Abschlussbericht, **10.Juli 2025**

Photovoltaikmarkt: Preisbeobachtungsstudie 2024

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE

Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen

Postadresse:
CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
energieschweiz.ch

Autoren
Lionel Bloch, Planair SA
Yannick Sauter, Planair SA
Florent Jacqmin, Planair SA

Die vorliegende Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz erstellt.
Für den Inhalt sind alleine die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung der Studie 4

2. Methodik 6

2.1 Herkunft der Daten 6

2.2 Studienrahmen 8

3. Statistische Datenanalyse 9

3.1 Merkmale der PV-Anlagen 10

3.2 Marktrepräsentativität 13

4. Analyse der spezifischen Kosten 16

4.1 Preise von Aufdachanlagen 16

4.2 Preise von integrierten Anlagen 20

4.3 Anlagenpreise nach Wechselrichtertyp 21

4.4 Anlagenpreise nach Dachart 22

4.5 Kostenkategorien 23

4.6 Zeitliche Entwicklung 25

4.7 Zusatzkosten 28

5. Kostenfaktoren 34

5.1 Kabelführung 34

5.2 Dachart und verfügbare Oberflächen 34

5.3 Architektonische Anforderungen (Farbe, Integration) 35

5.4 Bauliche Situation 35

5.5 Sicherheit 35

5.6 Verwaltungskosten 35

5.7 Monitoring und Strommanagement 35

5.8 Elektrische Anschlüsse, Installationen und Sicherheitsmassnahmen 36

5.9 Markt und Konkurrenz 36

5.10 Öffentliche und private Aufträge 36

5.11 Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch 36

5.12 Interne Projektmanagementkosten und externe Planungskosten 36

6. Batteriekosten 37

7. Fazit 38

8. Dank 38

9. Referenzen 38

1. Zusammenfassung der Studie

Diese Studie untersucht die Kosten der in der Schweiz realisierten Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen), wobei der Fokus auf den Anlagen liegt, die im Jahr 2024 offeriert oder fakturiert wurden. Die durchschnittlichen Kosten von PV-Anlagen hängen von zahlreichen Faktoren ab, die im Folgenden sowohl quantitativ als auch qualitativ bewertet werden. Eine wesentliche Rolle spielt dabei der Kontext des Photovoltaikausbaus in der Schweiz. Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, hat die installierte Leistung in den vergangenen Jahren stark zugenommen, auch wenn sich das Wachstum 2024 wahrscheinlich abgeschwächt hat.

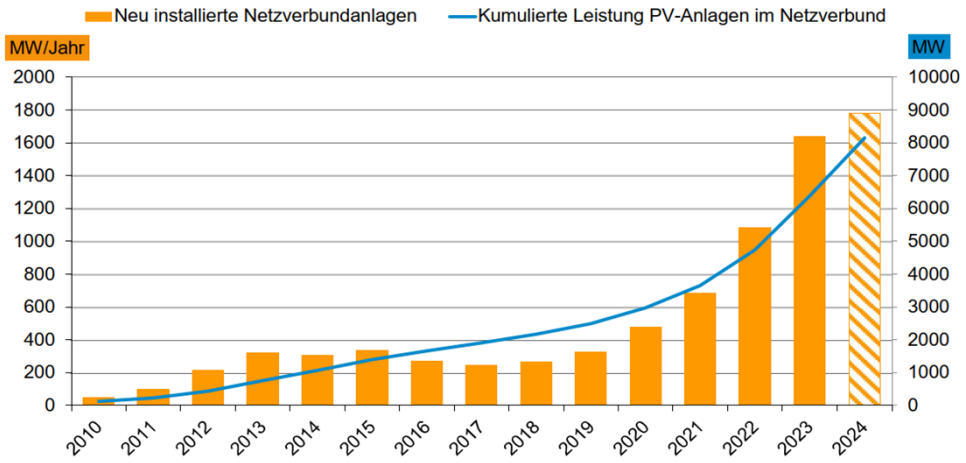


Abbildung 1: Entwicklung des schweizerischen Photovoltaikmarkts. Die zusätzliche Photovoltaikkapazität wird für 2024 auf 1780 MW geschätzt (Swissolar, PV-Tagung vom 1.4.2025).

Bei den anlagenspezifischen Merkmalen ist die Grösse – gemessen an der Leistung in kW unter Standardtestbedingungen (STC)[1] – der entscheidende Kostenfaktor. Abbildung 2 zeigt, dass die spezifischen Kosten, d. h. das Verhältnis der Kosten zur Leistung, mit zunehmender Leistung deutlich sinken.

