

# FutuRES-PV

## Factsheet

### Kostenprognose von PV-Systemen und Stromspeichern bis 2040

Dezember 2024

Anna Lackner, Carolin Monsberger, Gustav Resch

"This project is funded by the Klima- und Energiefonds and carried out within the Austrian Climate Research Programme (ACRP)"

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>KOSTEN FÜR PV-SYSTEME</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangskosten 2024	1
1.2	Kostenprognose 2040	2
1.2.1	Marktwachstum von PV-Anlagen	2
1.2.2	Lernrate für PV-Systeme	3
1.2.3	Prognostizierte Kosten für PV-Systeme 2040	3
1.3	Nominale LCOE für PV-Systeme	4
1.3.1	Sensitivität der LCOE	5
<b>2</b>	<b>KOSTEN FÜR STROMSPEICHER</b>	<b>6</b>
2.1	Kosten für Stromspeicher 2024	6
2.2	Kosten für Stromspeicher 2040	6
<b>3</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>8</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Betrachtete Anlagengröße in kW <sub>p</sub> , Quelle und Ausgangsjahr der Berechnung	1
Tabelle 2.	LCOE der Medianwerte für verschiedene Anlagengrößen 2024 und bei unterschiedlichen Lernraten 2040	5

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Kosten für PV-Systeme im Jahr 2024 in realen € <sub>2024</sub> /kW <sub>p</sub> für vier Systemgrößen	2
Abbildung 2.	Vergleich verschiedener Quellen zum globalen Marktwachstum von PV-Anlagen in GW <sub>p</sub> [3], [4], [5], [6]	2
Abbildung 3.	Kosten der verschiedenen PV-Systeme vom Ausgangsjahr 2024 bis 2040 mit einer Lernrate von jeweils 10% und 15%	3
Abbildung 4.	PV-Systemkosten im Jahr 2040 in realen € <sub>2024</sub> /kW <sub>p</sub> bei einer Lernrate von 10% für verschiedene Anlagengrößen	4
Abbildung 5.	PV-Systemkosten im Jahr 2040 in realen € <sub>2024</sub> /kW <sub>p</sub> bei einer Lernrate von 15% für verschiedene Anlagen-größen	4
Abbildung 6.	Sensitivität bei Änderung der Lebensdauer und des WACC am Beispiel einer 20 kW <sub>p</sub> Anlage 2024	5
Abbildung 7:	Kosten für Stromspeicher 2024 in realen € <sub>2024</sub> /kWh für drei Speichergrößen	6
Abbildung 8.	Kosten für Stromspeicher 2040 in realen € <sub>2024</sub> /kWh für drei Speichergrößen	7

## 1 KOSTEN FÜR PV-SYSTEME

Für die Prognose der PV-Systemkosten werden die Kosten im Ausgangsjahr 2024 verwendet und mithilfe von Marktwachstumsprognosen und Lernkurven bis 2040 projiziert. Die Kosten für PV-Systeme beinhalten die Kosten für die PV-Module inkl. passendem Wechselrichter. Anschließend werden die LCOE (levelized cost of electricity) berechnet.

### 1.1 Ausgangskosten 2024

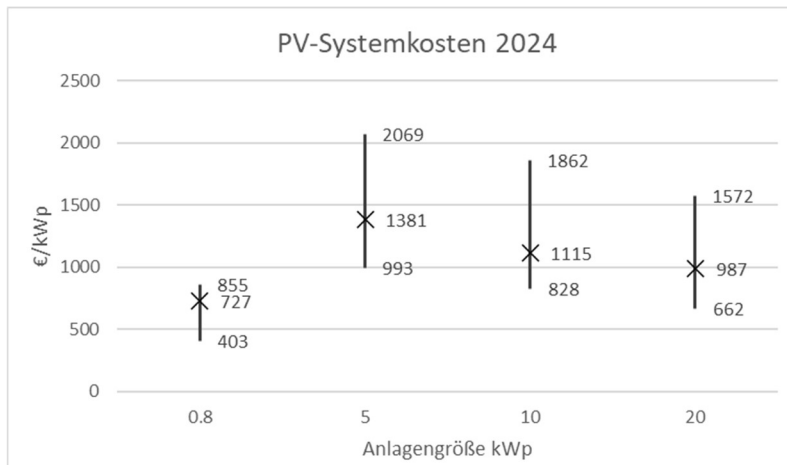
Als Ausgangsjahr für die Prognose wird das Jahr 2024 herangezogen. Es werden vier Anlagengrößen unterschieden, wobei Anlagen mit 0.8 kW<sub>p</sub> Balkonkraftwerke darstellen. Tabelle 1 1 beinhaltet die Größen der betrachteten Anlagen in kW<sub>p</sub>, sowie die Quelle der Kosten. Die Ausgangskosten basieren auf der Marktentwicklung 2023 des BMK [1], sowie internen Erhebungen.

