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kumulierter Cash Flow PVA 5kWp, mit Speicher, EV-Anteil 60%	6
Abbildung 2:	Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, ohne Speicher, EV-Anteil 25%	6
Abbildung 3:	Kumulierter Cash Flow PVA 5kWp mit Speicher, PV + Speicherkosten +10%	7
Abbildung 4:	Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, PV + Speicherkosten -10%	8
Abbildung 5:	Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, ohne Zuschüsse für Speicher	8
Abbildung 6:	Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, 10% höhere Stromkostensparnis	9
Abbildung 7:	Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, 10% niedrigere Stromkostensparnis	9
Abbildung 8:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, EV-Anteil 80%	11
Abbildung 9:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, ohne Speicher, EV-Anteil 50%	12
Abbildung 10:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, PV + Speicherkosten +10%	13
Abbildung 11:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, PV + Speicherkosten -10%	14
Abbildung 12:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, ohne Zuschüsse für Speicher	14
Abbildung 13:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, 10% höhere Stromkostensparnis	15
Abbildung 14:	Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, 10% niedrigere Stromkostensparnis	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen (5 kWp) mit und ohne Speicher (5 kWh)	5
Tabelle 2:	Kostenvergleich PVA (5 kWp) mit Speicher (5 kWh) zu Netzbezug	7
Tabelle 3:	Ergebnisse Sensitivitätsanalyse PVA 5 kWp mit Speicher	7
Tabelle 4:	Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen (30 kWp) mit und ohne Speicher, 40% EEG-Umlage	10
Tabelle 5:	Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen (30 kWp) mit und ohne Speicher, 0% EEG-Umlage	11
Tabelle 6:	Kostenvergleich PVA (30 kWp) mit Speicher (30 kWh) zu Netzbezug	12
Tabelle 7:	Ergebnisse Sensitivitätsanalyse, PVA 30 kWp mit Speicher, 40% EEG-Umlage	13
Tabelle 8:	Ergebnisse Sensitivitätsanalyse, PVA 30 kWp mit Speicher, 0% EEG-Umlage	13
Tabelle 9:	Anschaffungskosten PV-Anlagen und Speicher	20

1 Fragestellung

In diesem Bericht wird die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen ≤ 10 kWp (für private Haushalte) bzw. ≤ 30 kWp (im gewerblichen Bereich) dargestellt. Dabei werden PV-Anlagen mit Speicher mit solchen ohne Speicher verglichen.

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen ≤ 30 kWp wird zudem zwischen zwei Szenarios unterschieden:

- Im ersten Szenario wird eine EEG-Umlage in Höhe von 40% auf selbstverbrauchten Strom angenommen (wie momentan geltend)
- im zweiten Szenario wird angenommen, dass die EEG-Umlage auf selbstverbrauchten Strom komplett entfällt, entsprechend der Debatte um die Umsetzung der 30 kW-Freigrenze des EU-Winterpakets.

Der Vergleich beider Szenarien zeigt, welche wirtschaftlichen Vorteile eine vollständige EEG-Umlagen-Befreiung für Betreiber von PV-Anlagen ≤ 30 kWp mit sich bringen würde.

2 PV-Anlage 5 kWp, vollständige Befreiung des Eigenverbrauchs von der EEG-Umlage (Referenzfall)

2.1 Ergebnis

Wirtschaftlichkeit

Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage mit (gefördertem) Speicher (bei einem Eigenverbrauchsanteil von 60%) mit jener einer PV-Anlage ohne Speicher (bei einem Eigenverbrauchsanteil von 25%) zeigt, dass **PV-Anlagen ≤10 kWp derzeit ohne Speicher weiterhin tendenziell wirtschaftlicher sind als mit Speicher**.

Tabelle 1 zeigt, dass sich bei einer durchschnittlichen Stromkostensparnis bei Eigenverbrauch von 31,25 ct/kWh über die betrachteten Jahre 2020 bis 2040 im betrachteten Fall (**PV-Anlage: 5 kWp/Speicher: 5 kWh**) eine durchschnittliche Stromkostensparnis von jährlich **319 Euro** (bei PV-Anlagen ohne Speicher) bzw. **767 Euro** (bei PV-Anlagen mit Speicher) ergibt. Die höhere Stromkostensparnis wiegt die Mehrkosten eines PV-Speichers im Vergleich zur PV-Anlage ohne Speicher jedoch nicht auf. Der interne Zinsfuß, welcher die Wirtschaftlichkeit der Investition aufzeigt, ist mit **2,7%** bei PV-Anlagen ohne Speicher höher als bei PV-Anlagen mit Speicher (**2,0%**).

Tabelle 1: Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen (5 kWp) mit und ohne Speicher (5 kWh)

		Ohne Speicher	Mit Speicher
durchschnittliche Stromkostensparnis (ct/kWh)		31,25	31,25
durchschnittliche Stromkostensparnis (Euro p.a.)		319	767
Interner Zinsfuß (%) ¹		2,7	2,0

Quelle: eigene Darstellung

Trotz der **niedrigen erzielbaren Rendite** kann die Investition in PV-Speichersysteme im Vergleich zu anderen Formen der Kapitalbindung attraktiv sein. **Bundesanleihen** mit einer vergleichbaren Laufzeit erzielen derzeit **negative Renditen**². Auch die **10-jährige grüne Bundesanleihe** wird **ohne Zinszahlungen** angeboten³. Investitionen in erneuerbare Energien über **(Nachrang-)Darlehen, Anleihen oder Genussscheine** für konkrete Projekte oder Fonds erzielen dagegen zumeist nach wie vor eine höhere Verzinsung des eingesetzten Kapitals von **2 bis 5% p.a.**⁴, weisen jedoch auch höhere Risiken bis hin zum **Totalverlust des investierten Kapitals** auf.

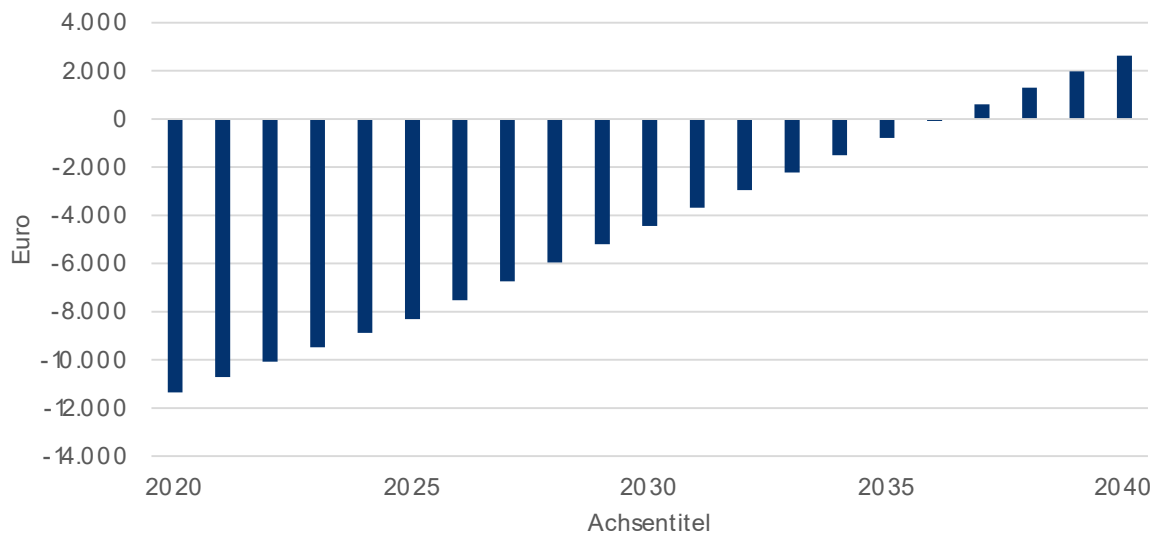
Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen den **kumulierten Cash Flow der PV-Anlage mit und ohne Speicher**. Während die Investition in eine PV-Anlage mit Speicher im Jahr 2020 erst nach 17 Jahren zu einem positiven kumulierten Cash Flow führt, ist das bei der Investition in eine PV-Anlage ohne Speicher bereits nach 16 Jahren der Fall.