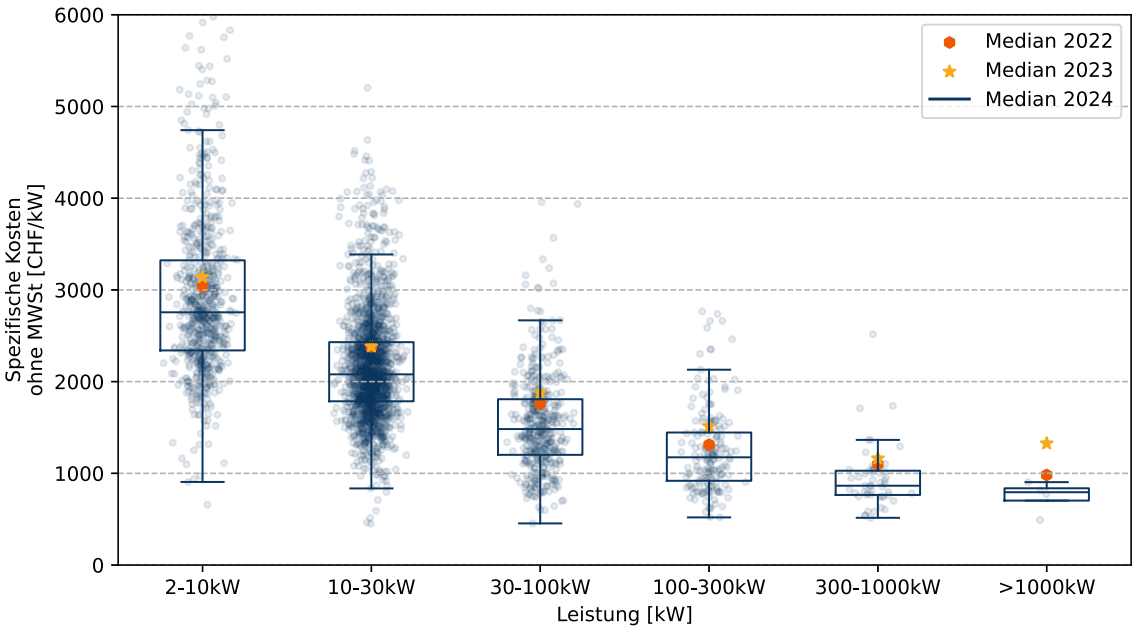


Abbildung 2: Spezifische Kosten (ohne MWST) von Aufdachanlagen als Boxplots, nach Leistungsbereich. Der blaue Balken, der gelbe Stern und das orange Sechseck kennzeichnen den Median der spezifischen Kosten für den jeweiligen Bereich in den Jahren 2024, 2023 bzw. 2022. Die Ränder der Box stehen für die 25%- und 75%-Quartile, womit 50 Prozent aller Datensätze dazwischen liegen.

[1] STC: Standard Test Conditions

Entgegen dem Trend steigender Preise in den letzten zwei bis drei Jahren haben die Preise im Jahr 2024 wieder den Stand von 2021 erreicht. Abbildung 3 veranschaulicht die Entwicklung der Mediankosten der Aufdachanlagen nach Leistungsbereich seit 2018 sowie die jährlichen Veränderungen. Im Jahr 2024 ist ein Rückgang der Mediankosten zwischen 12 und 26 Prozent festzustellen.