Tabelle 1. Betrachtete Anlagengröße in kW<sub>p</sub>, Quelle und Ausgangsjahr der Berechnung

Größe	Quelle	Jahr
0.8 kW <sub>p</sub>	Eigene Recherche zu Balkonkraftwerken	2024
5 kW <sub>p</sub>	Marktentwicklung 2023 [1]	2023
10 kW <sub>p</sub>	Marktentwicklung 2023 [1]	2023
20 kW <sub>p</sub>	Interne Erhebung	2023

Die Kosten aus dem Jahr 2023 wurden mithilfe von Preisentwicklungen auf das Jahr 2024 projiziert [2]. Abbildung 1 zeigt die Ausgangskosten im Jahr 2024 für die ausgewählten Größen in realen €<sub>2024</sub>/kW<sub>p</sub>. Das Diagramm enthält jeweils den minimalen und maximalen Preis, sowie den Median

Abbildung 1. Kosten für PV-Systeme im Jahr 2024 in realen €<sub>2024</sub>/kW<sub>p</sub> für vier Systemgrößen



Allgemein kann daraus geschlossen werden, dass Anlagen pro kW<sub>p</sub> günstiger sind, je größer sie sind. Eine Ausnahme stellen Balkonkraftwerke dar, welche trotz der geringen Leistung am günstigsten pro kW<sub>p</sub> sind.

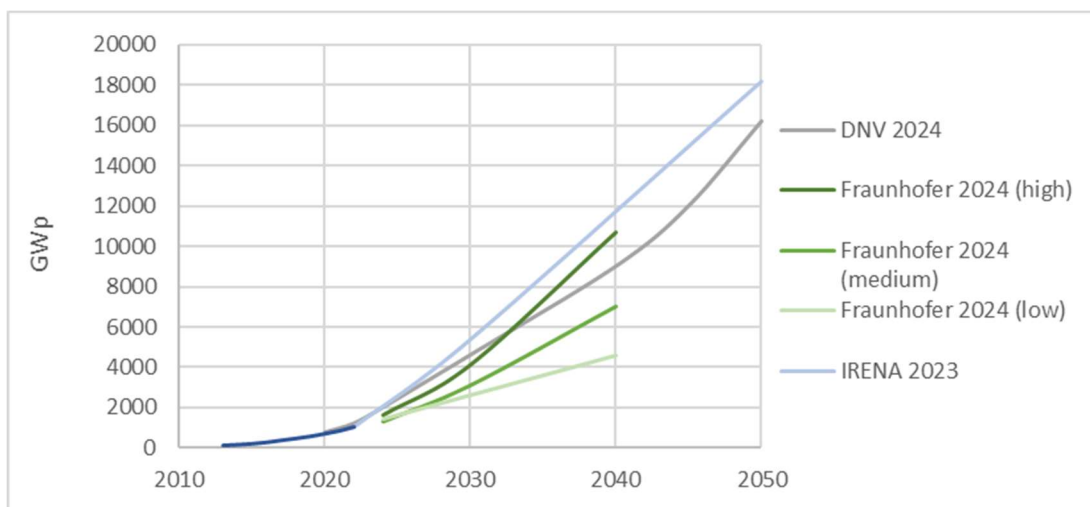
## 1.2 Kostenprognose 2040

Zur Prognose der Kosten werden das globale Marktwachstum von PV-Anlagen, sowie Lernraten für PV-Systeme herangezogen.