¹ Zinsfuß, der einem Nettobarwert von 0 (Null) entspricht. Maß für die Wirtschaftlichkeit der Investition. Je nach Investitionsalternativen wirtschaftlich/unwirtschaftlich

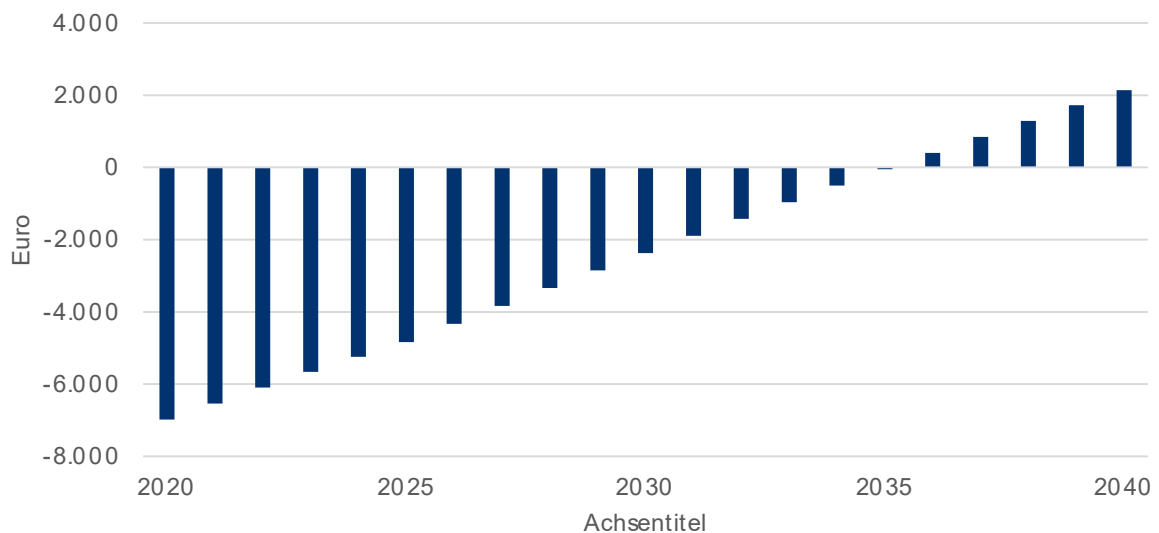
² <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/192860/umfrage/entwicklung-der-renditen-festverzinslicher-wertpapiere-in-deutschland-seit-2000/>

³ <https://www.deutsche-finanzagentur.de/de/institutionelle-investoren/bundeswertpapiere/>

⁴ Vgl. z.B. <https://teckwerke-buergerenergie.de/teckwerke/mitgliederdarlehen>, <https://www.greencity-finance.de/>

Abbildung 1: Kumulierter Cash Flow PVA 5kWp, mit Speicher, EV-Anteil 60%

Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2: Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, ohne Speicher, EV-Anteil 25%

Quelle: eigene Darstellung

Kostenvergleich zu vollständigem Netzbezug

Neben der Wirtschaftlichkeit der PVA ist auch die Frage interessant, inwieweit nur durch den Ersatz von Netzstrom über die Laufzeit der Anlage Kostenvorteile erzielt werden können. Im Gegensatz zur vorhergehenden Betrachtung werden also nur die Kostenersparnisse durch den Eigenverbrauch herangezogen und die Einspeisevergütung nicht berücksichtigt. Auch wird keine Abzinsung auf den Gegenwartswert wie bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vorgenommen.

Tabelle 2: Kostenvergleich PVA (5 kWp) mit Speicher (5 kWh) zu Netzbezug

	Mit Speicher
Stromkosten Netzbezug (Euro)	16.767
Gesamtkosten PVA+Speicher* (Euro)	17.089
Kostenvorteil PVA+Speicher (Euro)	-322

Quelle: eigene Darstellung *Anschaffungskosten + Betriebskosten, inkl. Stromkosten Eigenverbrauch (Mehrwertsteuer in den ersten Betriebsjahren)

Tabelle 2 zeigt, dass die Stromkosten bei Netzbezug über die Laufzeit der PVA (20 Jahre) geringer sind als die Gesamtkosten der PVA mit Speicher. Ohne Einspeisevergütung für den nicht selbstverbrauchten Strom der PVA würde sich die PVA mit Speicher über den Zeitraum nicht amortisieren.

2.2 Sensitivitätsanalyse

Eine Sensitivitätsanalyse macht deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage mit Speicher jedoch **stark von verschiedenen Parametern beeinflusst** wird. Im Folgenden werden die **finanziellen Parameter** Anschaffungskosten, Zuschüsse für Speicher und Stromkostenersparnis variiert. Die Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage (5 kWp) mit Speicher (5 kWh) zeigt Tabelle 3.

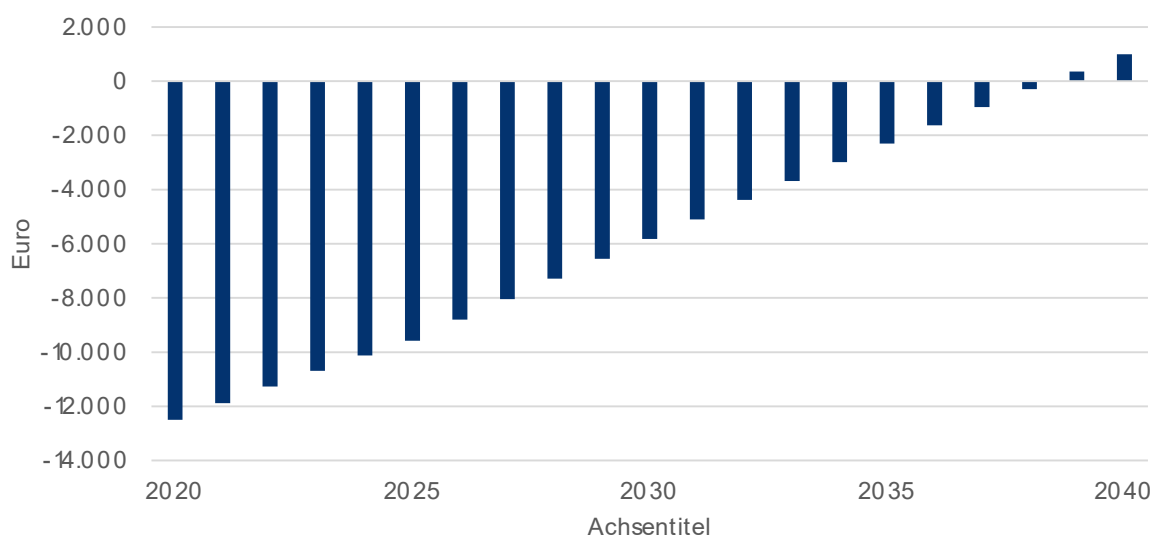
Tabelle 3: Ergebnisse Sensitivitätsanalyse PVA 5 kWp mit Speicher

	Referenz	Anschaffungskosten +/- 10%	Keine Zuschüsse Speicher	Stromkostenersparnis +/- 10%
Interner Zinsfuß (%)	2,0	0,7 / 3,5	-0,1	3,2 / 0,8

Quelle: eigene Darstellung

2.2.1 Anschaffungskosten

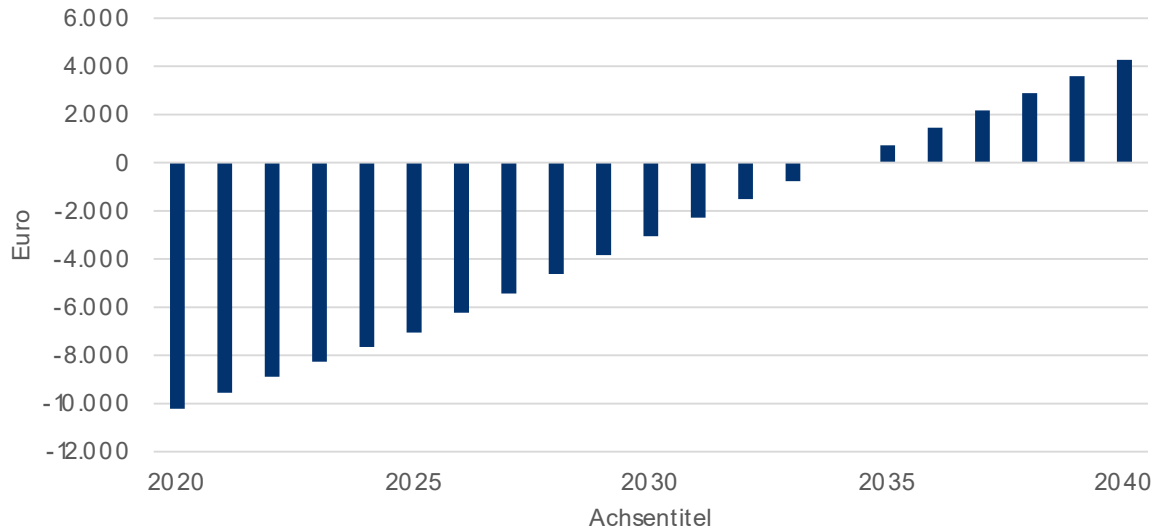
Fallen die Anschaffungskosten für PV-Anlage und Speicher **um 10% höher** aus als Referenzfall angenommen, zeigt Abbildung 3, dass erst in den letzten beiden Jahren mit einem positiven Cash Flow zu rechnen ist. Der interne Zinsfuß sinkt in diesem Fall auf **0,7%**.