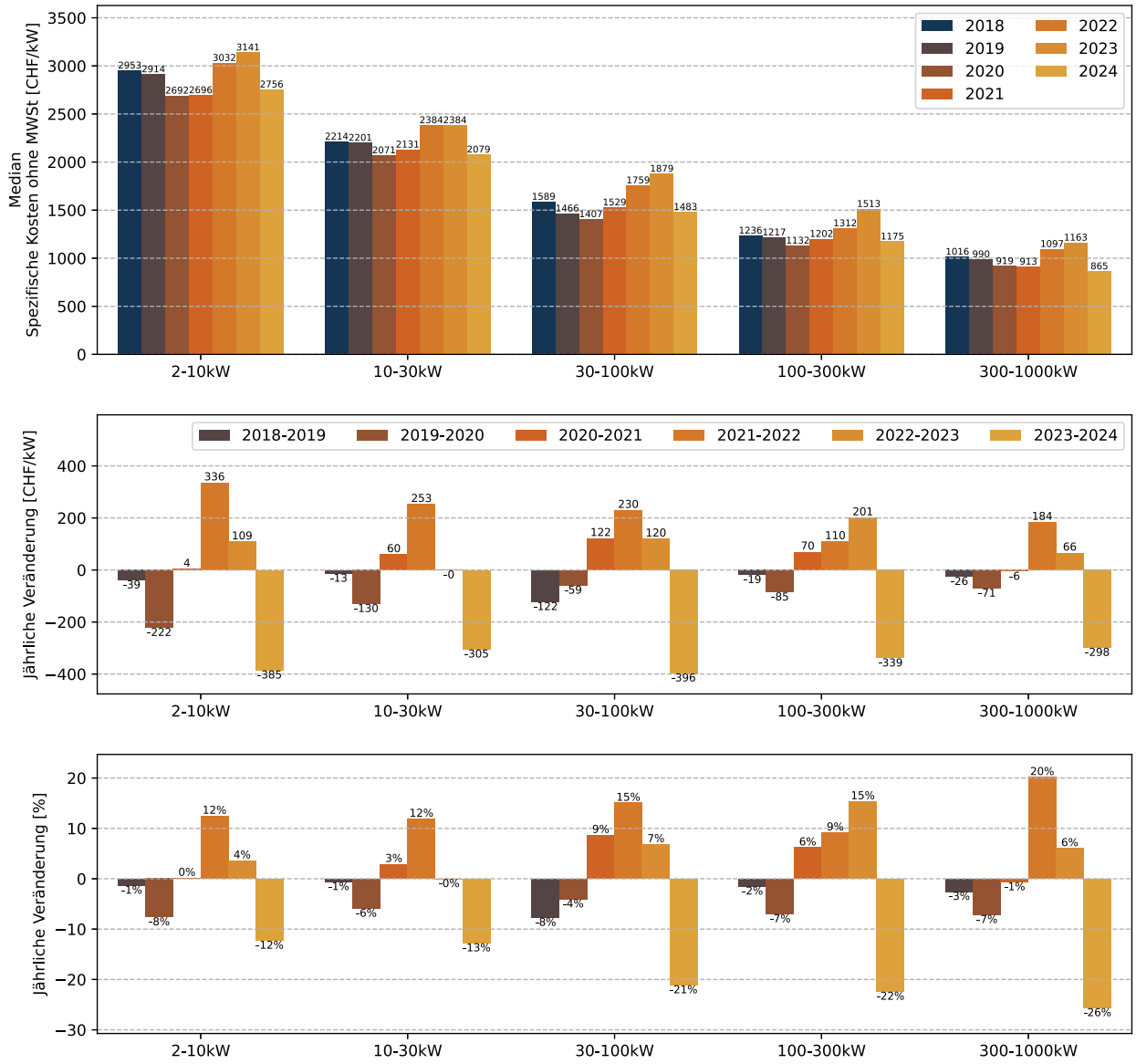


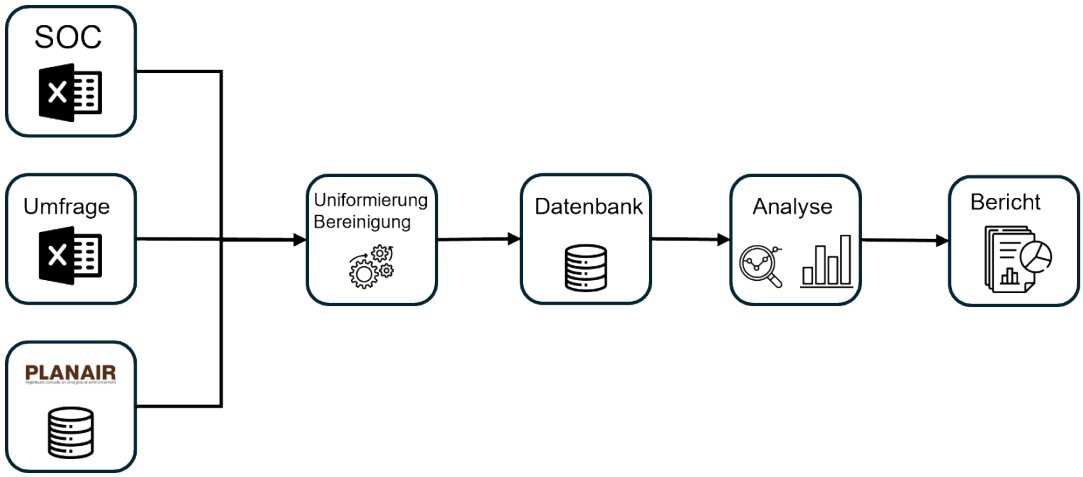
Abbildung 3: Entwicklung der Mediankosten für Aufdachanlagen zwischen 2018 und 2024.

2. Methodik

Ziel dieser Studie ist es, den Median der spezifischen Kosten einer Aufdach-PV-Anlage für das Jahr 2024 zu bestimmen und die Kostenfaktoren zu identifizieren. Zur Berechnung dieses Medianwerts wurde eine umfassende Erhebung finanzieller Daten anhand von Offerten und Rechnungen aus dem Analysejahr durchgeführt. Diese Daten stammen aus drei Hauptquellen:

1. Solar-Offerte-Check (SOC): Online-Analyse-Tool von EnergieSchweiz
2. Umfrage bei einer grossen Zahl schweizerischer Installationsbetriebe
3. Planair: interne Datenbank aufgrund von Offerten von Installationsbetrieben

Diese Daten wurden zuerst anonymisiert und harmonisiert, von unzuverlässigen Datensätzen befreit und danach in eine einzige Datenbank überführt. Letztere diente als Grundlage, um die Kostenanalyse vorzunehmen und die Ergebnisse für den vorliegenden Bericht zu erstellen.



2.1 Herkunft der Daten

Die Daten stammen zu einem grossen Teil aus einer Sammlung von Offerten, die im Rahmen des SOC[2] von EnergieSchweiz eingereicht wurden (Vergleich von PV-Offerten durch Expertinnen und Experten von EnergieSchweiz). Sie beziehen sich im Wesentlichen auf Anlagen mit einer Leistung unter 30 kW. Von jeder Offerte wurden folgende Felder extrahiert:

- Erstellungsdatum der Offerte
- Leistung der Anlage
- Gesamtkosten ohne MWST
- Postleitzahl
- Anlagentyp
- Wirkungsgrad der Module
- Herkunft der Module (Bestimmung anhand des Modells)
- Wechselrichtertyp (Bestimmung anhand des Modells)
- In den Anlagenkosten enthaltenes Monitoring
- In den Anlagenkosten enthaltene Baustellenabsicherung
- In den Anlagenkosten enthaltene permanente Sicherheitsmassnahmen
- Kosten der Module
- Kosten der Wechselrichter

[2] https://www.energieschweiz.ch/tools/solar-offerte-check/

- Kosten des Montagesystems
- Kosten für die Baustellenabsicherung
- Verwaltungs- und Planungskosten
- Kosten für Batteriespeicher

Die Daten der zweiten Quelle ergeben sich aus einer Umfrage bei einer grossen Zahl von Installationsbetrieben und Bauherren. In Tabelle 1 sind alle angeforderten Daten im Detail aufgeführt.

Tabelle 1: Liste der Datenfelder der Umfrage. IN / BA gibt an, ob das Feld von Installationsbetrieben (IN) und/oder Bauherren (BA) auszufüllen ist.

	FELDER	MÖGLICHE ANTWORTEN	ADRESSAT
WESENTLICHE ANGABEN	Offerte oder Rechnung	Offerte oder Rechnung	IN / BA
	Erstellungsdatum der Offerte oder Rechnung		IN / BA
	Leistung [kW]		IN / BA
	Kosten der Anlage [CHF zzgl. MWST]		IN / BA
	Postleitzahl		IN / BA
	Anlagentyp	Integriert, Aufdach oder Fassade	IN / BA
ERGÄNZENDE ANGABEN	Neubau oder Bestandsgebäude	Neu oder Bestand	IN / BA
	Dachart	Bekiestes Flachdach, Flachdach mit freiliegender Abdichtung, begrüntes Flachdach, blechgedecktes Steildach, ziegelgedecktes Steildach, Sonstiges	IN / BA
	Wechselrichtertyp	Strangwechselrichter, Wechselrichter mit Leistungsoptimierern, Modulwechselrichter	IN
	In den Anlagenkosten enthaltenes Monitoring	Ja/Nein	IN
	In den Anlagenkosten enthaltene Baustellenabsicherung	Ja/Nein	IN
	In den Anlagenkosten enthaltene permanente Sicherheitsmassnahmen	Ja/Nein	IN
	Hinweise		IN
FREIWILLIGE ANGABEN	Kosten der Module		IN
	Kosten der Wechselrichter		IN
	Kosten des Montagesystems		IN
	Kosten des Elektromaterials		IN
	Kosten für die Baustellenabsicherung		IN
	Kosten für permanente Sicherheitsmassnahmen		IN
	Arbeitskosten		IN
	Verwaltungs- und Planungskosten		IN
	Logistik- und Transportkosten		IN
	Monitoringkosten		IN
	Sonstige Kosten		IN
KOSTEN ANHÄNGE	Kosten für die Einrichtung eines ZEV / Praxismodells VNB		IN
	Planungskosten für ein Ingenieurbüro oder Architektenhonorar		BA
	Kosten für die Verstärkung oder Sanierung des Daches		BA
	Kosten für die Verstärkung des Netzanschlusses oder die Aufrüstung der Schaltschränke		BA
	Sonstige Kosten		BA

Bei der dritten Datenquelle handelt es sich um eine Datenbank des Planungsbüros Planair. Auch sie beruht auf Offerten und Rechnungen von Installationsbetrieben und verwendet dieselben Datenfelder wie die Umfrage.

Die Daten aus diesen drei Quellen werden vereinheitlicht und zusammengeführt, um eine möglichst breite Datenbasis zu schaffen. Da eine zuverlässige Erkennung von Überschneidungen schwierig umzusetzen ist, kann es – auch wenn es sehr unwahrscheinlich ist – vorkommen, dass dieselbe Offerte aus allen drei Quellen erfasst und dreifach berücksichtigt wurde.