### 1.2.1 Marktwachstum von PV-Anlagen

Abbildung 2 zeigt das globale Marktwachstum von PV-Anlagen in GW<sub>p</sub> von 2013 bis 2050. Es werden das statistische Marktwachstum von 2013 bis 2022, sowie verschiedene Prognosen bis 2040 bzw. 2050 dargestellt [3], [4], [5], [6]. Bei IRENA 2023 [6] handelt es sich um das 1.5°C Szenario.

Abbildung 2. Vergleich verschiedener Quellen zum globalen Marktwachstum von PV-Anlagen in GW<sub>p</sub> [3], [4], [5], [6]



Für die Kostenprognose wurde ein Marktwachstum auf 7.000 GW<sub>p</sub> bis 2040 angenommen. Das entspricht dem „medium“ Szenario aus Fraunhofer, 2024 [3].

### 1.2.2 Lernrate für PV-Systeme

Die Lernrate beschreibt, um welchen Prozentsatz die Kosten sich reduzieren bei Verdopplung der Produktionsmenge. Die Kosten wurden mit einer Lernraten von 10-15% projiziert. Fraunhofer, 2024 [7] rechnet mit einer Lernrate von 15% für PV-Systemen; DNV 2024 [5] mit 17%.

### 1.2.3 Prognostizierte Kosten für PV-Systeme 2040

Abbildung 3 zeigt die Kostenentwicklung von PV-Systemen verschiedener Größen vom Ausgangsjahr 2024 bis 2040. Es beinhaltet die Kosten in realen €<sub>2024</sub>/kW<sub>p</sub> von vier verschiedenen Systemgrößen, die jeweils mit einer Lernrate von 10% und 15% bis 2040 projiziert wurden.

Abbildung 3. Kosten der verschiedenen PV-Systeme vom Ausgangsjahr 2024 bis 2040 mit einer Lernrate von jeweils 10% und 15%

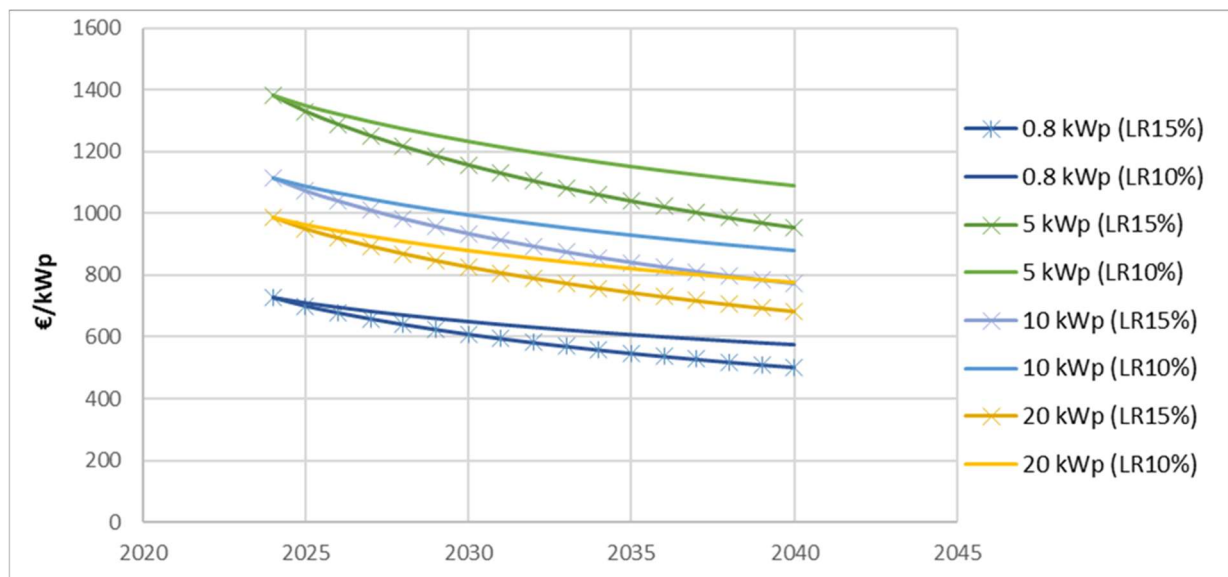


Abbildung 4 und Abbildung 5 zeigen die Systemkosten im Jahr 2040 von den vier verschiedenen Anlagengrößen in €/kW<sub>p</sub> bei Lernraten von 10% und 15%. Dabei werden Minimum, Maximum und Median dargestellt in realen €<sub>2024</sub>.