Abbildung 3: Kumulierter Cash Flow PVA 5kWp mit Speicher, PV + Speicherkosten +10%

Quelle: eigene Darstellung

Wird dagegen von Anschaffungskosten für PV-Anlage und Speicher ausgegangen, welche **um 10% niedriger** ausfallen als als Referenzfall angenommen, wird bereits nach 15 Jahren ein positiver Cash Flow erzielt (siehe Abbildung 4). Der interne Zinsfuß steigt in diesem Fall auf **3,5%**.

Abbildung 4: Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, PV + Speicherkosten -10%

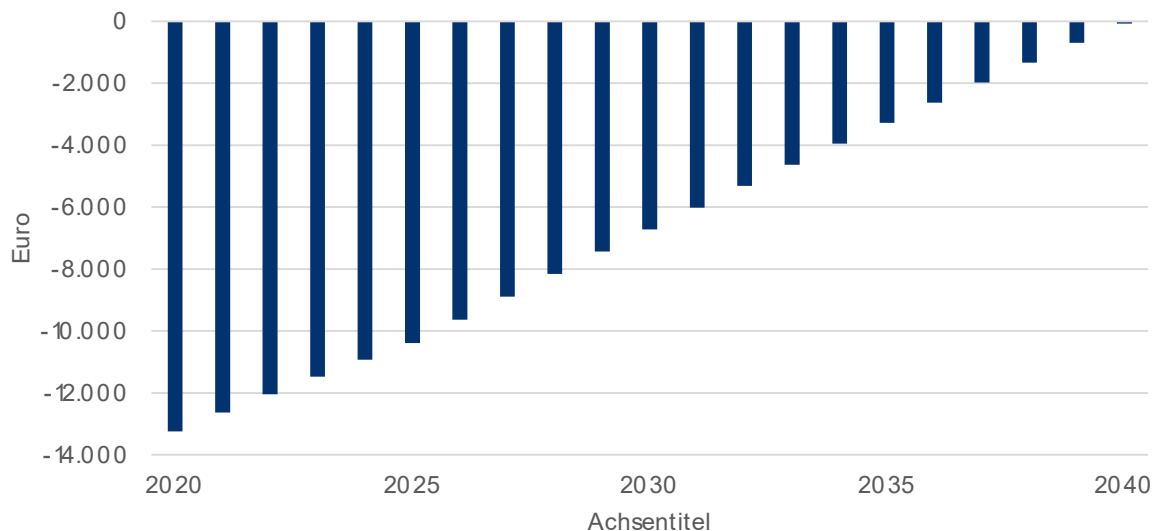


Quelle: eigene Darstellung

2.2.2 Zuschüsse für Speicher

Wird angenommen, dass **keine Zuschüsse für Speicher** gezahlt werden, verändert dies den Cash-Flow der PV-Anlage mit Speicher ebenfalls deutlich. Der interne Zinsfuß sinkt in diesem Szenario auf **-0,1%**.

Abbildung 5: Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, ohne Zuschüsse für Speicher

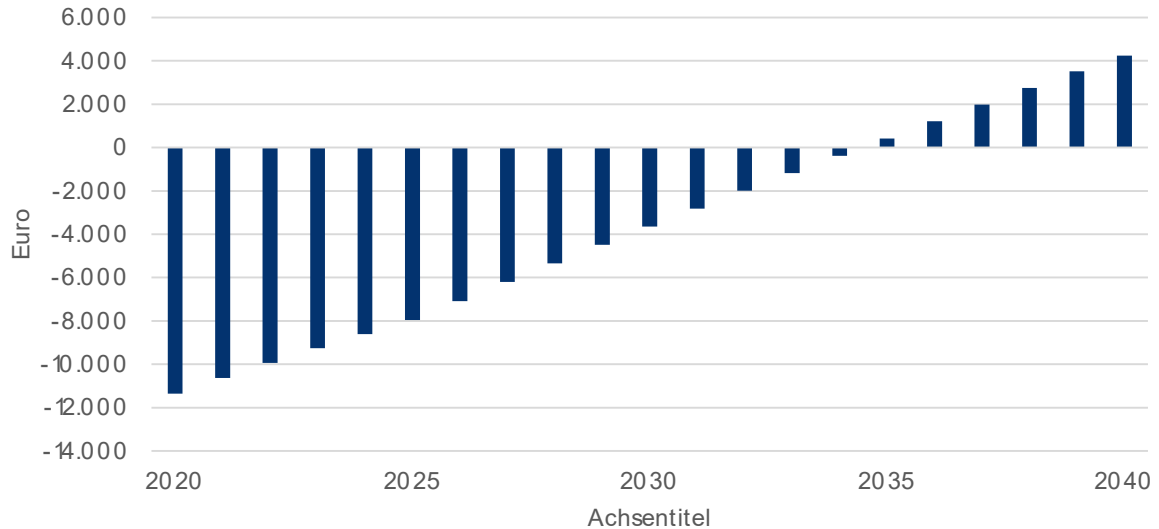


Quelle: eigene Darstellung

2.2.3 Stromkostensparnis

Ist die Stromkostensparnis **um 10% höher** als im Referenzfall angenommen, führt dies ebenfalls zu einer leichten Veränderung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage mit Speicher. Der interne Zinsfuß beträgt in diesem Szenario **3,2%**.

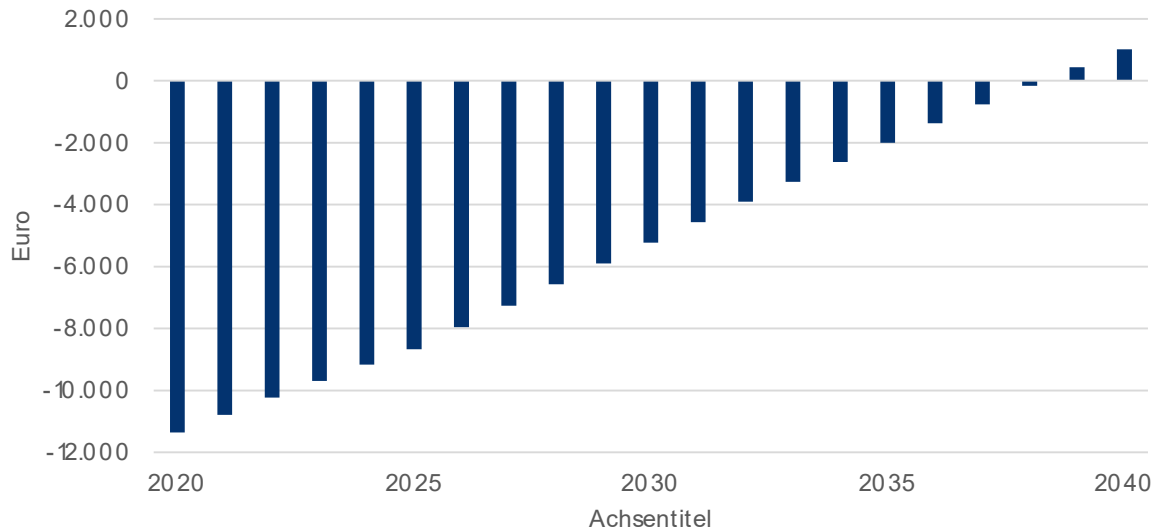
Abbildung 6: Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, 10% höhere Stromkostensparnis



Quelle: eigene Darstellung

Im gegenteiligen Szenario ist bei einer um **10% geringeren** Stromkostensparnis ebenfalls mit einer geringeren Rentabilität der Investition zu rechnen. Der Zinsfuß beträgt in dem Fall **0,8%**.