2.2 Studienrahmen

Die Studie bezieht sich auf PV-Anlagen, welche die nachstehenden Merkmale aufweisen. Die Gesamtkosten der einzelnen Anlagen beinhalten die folgenden Elemente, sofern diese in den Leistungen des Installationsbetriebs enthalten sind.

Allgemeiner Rahmen:

- Die Daten basieren auf Rechnungen für Anlagen, die 2024 realisiert wurden, sowie auf Offerten aus demselben Jahr.
- Die Studie berücksichtigt ausschliesslich Aufdach-PV-Anlagen auf Bestands- oder Neubauten.
- Die Preise werden ohne MWST angegeben.

In den Kosten der PV-Anlagen enthaltene Leistungen:

- Lieferung und Montage der elektrischen Komponenten von den Modulen bis und mit Netzanschlusstrennschalter des Gebäudes, einschliesslich Zubehör (Kabelrinnen und Kabelführungen, Elektrokästen)
- Lieferung und Montage des Befestigungssystems der Module, einschliesslich allfälliger Dach-Ballast- und -Befestigungselemente
- Lieferung und Installation des Monitoringsystems (Stromerzeugung bzw. -verbrauch)
- Planungsaufwand des Installationsbetriebs einschliesslich amtlicher Formalitäten, Ausführungs- und Betriebsdokumentation
- Lieferung und Einrichtung der Baustellenabsicherung (Absturzsicherung und Sicherung des Dachzugangs) und der Hebemittel
- Lieferung und Einrichtung der permanenten Sicherheitsmassnahmen (Sicherungsseile, Verankerungspunkte, Geländer)
- Bei integrierten Anlagen: Traglattung für die Module

Nicht enthaltene Leistungen:

- Nicht vom Installationsbetrieb geleisteter Planungsaufwand: Ingenieurbüros (PV-Planer/-in, Statiker/-in, Dichtheitsprüfung, Architekt/-in, Bauherrschaft, Bauleitung)
- Arbeiten für den Aufbau eines Zusammenschlusses zum Eigenverbrauch (ZEV): Verkabelung, Zähler
- Speichersysteme samt Zubehör
- Regelungselemente für die Verbrauchssteuerung: Steuerung und Regulierung von Verbrauchsquellen (z. B. Wärmepumpe oder Haushaltsgeräte)
- Anpassungsarbeiten Gebäude: Dachrenovation, statische Verstärkungen, Stärkung des Stromnetzes, Ertüchtigung der bestehenden Stromkästen
- Bei integrierten Anlagen: Unterkonstruktion der PV-Anlage (Unterspannbahn, Konterlattung), Spenglerarbeiten rund um das Modulfeld

3. Statistische Datenanalyse

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die erhobenen Daten sowie ihre Repräsentativität für den Schweizer Markt. Für diese Studie wurden insgesamt 3439 Datensätze ausgewertet, wovon knapp die Hälfte aus dem SOC stammen. Zum Vergleich: Im Jahr 2023 waren es 2937 Datensätze, davon 84 Prozent aus dem SOC. Zwar umfasste die Analyse 2024 rund 1000 Datensätze weniger aus dieser Quelle, doch wurde dieser Rückgang durch die Daten aus den Umfragen mehr als kompensiert. Dieser Anstieg des Anteils an Umfragedaten erklärt, weshalb zahlreiche Angaben zu den in Kapitel 3.1 beschriebenen Merkmalen der PV-Anlagen fehlen. Tatsächlich haben gerade die Installationsbetriebe, die die meisten Datensätze bereitgestellt haben, nicht immer alle Zusatzinformationen erfasst.

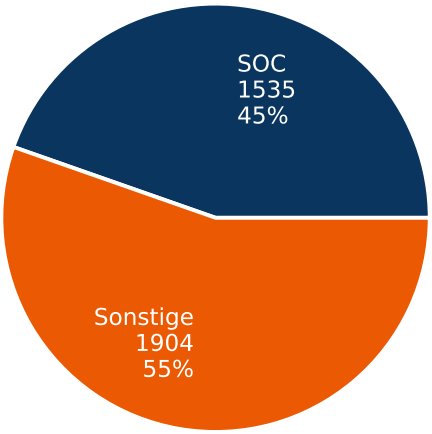


Abbildung 4: Anzahl und prozentualer Anteil der erhobenen Datensätze aus dem SOC einerseits und von Installationsbetrieben und Bauherren («Sonstige») andererseits.

Abbildung 5 weist die Verteilung der Anzahl PV-Anlagen und der kumulierten Leistung nach Leistungsbereich aus. Bei der erfassten Leistung handelt es sich um die DC-Leistung, die sich als Produkt der Modulzahl und ihrer STC-Nennleistung ergibt. Die Leistung der Anlagen, von denen Daten erhoben wurden, liegt zwischen 2 und 2425 kW.