Abbildung 4. PV-Systemkosten im Jahr 2040 in realen €<sub>2024</sub>/kW<sub>p</sub> bei einer Lernrate von 10% für verschiedene Anlagengrößen

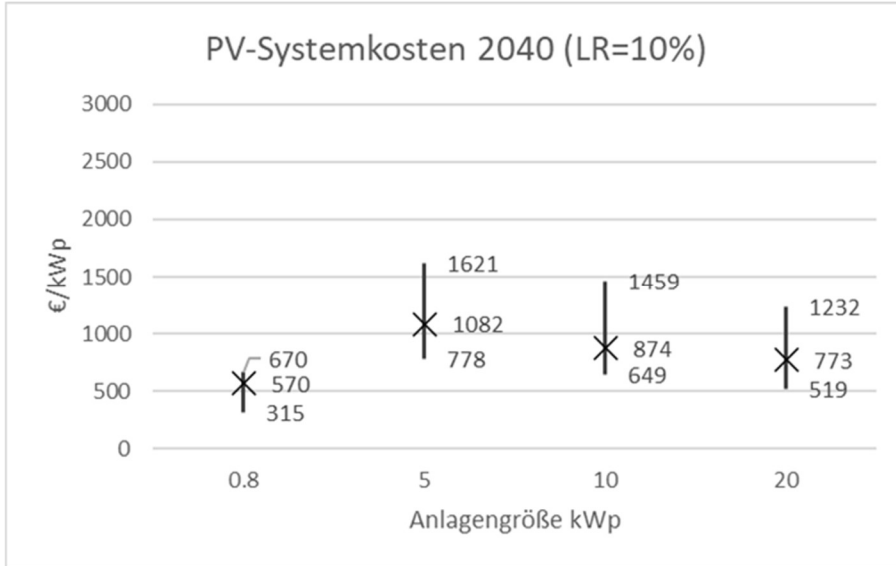
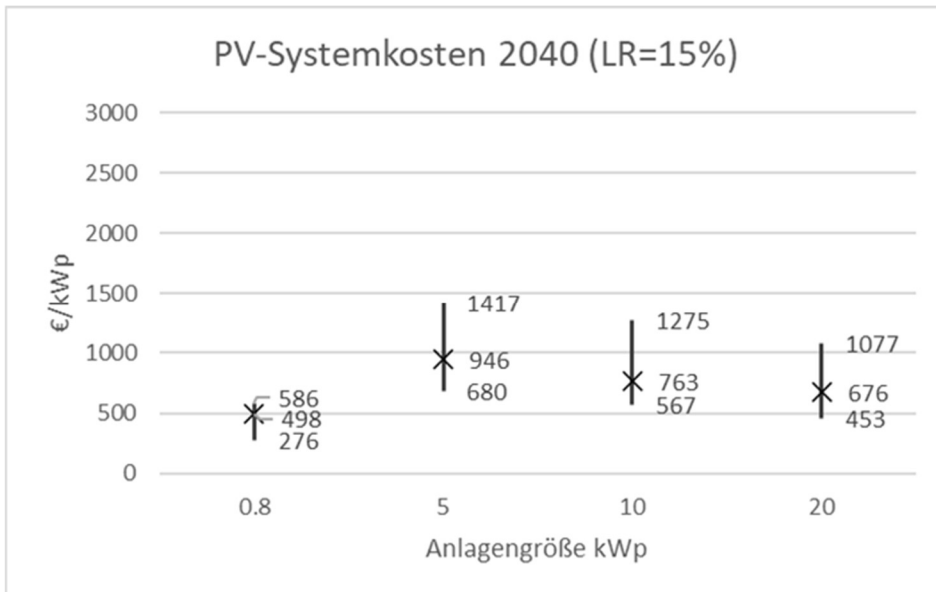