Abbildung 7: Kumulierter Cash Flow PVA 5 kWp, mit Speicher, 10% niedrigere Stromkostensparnis



Quelle: eigene Darstellung

3 PV-Anlage 30kWp, 40% EEG-Umlage nach § 61 EEG bzw. 0% EEG-Umlage

Bei PV-Anlagen der Größenklasse 10 kWp bis 30 kWp herrschen andere Rahmenbedingungen als bei den zuvor betrachteten PV-Anlagen ≤ 10 kWp. Während letztere zum großen Teil von privaten Haushalten installiert werden, werden PV-Anlagen dieser Größenordnung meist nicht auf privaten Dächern, sondern von Gewerbebetrieben genutzt.

Nach derzeitigem Gesetzesstand müssen PV-Anlagen >10 kWp und ≤ 30 kWp auf den selbstverbrauchten Strom **40% der EEG-Umlage** bezahlen. Allerdings wird eine **vollständige Befreiung der EEG-Umlage** momentan politisch diskutiert. Im Folgenden wird daher die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen bis 30 kWp in beiden Szenarios (40% EEG-Umlage, 0% EEG-Umlage) untersucht.

3.1 Ergebnis

Wirtschaftlichkeit

Im betrachteten Fall einer PV-Anlage ≤ 30 kWp mit (geförderte) Speicher (bei einem Eigenverbrauchsanteil von 80%) bzw. ohne Speicher (bei einem Eigenverbrauchsanteil von 50%), stellt sich der Betrieb **von PV-Anlagen ohne Speicher als deutlich wirtschaftlicher heraus als der Betrieb mit Speichern**.

Tabelle 4 zeigt die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen im Falle der 40%igen EEG-Umlage auf selbstverbrauchten Strom – mit und ohne Speicher. Bei einer durchschnittlichen Stromkostensparnis von **22,01 ct/kWh** ergibt sich über die Jahre 2020 bis 2040 im betrachteten Fall (PV-Anlage: 30 kWp/Speicher: 30 kWh) eine durchschnittliche Stromkostensparnis von jährlich **2.691 Euro** (bei PV-Anlagen ohne Speicher) bzw. **4.306 Euro** (bei PV-Anlagen mit Speicher).

Die höhere Stromkostensparnis wiegt die Mehrkosten eines PV-Speichers im Vergleich zur PV-Anlage ohne Speicher jedoch nicht auf – dieses Ergebnis ist im Fall der PV-Anlagen ≤ 30 kWp eindeutiger als im Falle der kleineren Anlagen ≤ 10 kWp. Der interne Zinsfuß, welcher die Wirtschaftlichkeit der Investition aufzeigt, ist mit **4,8%** bei PV-Anlagen ohne Speicher deutlich höher als bei PV-Anlagen mit Speicher (**1,9%**).

Tabelle 4: Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen (30 kWp) mit und ohne Speicher, 40% EEG-Umlage

		Ohne Speicher	Mit Speicher
durchschnittliche Stromkostensparnis (ct/kWh)		22,01	22,01
durchschnittliche Stromkostensparnis (Euro, gesamt)		2.691	4.306
Interner Zinsfuß (%)		4,8	1,9

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 5 stellt dagegen die wirtschaftliche Situation der betrachteten Anlage im Falle einer kompletten Befreiung des eigenverbrauchten Stroms von der EEG-Umlage dar. Die Stromkostensparnis beträgt in diesem Fall über die betrachteten Jahre 2020 bis 2040 durchschnittlich **23,49 ct/kWh**.

Auch in diesem Fall wird deutlich, dass die PV-Anlagen ohne Speicher trotz höherer Stromkosten wirtschaftlicher betrieben werden können als jene mit Speicher. Der interne Zinsfuß beträgt bei PV-Anlagen ohne Speicher **5,6%**, wohingegen dieser bei PV-Anlagen mit **2,8%** deutlich geringer ausfällt.

Tabelle 5: Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen (30 kWp) mit und ohne Speicher, 0% EEG-Umlage

		Ohne Speicher	Mit Speicher
durchschnittliche Stromkostensparnis (ct/kWh)		23,49	23,49
durchschnittliche Stromkostensparnis (Euro, gesamt)		2.868	4.589
Interner Zinsfuß (%)		5,6	2,8

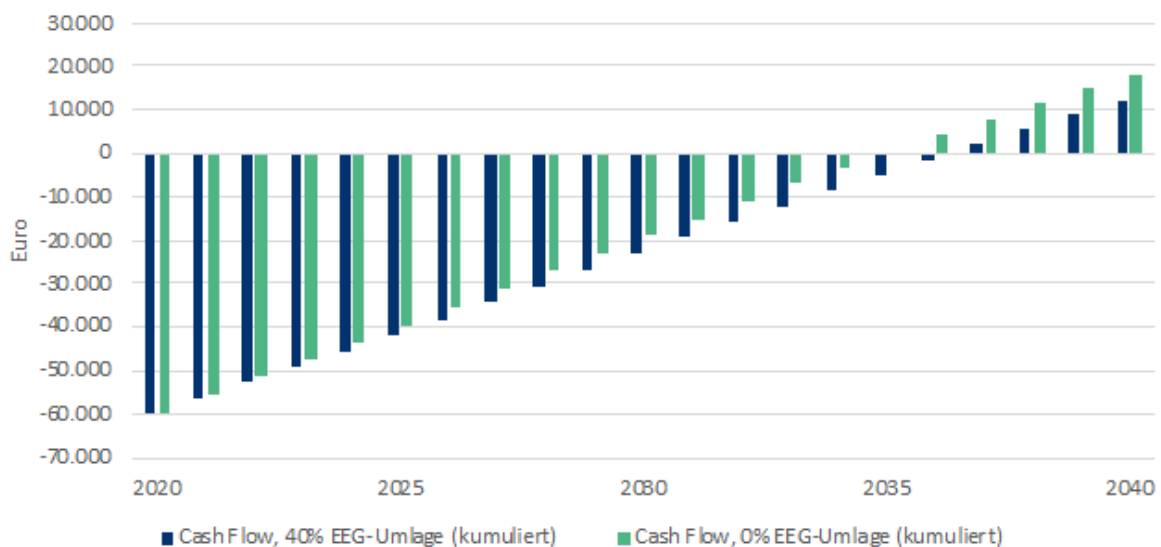
Quelle: eigene Darstellung

Der Vergleich beider Tabellen zeigt, dass eine komplette Befreiung der selbstgenutzten Strommengen von der EEG-Umlage den internen Zinsfuß in den betrachteten Fällen um **0,8 - 0,9%** verbessern würde.

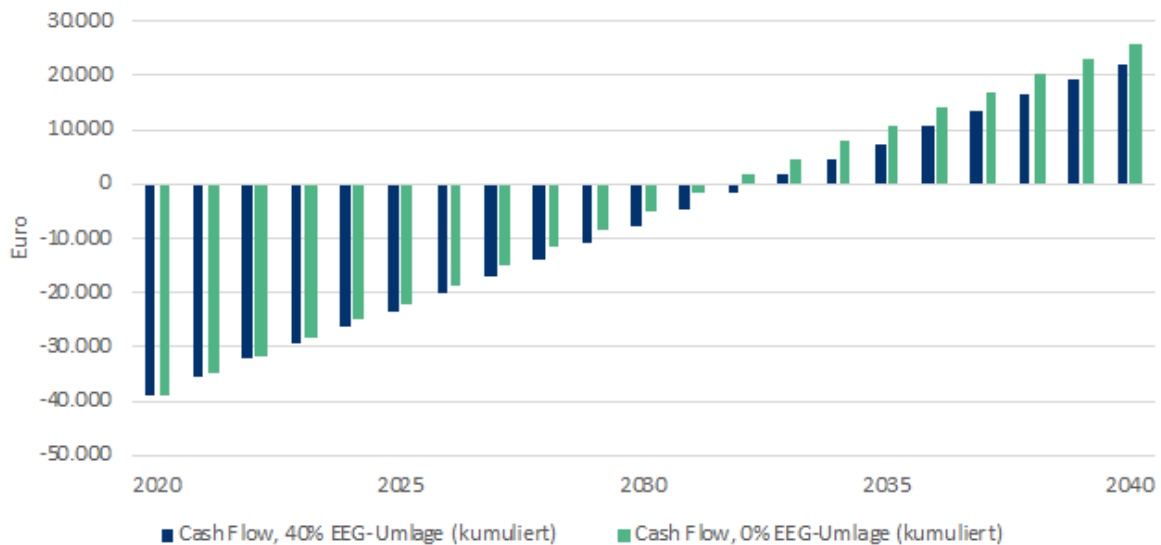
Trotz der auch in diesem Fall **niedrigen erzielbaren Rendite** kann die Investition in PV-Speichersysteme im Vergleich zu anderen Formen der Kapitalbindung attraktiv sein (vgl. dazu die Ausführungen in Kapitel 2.1).