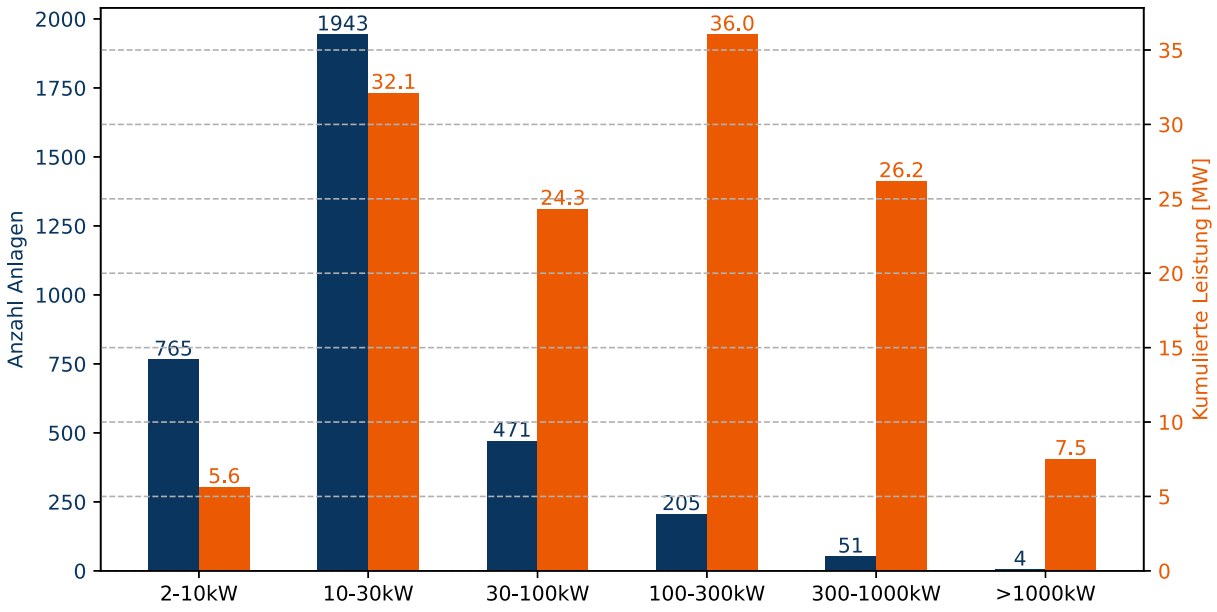


Abbildung 5: Verteilung der für die Studie erhobenen Daten, nach Leistungsbereich.

3.1 Merkmale der PV-Anlagen

Abbildung 6 stellt die Verteilung der wesentlichen Angaben aus Tabelle 1 dar. Insgesamt 95 Prozent der erhobenen Daten betreffen Aufdachanlagen. Die Kosten dieser Anlagen stammen in 55 Prozent der Fälle aus Offerten, in 45 Prozent aus Rechnungen. Der Anteil der Rechnungen ist deutlich höher als im Vorjahr; 2023 beruhten noch 90 Prozent der Datensätze auf Offerten [1]. Dieser Unterschied hat zwei entgegengesetzte Effekte auf die beobachteten Preise. Da Rechnungen in der Regel dem besten Angebot entsprechen, bedeutet ein höherer Anteil an Rechnungen ein niedrigerer Medianwert der Kosten. Bei allgemein sinkenden Preisen ist jedoch aufgrund des zeitlichen Abstands zwischen der Offert- und Rechnungstellung davon auszugehen, dass ein grösserer Anteil an Rechnungen zu höheren Mediankosten führt. Schliesslich ist die Verteilung zwischen dem ersten und dem zweiten Halbjahr weniger ausgewogen als im Vorjahr: 60 Prozent der Datensätze entfallen auf das erste Halbjahr. Wiederum vor dem Hintergrund sinkender Preise ist zu erwarten, dass dieses Ungleichgewicht höhere Mediankosten mit sich bringt. In Kapitel 4.1 findet sich eine quantitative Einschätzung dieser Effekte für Aufdachanlagen.

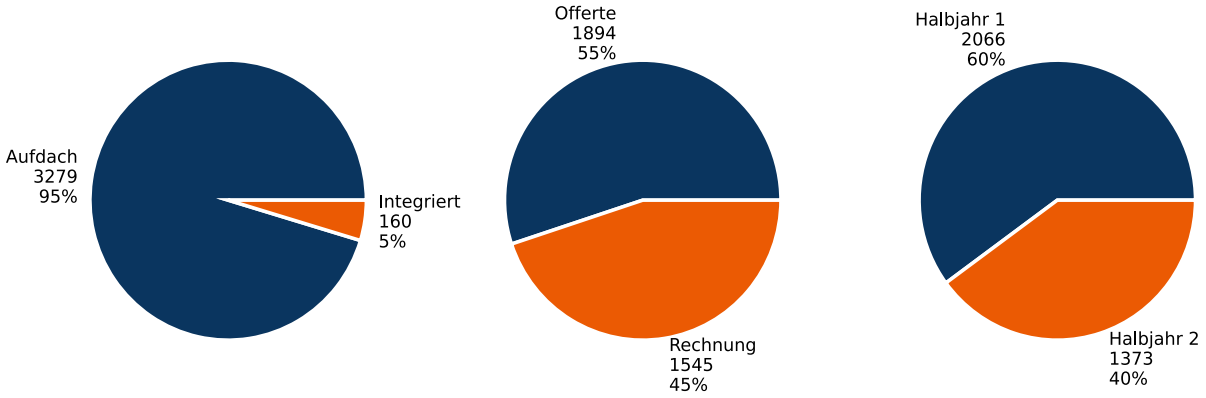


Abbildung 6: Verteilung der wesentlichen Merkmale.

Abbildung 7 zeigt, dass das Monitoring und die Baustellenabsicherung in rund 86 Prozent der Fälle in den Anlagenkosten enthalten sind. Dahingegen umfassen lediglich 19 Prozent der Anlagen auch permanente Sicherheitsmassnahmen. Dieser Anteil nimmt bei den Anlagen mit einer Leistung von über 30 kW auf 36 Prozent zu. Tatsächlich dürfte der Anteil der Anlagen von mehr als 30 kW, die permanente Sicherheitsmassnahmen umfassen, über 36 Prozent liegen, da dieser Posten von Installationsbetrieben nicht immer in Rechnung gestellt wird. Diese Werte entsprechen in etwa denen aus dem Jahr 2023.