Abbildung 5. PV-Systemkosten im Jahr 2040 in realen €<sub>2024</sub>/kW<sub>p</sub> bei einer Lernrate von 15% für verschiedene Anlagen-größen



### 1.3 Nominale LCOE für PV-Systeme

Für die Berechnung wurde ein WACC von 8% und eine Lebensdauer von 25 Jahren angenommen. Die Inflation stammt aus der Prognose der ECB [8] und wird ab 2027 konstant mit 2% angenommen. Es wurde ein Wechselrichtertausch im 12.Jahr berücksichtigt. Dabei wurde ein Anteil von 16.3% des Wechselrichters an den

Gesamtkosten und eine Kostendegression von 5% pro Jahr für den Wechselrichter verwendet [9]. Tabelle 1 2 beinhaltet die LCOE in cent/kWh von verschiedener Anlagengrößen 2024, sowie bei einer Lernrate von 10% und 15% im Jahr 2040.

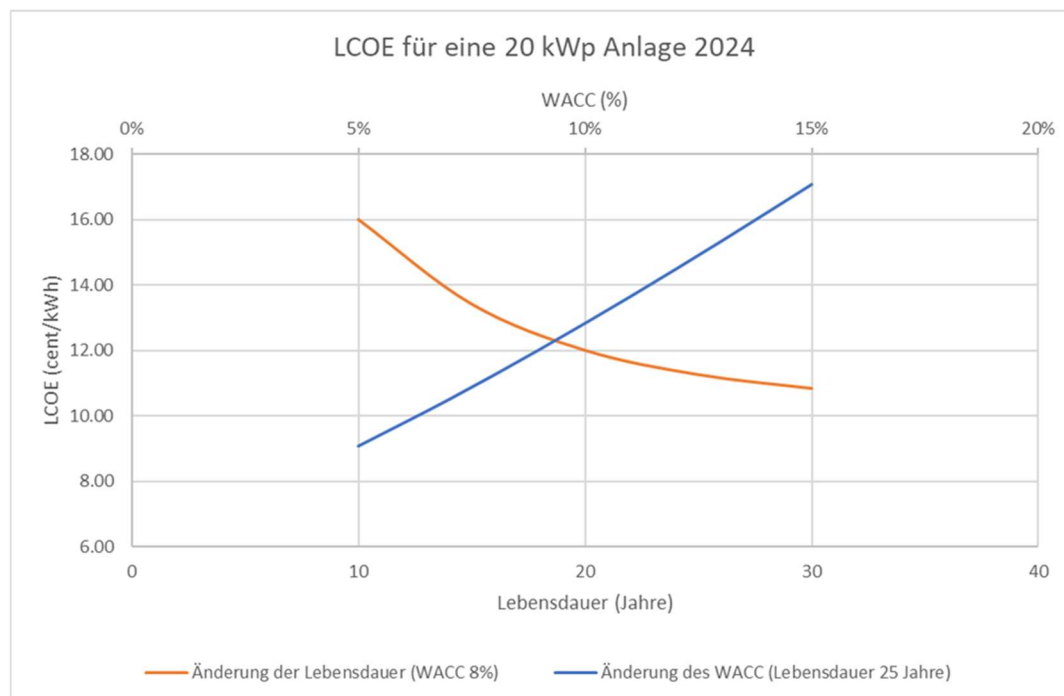
Tabelle 2. LCOE der Medianwerte für verschiedene Anlagengrößen 2024 und bei unterschiedlichen Lernraten 2040

LCOE in cent/kWh \ Anlagengröße	0.8 kW <sub>p</sub>	5 kW <sub>p</sub>	10 kW <sub>p</sub>	20 kW <sub>p</sub>
LCOE (Median Werte 2024)	12.72	15.74	12.72	11.27
LCOE (Median Werte 2040 (LR10%))	12.59	15.63	12.63	11.19
LCOE (Median Werte 2040 (LR15%))	11.67	13.89	11.23	9.94