Abbildung 8 und Abbildung 9 stellen den **kumulierten Cash Flow von PV-Anlagen ≤30 kWp mit und ohne Speicher** dar. Während die Investition in eine PV-Anlage mit Speicher im Jahr 2020 erst nach 15 Jahren (0% EEG-Umlage) bzw. 17 Jahren (40% EEG-Umlage) zu einem positiven kumulierten Cash Flow führt, ist das bei der Investition in eine PV-Anlage ohne Speicher bereits nach 12 Jahren (0% EEG-Umlage) bzw. 13 Jahren (40% EEG-Umlage) der Fall.

Abbildung 8: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, EV-Anteil 80%



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 9: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, ohne Speicher, EV-Anteil 50%

Quelle: eigene Darstellung

Kostenvergleich zu vollständigem Netzbezug

Auch für die 30 kWp-Kombination aus PV-Anlage und Speicher ist neben der Wirtschaftlichkeit auch die Frage interessant, inwieweit nur durch den Ersatz von Netzstrom über die Laufzeit der Anlage Kostenvorteile erzielt werden können. Wie zuvor, werden die Kostenersparnisse durch den Eigenverbrauch herangezogen und die Einspeisevergütung nicht berücksichtigt. Auch wird keine Abzinsung auf den Gegenwartswert wie bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung vorgenommen.

Tabelle 6: Kostenvergleich PVA (30 kWp) mit Speicher (30 kWh) zu Netzbezug

	40% EEG-Umlage	0% EEG-Umlage
Stromkosten Netzbezug (Euro)	96.369	96.369
Gesamtkosten PVA+Speicher* (Euro)	92.560	86.621
Kostenvorteil PVA+Speicher (Euro)	3.809	9.748

Quelle: eigene Darstellung *Anschaffungskosten + Betriebskosten, inkl. Stromkosten Eigenverbrauch (bei 40% anteiliger EEG-Umlage)

Tabelle 6 zeigt, dass die Stromkosten bei Netzbezug über die Laufzeit der Anlagenkombination (20 Jahre) etwas höher liegen als die Gesamtkosten der PVA mit Speicher. Erwartungsgemäß liegt der Kostenvorteil bei einer vollständigen Befreiung des Eigenverbrauchs von der EEG-Umlage höher. In beiden Fällen würde sich die PV-Speicher-Kombination also auch ohne Einspeisevergütung für den nicht selbstverbrauchten Strom über den Zeitraum amortisieren.

3.2 Sensitivitätsanalyse

Tabelle 7 und Tabelle 8 zeigen die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse für PV-Anlagen ≤ 30 kWp. Die Variation der **finanziellen Parameter** Anschaffungskosten, Zuschüsse für Speicher und Stromkostenersparnis hat auch bei PV-Anlagen mit Speichern in dieser Größe deutliche Auswirkungen auf deren Wirtschaftlichkeit.

Tabelle 7: Ergebnisse Sensitivitätsanalyse, PVA 30 kWp mit Speicher, 40% EEG-Umlage

	Referenz	Anschaffungskosten +/- 10%	Keine Zuschüsse Speicher	Stromkostenersparnis +/- 10%
Interner Zinsfuß (%)	1,9	0,6 / 3,4	-0,1	3,2 / 0,5

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 8: Ergebnisse Sensitivitätsanalyse, PVA 30 kWp mit Speicher, 0% EEG-Umlage

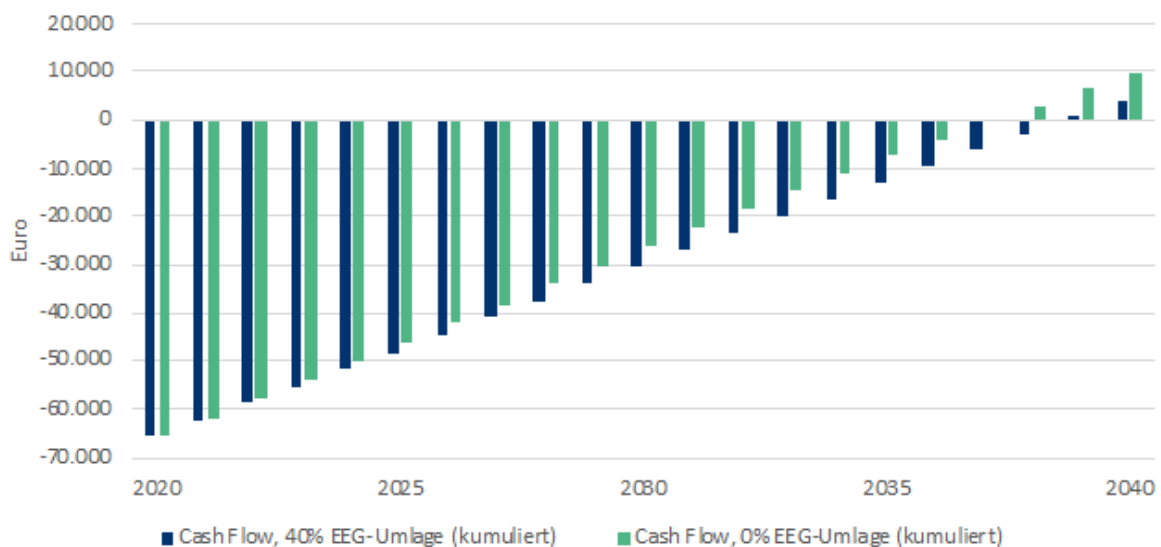
	Referenz	Anschaffungskosten +/- 10%	Keine Zuschüsse Speicher	Stromkostenersparnis +/- 10%
Interner Zinsfuß (%)	2,8	1,4 / 4,4	0,8	4,1 / 1,4

Quelle: eigene Darstellung

3.2.1 Anschaffungskosten

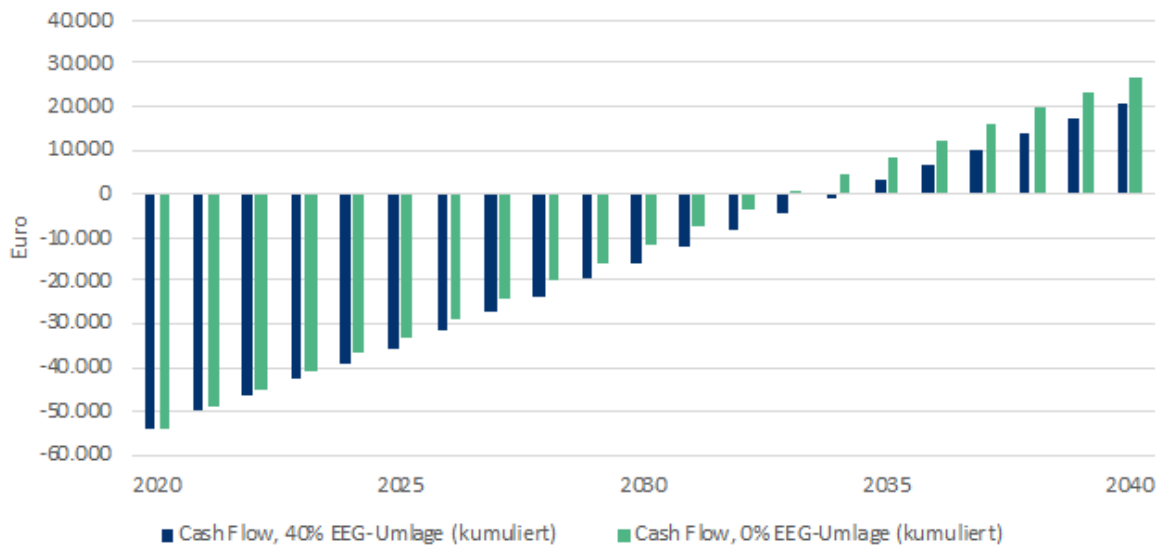
Fallen die Anschaffungskosten für PV-Anlage und Speicher **um 10% höher** aus als Referenzfall angenommen, zeigt Abbildung 10, dass der interne Zinsfuß mit **0,6%** (40% EEG-Umlage) bzw. **1,4%** (0% EEG-Umlage) deutlich geringer ausfällt als im Referenzszenario. Mit einem positiven Cash Flow ist hier erst nach 18 Jahren (0% EEG-Umlage) bzw. 19 Jahren (40% EEG-Umlage) zu rechnen).