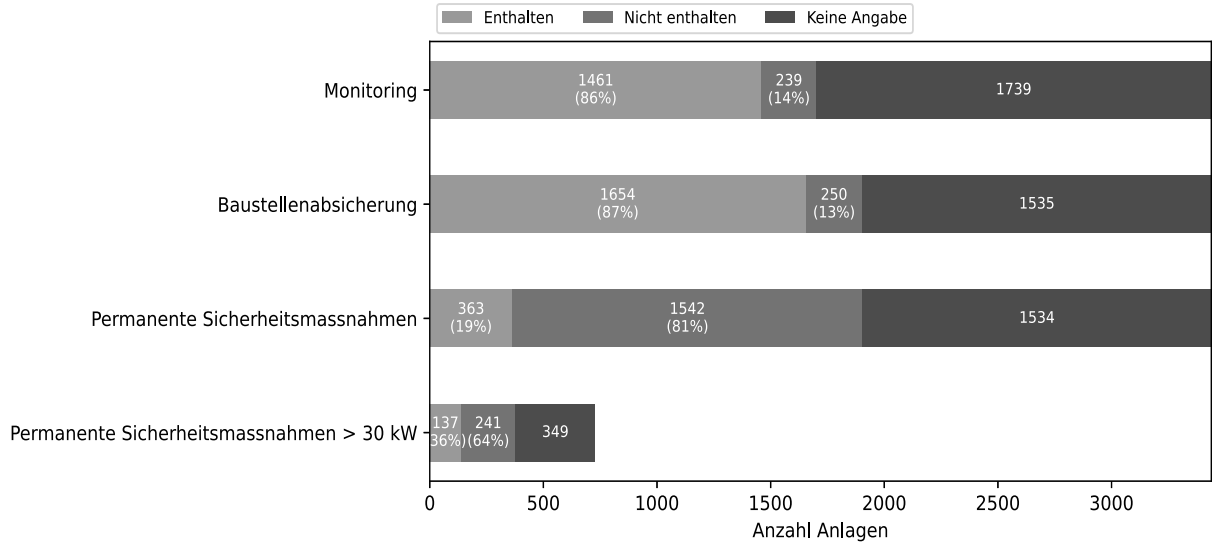


Abbildung 7: Freiwillige Merkmale, die zeigen, ob das Monitoring, die Baustellenabsicherung und permanente Sicherheitsmassnahmen in den Leistungen und Kosten der untersuchten PV-Anlagen enthalten sind.

Der Typ des Wechselrichters wurde bei etwas mehr als der Hälfte der Anlagen angegeben. Modulwechselrichter machten 3 Prozent aus, Wechselrichter mit Leistungsoptimierer 22 Prozent und Strangwechselrichter 75 Prozent. Im Vergleich zu 2023 ist der Anteil an Strangwechselrichtern leicht gestiegen (75 % gegenüber 67 %), zulasten der beiden anderen Kategorien. Wechselrichter, die einen Optimierer aufweisen, fallen in die Kategorie «Wechselrichter mit Leistungsoptimierer». Diese partielle Leistungsoptimierung wird insbesondere durch den Einsatz von Huawei-Wechselrichtern und des Systems von Tiko möglich. Hinweis: Diese Einteilung der SOC-Daten erfolgte aufgrund der Bezeichnung und des Modells des Wechselrichters und ist deshalb fehleranfällig. Ein Huawei-Wechselrichter ohne weitere Angaben wurde als «Strangwechselrichter» eingeteilt.

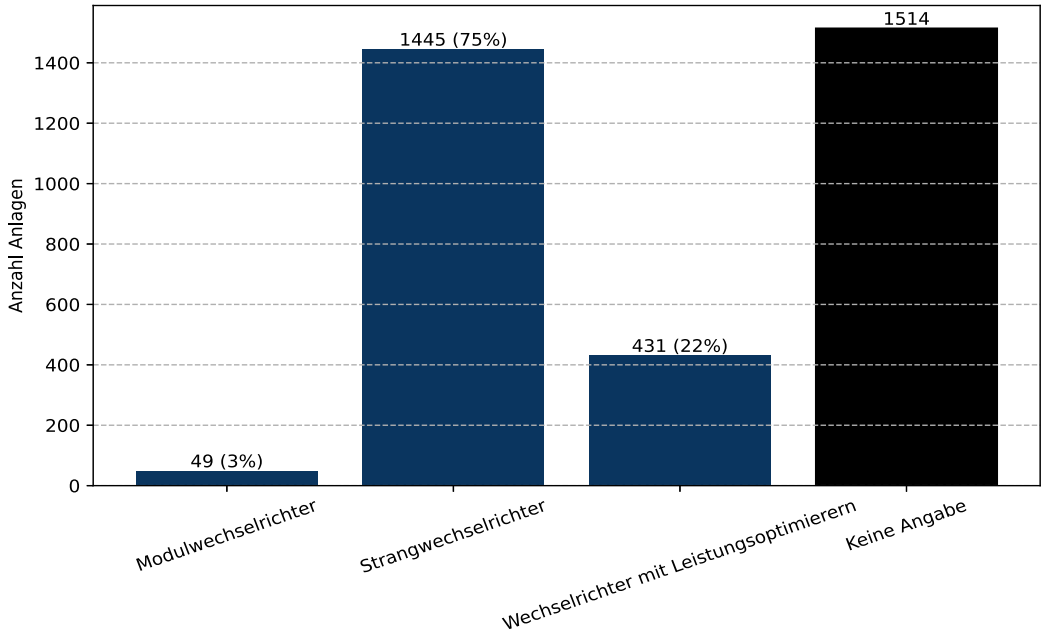


Abbildung 8: Der Typ des offerierten oder installierten Wechselrichters wurde für 56 Prozent der Anlagen angegeben.

Die Dachart (Abb. 9) wurde nur für 19 Prozent der Anlagen angegeben, da diese Information in den SOC-Daten nicht enthalten ist. Daher und weil die SOC-Dienstleistung in erster Linie von Privaten beansprucht

wird, um Offerten für kleinere PV-Anlagen zu beurteilen, handelt es sich bei den Dächern «Keine Angabe» wahrscheinlich grossteils um ziegelgedeckte Steildächer.