### 1.3.1 Sensitivität der LCOE

Die LOCE sind stark abhängig von der Annahme der technischen Lebensdauer und, damit teilweise verknüpft, der Weighted Average Cost of Capital (WACC). Abbildung 6 zeigt die Sensitivität des LCOE in Cent/kWh bei Änderung der Lebensdauer und des WACC am Beispiel einer 20 kW<sub>p</sub> Anlage 2024. Die blaue Linie zeigt die LOCE bei konstanter Lebensdauer von 25 Jahren und einer Variation des WACC zwischen 5% und 15%. Die rote Linie zeigt die LCOE bei konstantem WACC von 8% und einer Variation der Lebensdauer zwischen 10 und 30 Jahren.

Abbildung 6. Sensitivität bei Änderung der Lebensdauer und des WACC am Beispiel einer 20 kW<sub>p</sub> Anlage 2024



Beide Parameter, WACC und Lebensdauer, haben einen großen Einfluss auf das Ergebnis der Berechnung. Eine Änderung des WACC von 5% auf 10% bewirkt ca. eine Verdoppelung der LCOE.

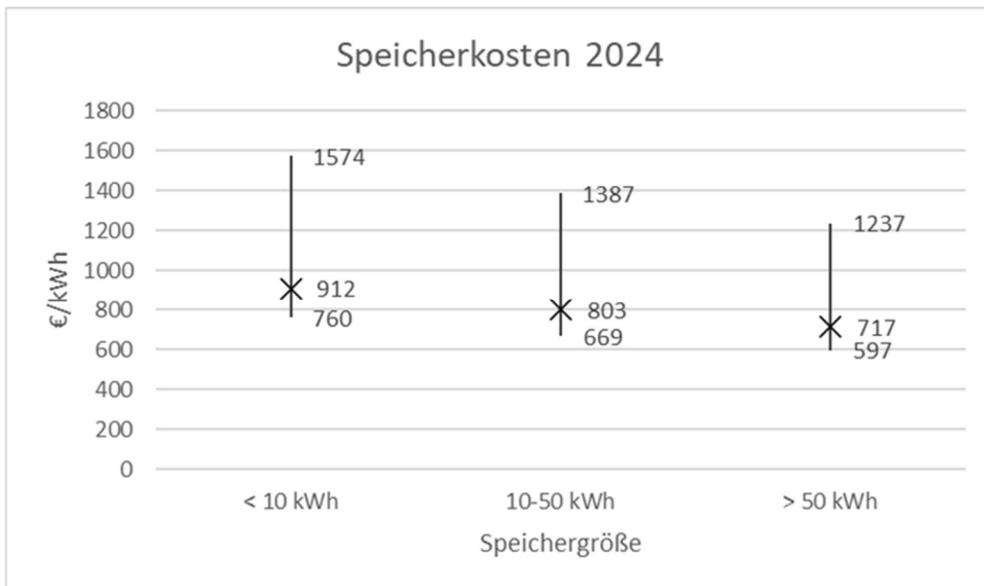
## 2 KOSTEN FÜR STROMSPEICHER

In diesem Kapitel werden die Kosten für Stromspeicher 2024, sowie eine Prognose für 2040 dargestellt. Aufgrund des kleinen Marktes und der unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten von Batteriespeichern gibt es keine Daten zu Lernraten [7].

### 2.1 Kosten für Stromspeicher 2024

Aus der Marktentwicklung 2023 [1] und dem zweiten EAG-Gutachten [9] wurde eine Kostenspanne für drei Größenkategorien erstellt. Abbildung 7 zeigt den Maximum-, Minimum- und Medianwert für Stromspeicherkosten im Jahr 2024 in realen €<sub>2024</sub>/kWh.