Abbildung 10: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, PV + Speicherkosten +10%



Quelle: eigene Darstellung

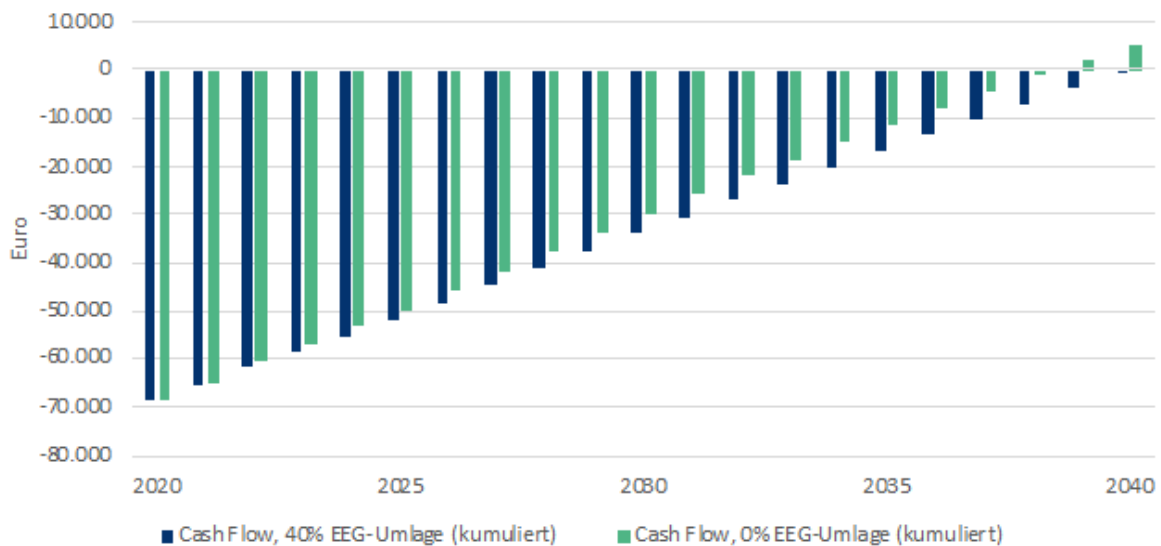
Wird dagegen von Anschaffungskosten für PV-Anlage und Speicher ausgegangen, welche **um 10% niedriger** ausfallen als Referenzfall angenommen, wird bereits nach 13 Jahren (0% EEG-Umlage) bzw. 15 Jahren (40% EEG-Umlage) ein positiver Cash Flow erzielt (siehe Abbildung 11). Der interne Zinsfuß steigt in diesem Fall auf **3,4%** (40% EEG-Umlage) bzw. **4,4%** (0% EEG-Umlage).

Abbildung 11: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, PV + Speicherkosten -10%

Quelle: eigene Darstellung

3.2.2 Ohne Zuschüsse für Speicher

Wird angenommen, dass **keine Zuschüsse für Speicher** gezahlt werden, verändert dies den Cash-Flow einer PV-Anlage ≤30 kWp mit Speicher ebenfalls deutlich. Der interne Zinsfuß sinkt in diesem Szenario auf **-0,1%** (40% EEG-Umlage) **bzw. 0,8%** (0% EEG-Umlage).

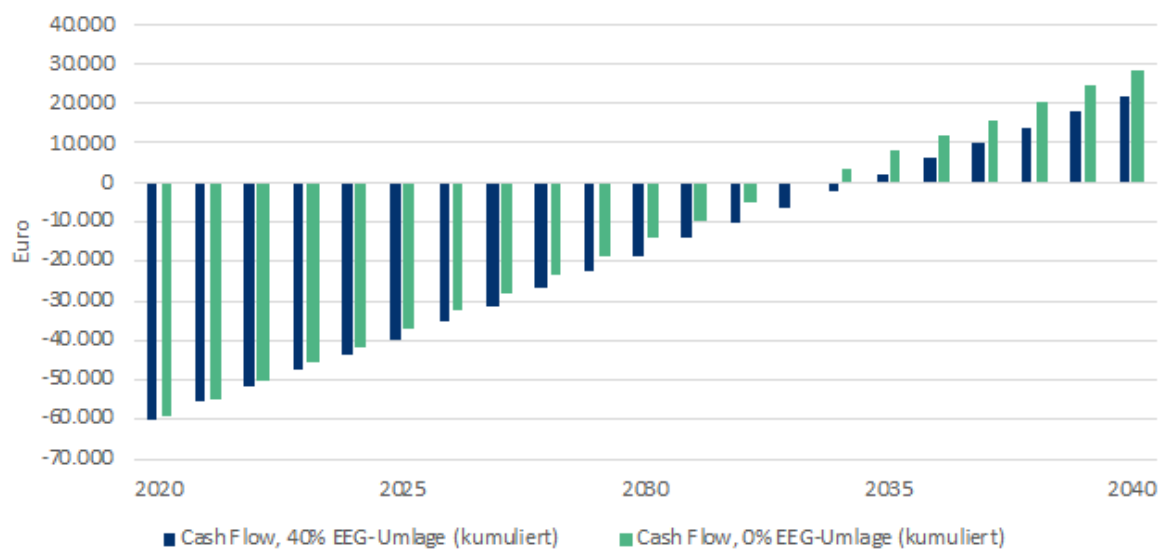
Abbildung 12: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, ohne Zuschüsse für Speicher

Quelle: eigene Darstellung

3.2.3 Stromkostensparnis

Ist die Stromkostensparnis **um 10% höher** als im Referenzfall angenommen, führt dies ebenfalls zu einer Veränderung der Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage mit Speicher. Der interne Zinsfuß beträgt in diesem Szenario **3,2%** (40% EEG-Umlage) **bzw. 4,1%** (0% EEG-Umlage).

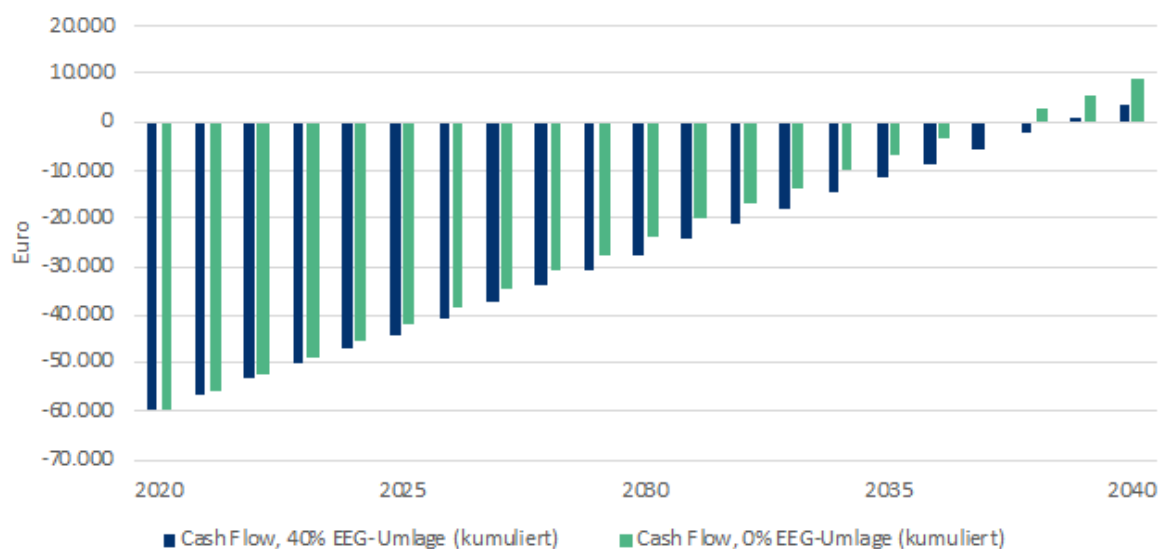
Abbildung 13: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, 10% höhere Stromkostensparnis



Quelle: eigene Darstellung

Im gegenteiligen Szenario ist bei einer um **10% geringeren** Stromkostensparnis ebenfalls mit einer geringeren Rentabilität der Investition zu rechnen. Der Zinsfuß beträgt in dem Fall **0,5%** (40% EEG-Umlage) **bzw. 1,4%** (0% EEG-Umlage).