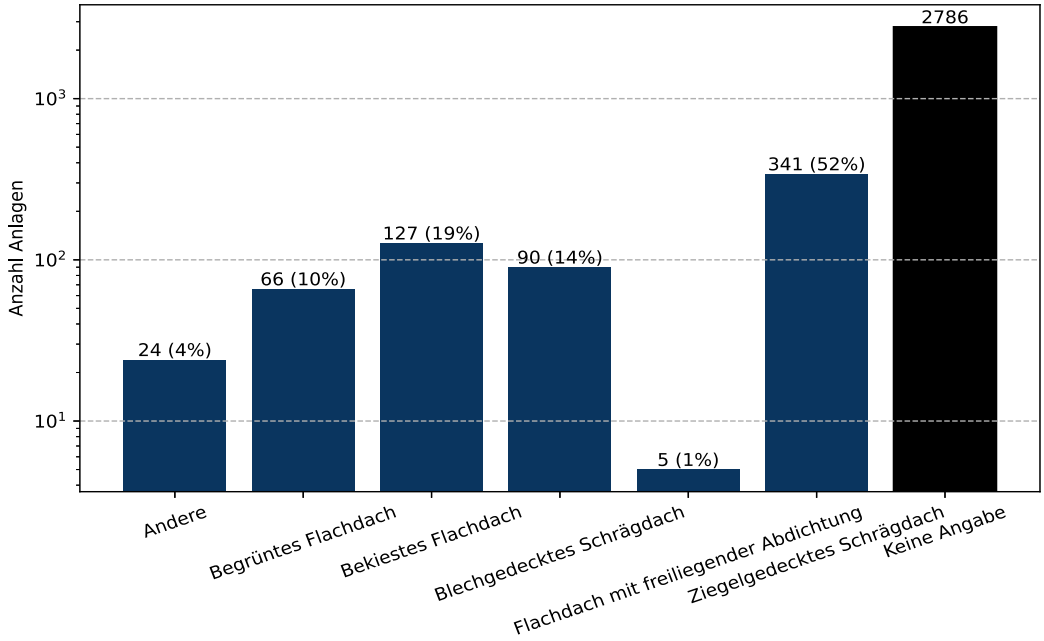


Abbildung 9: Verteilung der erhobenen Daten nach Dachart.

Abbildung 10 stellt die Verteilung nach Herkunft der Module dar. Eine grosse Mehrheit der Module (88 %) wurde nicht in Europa hergestellt, sondern stammt hauptsächlich aus China. Dieser Anteil, der 2023 noch 81 Prozent ausmachte, ist also leicht gestiegen. Der Anteil an PV-Anlagen mit Modulen aus schweizerischer Produktion ist vernachlässigbar.

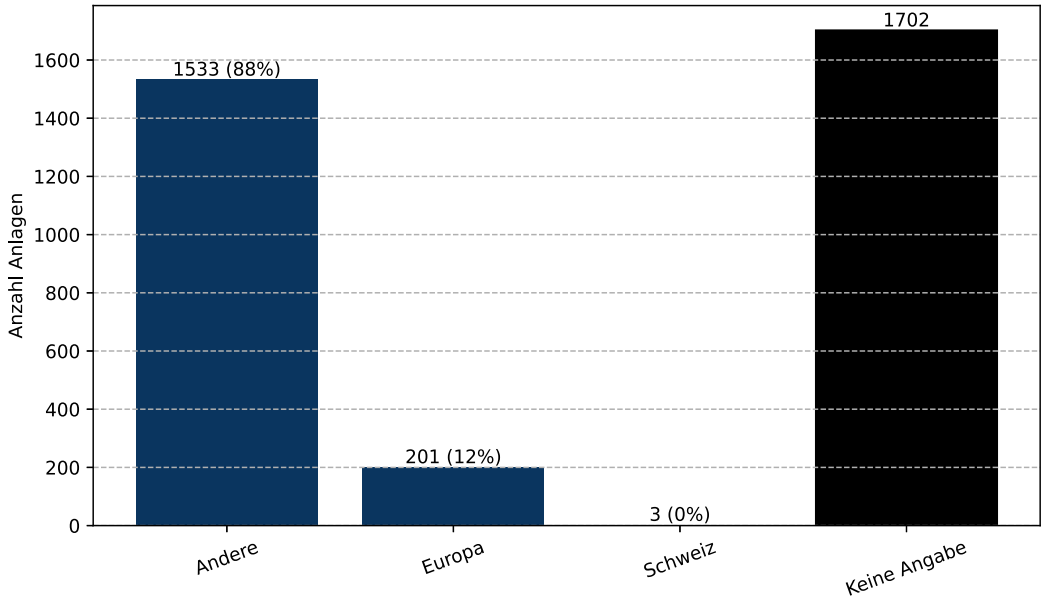


Abbildung 10: Verteilung nach Herkunft der Module. Bei Modulen der Kategorie «Keine Angabe» wurde die Herkunft nicht untersucht. Sie dürften aber zu grossen Teilen aus China stammen. Die Kategorie «Europa» versteht sich ohne die Schweiz.

Informationen zur Effizienz der gewählten Module liegen nur in 38 Prozent der Fälle vor. Abbildung 10 weist das Histogramm der Effizienz aus. Der Median für das Jahr 2024 betrug 22,3 Prozent und war damit um 0,8 Prozentpunkte höher als 2023 (21,5 %).

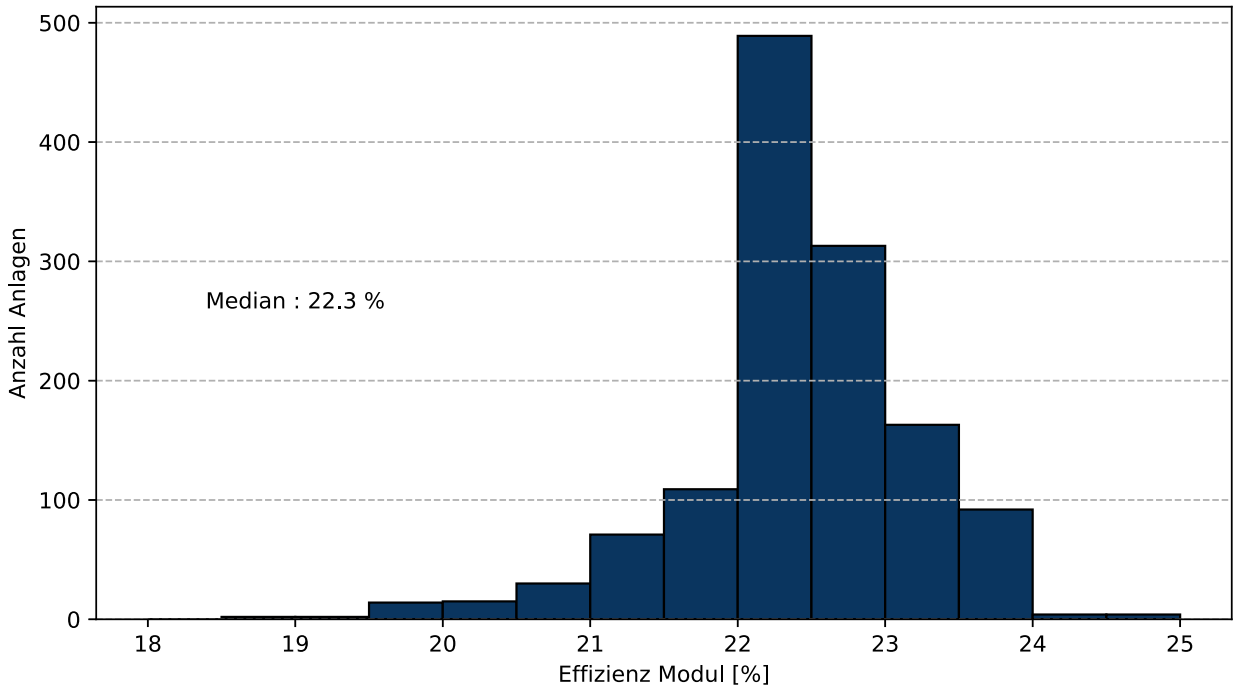


Abbildung 11: Histogramm der Modul-Effizienz.