Abbildung 7: Kosten für Stromspeicher 2024 in realen €<sub>2024</sub>/kWh für drei Speichergrößen

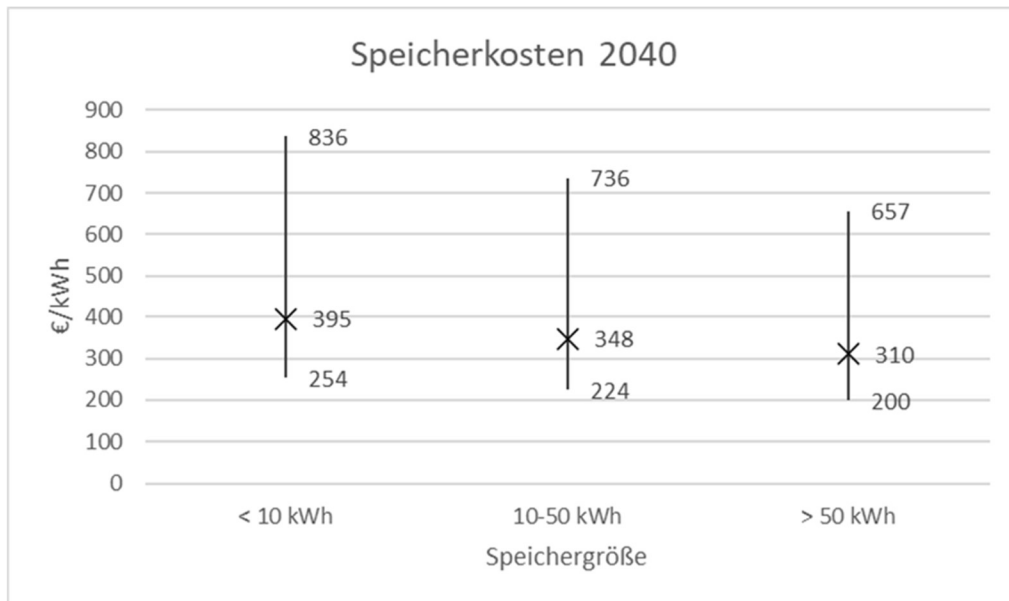


### 2.2 Kosten für Stromspeicher 2040

Das Fraunhofer Institut rechnet 2040 mit Kosten von 200-720 €<sub>2024</sub>/kWh für Anlagen kleiner 30kW<sub>p</sub> (Speichergröße zu Anlagengröße 1:1) [3]. Daraus wurden folgende Kosten für 2040 abgeleitet:



Abbildung 8. Kosten für Stromspeicher 2040 in realen €<sub>2024</sub>/kWh für drei Speichergrößen



### 3 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] P. Biermayr u. a., „Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2023“, 2024.
- [2] A. Vöpel, „Die Preisentwicklung von Photovoltaik (bis Juli 2024)“, Grünes Haus. Zugegriffen: 1. August 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://gruenes.haus/photovoltaik-preisentwicklung/>
- [3] C. Kost, S. Shammugam, D. Peper, A. D. Memar, und T. Schlegl, „Stromgestehungskosten erneuerbare Energien“, Fraunhofer ISE, 2021. Zugegriffen: 19. Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>
- [4] IRENA, „Renewable energy statistics 2023“. Zugegriffen: 1. August 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jul/Renewable-energy-statistics-2023>
- [5] S. Alvik, R. Eriksen, D. Engel, U. Haugen, L. Hove, und J. J. Huang, „Energy Transition Outlook 2024“, DNV. Zugegriffen: 10. Oktober 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.dnv.com/energy-transition-outlook/>
- [6] IRENA, „World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway“. Zugegriffen: 1. August 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>
- [7] C. Kost, P. Müller, J. S. Schweiger, V. Fluri, und J. Thomsen, „Stromgestehungskosten erneuerbare Energien“, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. Zugegriffen: 23. September 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>
- [8] European Central Bank, „ECB staff macroeconomic projections for the euro area, March 2024“, März 2024, doi: 10.2866/056361.
- [9] H. Tretter, L. Egger, C. Furtwängler, K. Knaus, und M. Rohrer, „Gutachten zu den Betriebs- und Investitionsförderungen im Rahmen des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes 2.EAG-Gutachten: Empfehlungen für das Jahr 2024“, Wien, 2023.