Abbildung 14: Kumulierter Cash Flow PVA 30 kWp, mit Speicher, 10% niedrigere Stromkostensparnis



Quelle: eigene Darstellung

4 Fazit

In diesem Bericht wird deutlich, dass sowohl **PV-Anlagen ≤ 10 kWp** (für private Haushalte) als auch **PV-Anlagen ≤ 30 kWp** (im gewerblichen Bereich) **ohne Speicher tendenziell wirtschaftlicher betrieben werden können als mit Speicher**.

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass PV-Anlagen ≤ 10 kWp mit Speicher **ohne Förderzuschüsse für die Speicher derzeit einen negativen internen Zinsfuß von -0,1%** aufweisen würden und somit eine Investition innerhalb des betrachteten Zeitraums nicht wirtschaftlich wäre. Gleiches gilt für PV-Anlagen ≤ 30 kWp mit Speicher **ohne Förderzuschüsse bei einer 40%igen EEG-Umlage** auf selbstverbrauchten Strom (auch in diesem Fall beträgt der interne Zinsfuß -0,1%). Gleichzeitig verdeutlicht die Sensitivitätsanalyse die klare Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen von verschiedenen Rahmenbedingungen wie die Höhe der Anschaffungskosten von PV-Anlage und Speicher oder die Höhe der Stromkostenersparnis.

Der Vergleich der beiden Szenarios (1. EEG-Umlage in Höhe von 40% auf selbstverbrauchten Strom, 2. keine EEG-Umlage auf selbstverbrauchten Strom) bei PV-Anlagen ≤ 30 kWp zeigt, dass ein **vollständiges Entfallen der EEG-Umlage die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen deutlich erhöhen würde**. Während der interne Zinsfuß im ersten Szenario ohne Speicher 4,8% beträgt bzw. mit Speicher 1,9%, fällt der interne Zinsfuß beim vollständigen Entfallen der EEG-Umlage auf 5,6% bzw. 2,8% merklich höher aus.

5 Verwendete Annahmen und Parameter

5.1 Anlagedaten

5.1.1 PV Anlage ≤ 10 kWp

Hier wird von einer **5 kWp-Anlage** mit einem **5 kWh-Speicher** ausgegangen (Verhältnis PV-Anlage zu Speicher **kWp:kWh 1:1**). Die Annahmen beruhen auf durchschnittlichen PV-Anlagengrößen bei Eigenverbrauchsoptimierung sowie dem derzeitigen Installationsverhältnis von PV zu Speicher in Deutschland (RWTH Aachen Universität 2019).

Es wird ein Solarertrag von **900 kWh/kWp** angenommen – mit einem Ertragsrückgang von **0,5% p.a.** Der angenommene Eigenverbrauchsanteil ist abhängig vom Speichereinsatz.

Während bei einer PV-Anlage mit Speicher von einem Eigenverbrauchsanteil von **60%** ausgegangen wird, wird bei einer PV-Anlage ohne Speicher ein Eigenverbrauchsanteil von **25%** angenommen. Der erzielbare Eigenverbrauchsanteil variiert stark zwischen unterschiedlichen Haushalten, da dieser direkt vom Gesamtstromverbrauch sowie Zeitpunkt und Dauer der individuellen Stromnutzung abhängt.

Auf Grundlage einer Zusammenstellung aktueller Anschaffungskosten von PV-Anlagen und Speichern (siehe Anhang) wird von Anschaffungskosten in Höhe von **1.400 Euro, netto/kWp** (für PV-Anlagen) sowie **1.250 Euro, netto/kWh** (für Speicher) ausgegangen.

Bei Speichern wird zudem mit einem Zuschuss von **30%** der Anschaffungskosten kalkuliert wie in einigen Länderförderprogrammen möglich (vgl. Anhang), wohingegen PV-Anlagen nicht direkt bezuschusst werden.

Vereinfacht wurden keine Finanzierungskosten berücksichtigt. Cash Flow und interner Zinsfuß wurden vor Steuern berechnet, da die einkommensteuerliche Situation sehr unterschiedlich ist.

Die Kosten für Wartung, Instandhaltung und Versicherung pro Jahr werden mit **2%** der Investitionskosten veranschlagt. Zudem wird eine Kostensteigerung von jährlich **1%** angenommen.

5.1.2 PV-Anlage ≤ 30 kWp

In diesem Fall wird eine **30 kWp-PV-Anlage** mit einem **30 kWh-Speicher** betrachtet (Verhältnis PV-Anlage zu Speicher **kWp:kWh 1:1**). Damit wird die größte Anlagengröße betrachtet, bei welcher eine (anteilige) Befreiung der selbstgenutzten Strommenge von der EEG-Umlage greift.

Auch in diesem Szenario wird ein Solarertrag von **900 kWh/kWp** angenommen – mit einem Ertragsrückgang von **0,5% p.a.**

Der angenommene Eigenverbrauchsanteil beträgt im Fall der **30 kWp-PV-Anlage mit Speicher 80%**, während bei **Anlagen ohne Speicher** mit einem Eigenverbrauchsanteil von **50%** gerechnet wird. Dies stellt nur einen Standardfall dar. Jedoch variiert der Eigenverbrauchsanteil bei PV-Anlagen ≤ 30 kWp stark je nach gewerblicher Nutzung der Anlage.

In diesem Fall wird von Anschaffungskosten in Höhe von **1.300 Euro, netto/kWp** (für PV-Anlagen) sowie **1.000 Euro, netto/kWh** (für Speicher) ausgegangen (Übersicht zu Preise s. Anhang). Die Investitionskosten liegen niedriger als bei kleineren Anlagen, u.a. aufgrund der hohen Fixkosten bei der Installation (z.B. für Montage, Baugerüst etc.), die sich bei kleinen Anlagen anteilig stärker auswirken.

Die Annahmen bezüglich Höhe der staatlichen Förderung von Speichern sowie die Parameter zur Entwicklung der Betriebskosten entsprechen jenen im vorher betrachteten Fall (Speicher-Zuschuss: **30%** der Anschaffungskosten; Kosten für Wartung, Instandhaltung, Pacht, Versicherung pro Jahr: **2%**; Kostensteigerung pro Jahr: **1%**).

Wie auch im Referenzfall wurden aus Gründen der Vereinfachung keine Finanzierungskosten und keine Steuern auf die erzielten Erträge berücksichtigt.

5.2 Stromkosten

5.2.1 Stromkosten privater Haushalte (relevant für betrachtete PV Anlage ≤ 10 kWp)

Zur Berechnung der Stromkostenersparnis bei Eigenverbrauch werden die durchschnittlichen Stromkosten privater Haushalte in den **Jahren 2020 bis 2040** berechnet. Da die Entwicklung einiger Strompreisbestandteile aus heutiger Perspektive schwer abzuschätzen ist, müssen hierzu verschiedene Annahmen getroffen werden.

Die Stromkosten privater Haushalte setzen sich zusammen aus **Kosten für Beschaffung und Vertrieb, Netzentgelte, Konzessionsabgabe, EEG-Umlage, KWK-Aufschlag, Offshore-Netzumlage, §19 Strom NEV Umlage, AblAV-Umlage, Stromsteuer sowie Mehrwertsteuer**.

Für das Jahr 2020 werden die Daten der Strompreisbestandteile der BDEW-Strompreisanalyse aus dem Januar 2020 für einen Haushalt mit einem Jahresverbrauch von 3.500 kWh verwendet (BDEW 2020).

Bei den Kosten für Beschaffung und Vertrieb wird auf die Szenarien von Energy Brainpool im Rahmen von AP4 für die Jahre 2025 und 2030 zurückgegriffen (FÖS/Energy Brainpool 2018). Es wird angenommen, dass die Kosten zwischen den Datenpunkten 2020, 2025 und 2030 **linear ansteigen und sich der Trend der Preissteigerung auch nach 2030 linear fortsetzt**. Für die Kostenentwicklung bei den Netzentgelten wird ebenfalls auf die Szenarien von Energy Brainpool zurückgegriffen und eine Kostensteigerung von **1,5% p.a.** angenommen.

Zudem wird vereinfacht angenommen, dass Konzessionsabgabe, KWK-Aufschlag, Offshore-Netzumlage, §19 Strom NEV Umlage, AblAV-Umlage und Stromsteuer nominal gleichbleiben. Die Mehrwertsteuer wird vereinfacht durchgehend mit 19% angesetzt, d.h. die vorübergehende Absenkung bis Dezember 2020 bleibt unberücksichtigt. Es wird zudem angenommen, dass der Haushalt erst im 7. Jahr in die Kleinunternehmerregelung wechselt, daher zum Vorsteuerabzug bei den Anschaffungskosten berechtigt ist, andererseits jedoch in den ersten Jahren Mehrwertsteuer auf den Eigenverbrauch in Höhe des eingesparten Netzstrombezugs zahlen muss.

Die Entwicklung der EEG-Umlage wird künftig noch stark von politischen Entscheidungen geprägt sein. Die Umlagenentwicklung ist der aktuellen Version des EEG-Rechners von Agora Energiewende entnommen (Agora Energiewende o.J.), unter Berücksichtigung des 65%-Ziels beim Ausbau der erneuerbaren Energien im Jahr 2030. Im Rechner sind jedoch die Beschlüsse aus Klimapaket und Corona-Konjunkturprogramm noch nicht abgebildet. Daher wird hier zusätzlich angenommen, dass die EEG-Umlage wie im Corona-Konjunkturpaket beschlossen im Jahr 2021 auf **6,50 ct/kWh** und im Jahr 2022 auf **6,00 ct/kWh** gedeckelt sein wird und in den darauf folgenden Jahren gemäß der Einnahmenverwendung des BEHG gemäß Klimapaket-Kompromiss des Vermittlungsausschusses im Dezember 2019 **weiter sinken** wird. Für die Jahre nach 2025 konnte aufgrund der unsicheren Entwicklung nach Abschluss der Festpreisphase im BEHG keine Annahme getroffen werden. Daher werden hier die nominalen Werte aus dem Agora-Rechner übernommen.

Daraus ergeben sich in den Jahren 2020 bis 2040 durchschnittliche Stromkosten von **29,19 ct/kWh**, welche bei Eigenverbrauch eingespart werden.

5.2.2 Gewerbliche Stromkosten (relevant für betrachtete PV Anlage ≤ 30 kWp)

Bei den Stromkosten gewerblicher Anlagen werden die o.g. Datengrundlagen ebenfalls verwendet. Hier wird also angenommen, dass der Gewerbebetrieb beim Netzstrombezug grundsätzlich EEG-umlagepflichtig wäre, und dementsprechend beim Eigenverbrauch 100% bzw. 60% der EEG-Umlage einspart würde. Bei den Beschaffungskosten, den Netzentgelten und der Konzessionsabgabe werden die Daten von Energy Brainpool aus AP4 für GHD verwendet. Die Mehrwertsteuer bleibt unberücksichtigt.

6 Literaturverzeichnis

Agora Energiewende (o.J.): Online EEG-Rechner. Abrufbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/de/themen/-agothem-/Produkt/produkt/130/Online+EEG-Rechner/>. Letzter Zugriff am: 10.8.2016.

BDEW (2020): BDEW-Strompreisanalyse: Haushalte und Industrie. Abrufbar unter: https://www.bdew.de/media/documents/20200107_BDEW-Strompreisanalyse_Januar_2020.pdf. Letzter Zugriff am: 6.3.2020.

Energieheld (o.J.): Kosten für Photovoltaik-Anlagen - Preise im Vergleich. Abrufbar unter: <https://www.energieheld.de/solaranlage/photovoltaik/kosten#:~:text=Im%20Durchschnitt%20kosten%20Sie%20eine,7.000%20bis%2012.000%20Euro%20kostet.> Letzter Zugriff am: 15.9.2020.

entega (2020): Photovoltaik-Preise mit und ohne Speicher: alle Infos. Abrufbar unter: <https://www.entega.de/photovoltaik-preise-2020/>. Letzter Zugriff am: 15.9.2020.

FÖS, Energy Brainpool (2018): Einstieg in eine Reform der Energiewendefinanzierung. Abrufbar unter: n.v. Letzter Zugriff am: .

RWTH Aachen Universität (2019): Markt- und Technologieentwicklung von PV-Heimspeichern in Deutschland. Abrufbar unter: http://www.speichermonitoring.de/fileadmin/user_upload/Speichermonitoring_2019_Marktentwicklung_Heimspeicher_ISEA_RWTH_Aachen.pdf. Letzter Zugriff am: 15.9.2020.

Wegatech (o.J.): Photovoltaikanlage - Alle Infos zur Planung und zum Kauf einer eigenen PV-Anlage. Abrufbar unter: <https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/photovoltaikanlagen/>. Letzter Zugriff am: 15.9.2020.

ANHANG

Beschreibung Exceltool zur Wirtschaftlichkeitsberechnung von PV-Speichersystemen

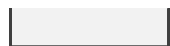
Das Exceltool ermöglicht den Nutzer*innen eine einfache Berechnung der Wirtschaftlichkeit von PV-Speichersystemen unter verschiedenen Rahmenbedingungen.

Das Tool ist so angelegt, dass verschiedene **Parameter in den Eingabefeldern variiert werden können**. Veränderlich sind jene Parameter, zu welchen in Kapitel 0 Annahmen getroffen wurden (Anlagedaten, Anschaffungskosten, Förderung, Betriebskosten, Stromkostenbestandteile).

Legende:



Eingabefeld



automatisch berechnetes Ergebnis

Die Annahmen bzgl. der Anschaffungskosten von PV-Anlagen sowie der Anschaffungskosten von Speicher beruhen auf einer **Übersicht aktueller Kostenbeispiele** verschiedener Online-Portale.

Tabelle 9: Anschaffungskosten PV-Anlagen und Speicher

Leistung der PVA	Gesamtkosten (Einbau inkl.)	€ pro kWp	Quelle
3 kWp	5.400 €	1.730 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
4 kWp - klein	6.000 - 7.000 €	1.600 €	https://www.energieheld.de/solaranlage/photovoltaik/kosten#:~:text=lm%20Durchschnitt%20kosten%20Sie%20eine,7.000%20bis%2012.000%20Euro%20kosten.
4 kWp	6.300 €	1.570 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
5 kWp	7.600 €	1.530 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
6 kWp - normal	8.000 - 9.000 €	1.400 €	https://www.energieheld.de/solaranlage/photovoltaik/kosten#:~:text=lm%20Durchschnitt%20kosten%20Sie%20eine,7.000%20bis%2012.000%20Euro%20kosten.
6 kWp	9.000 €	1.490 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
7 kWp	10.400 €	1.470 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
8 kWp	11.000 €	1.370 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
9 kWp - groß	11.000 - 12.000 €	1.300 €	https://www.energieheld.de/solaranlage/photovoltaik/kosten#:~:text=lm%20Durchschnitt%20kosten%20Sie%20eine,7.000%20bis%2012.000%20Euro%20kosten.
9 kWp	12.900 €	1.430 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
10 kWp	13.300 €	1.340 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
10 - 15 kWp	16.600 €	1.240 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
15 - 20 kWp	24.500 €	1.360 €	https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten
4 kWp - 10 kWp		1.250 - 2.000	https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/photovoltaikanlagen/

Leistung der PVA	Gesamtkosten (Einbau inkl.)	€ pro kWp
3 kWp	5.400 €	1.730 €
4 kWp - klein	6.000 - 7.000 €	1.600 €
4 kWp	6.300 €	1.570 €
5 kWp	7.600 €	1.530 €
6 kWp - normal	8.000 - 9.000 €	1.400 €
6 kWp	9.000 €	1.490 €
7 kWp	10.400 €	1.470 €
8 kWp	11.000 €	1.370 €
9 kWp - groß	11.000 - 12.000 €	1.300 €
9 kWp	12.900 €	1.430 €
10 kWp	13.300 €	1.340 €
10 - 15 kWp	16.600 €	1.240 €
15 - 20 kWp	24.500 €	1.360 €
4 kWp - 10 kWp		1.250 - 2.000 €

Speichervolumen (kWh)	Ladezyklen	Gesamtkosten (inkl. Montage)	€ pro kWh Speicherkapazität	cent pro gespeicherte kWh
3,6	6.000	10.400 €	2.889 €	56,43 Cent
3,6	8.000	6.900 €	1.917 €	33,28 Cent
4	10.000	8.500 €	2.125 €	22,14 Cent
5		7.400 €	1.480 €	23,84 Cent
5	6.000	7.200 €	1.440 €	25,26 Cent
5		ca 5.000€	1.000 €	
5		ca. 5.000 €	1.000 €	
5,5	5.000	7.990 €	1.453 €	34,53 Cent
bis 8 kWh (klein)			ca 1.000€ - 1.200€	
bis 8 kWh (klein)			ca 1.000€	
9,3	6.000	7.500 €	806 €	14,59 Cent
10		ca. 8.000€	800	
10		9.000 €	900 €	
13,5	3.700	6.770 €	501 €	15,06 Cent
10-16 kWh (groß)			ca 800 - 1000€	