3.2 Marktrepräsentativität

Zur Erstellung einer Preisstatistik, die für den Schweizer Markt repräsentativ ist, müssen die erhobenen Daten diesen Markt zuverlässig abbilden. Aktuell besteht keine nationale Statistik zur Verteilung der Wechselrichtertypen oder der Dacharten. Allerdings liegen Daten zur Verteilung der PV-Anlagen nach Leistungsbereichen vor. Diese Zahlen können für das Jahr 2023 der *Statistik Sonnenenergie* [2] entnommen werden. Da der Bericht 2024 noch nicht veröffentlicht ist, wird hier von einer ähnlichen Verteilung wie im Vorjahr ausgegangen.
Abbildung 12 zeigt, dass die im Rahmen der Preisbeobachtungsstudie erhobenen Daten für die errichteten Anlagen repräsentativ sind. Anlagen im Bereich von 4 bis 20 kW sind bezogen auf den Anteil der realisierten Anlagen in dieser Grössenklasse in der Studie leicht untervertreten.

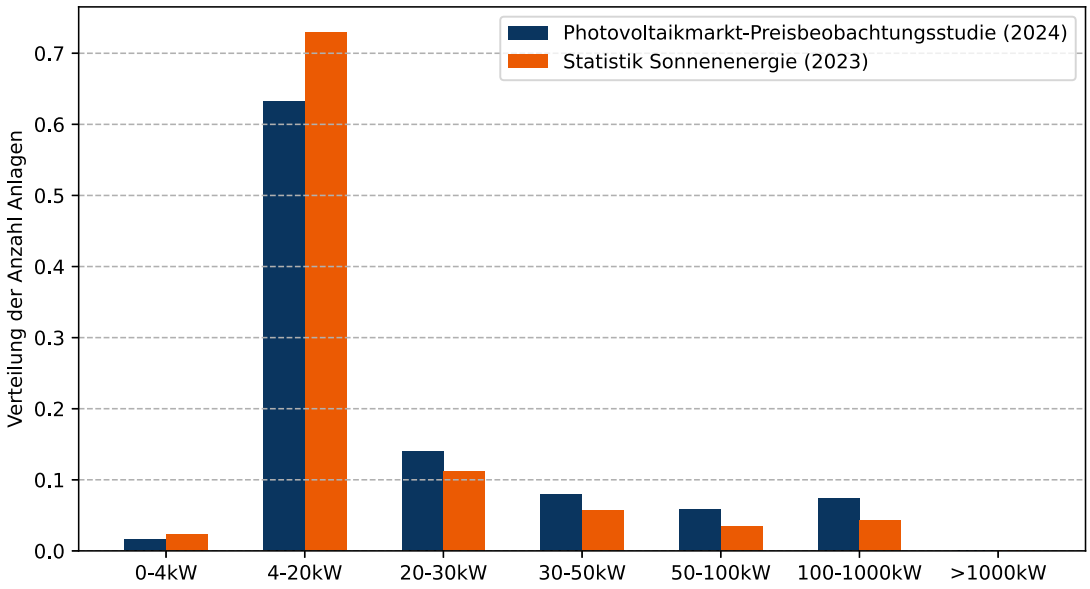


Abbildung 12: Verteilung der Anzahl PV-Anlagen nach Leistungsbereich [kW].

Abbildung 13 weist die Verteilung der PV-Anlagen nach Leistung statt nach Anzahl aus. Bei der Repräsentativität zeichnet sich hier derselbe Trend ab.

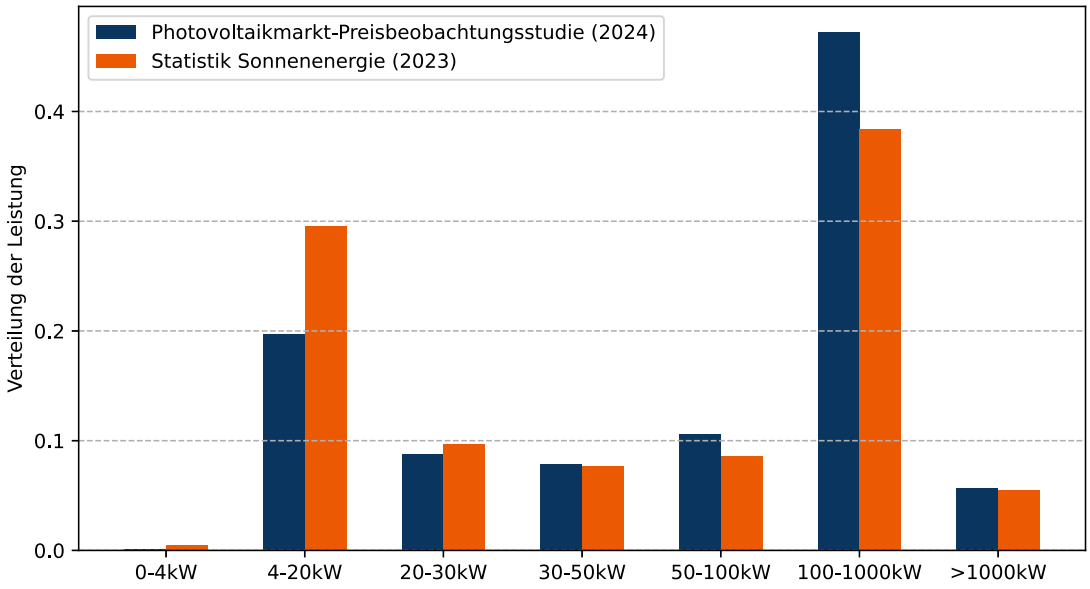


Abbildung 13: Verteilung der Leistung der PV-Anlagen nach Leistungsbereich [kW].

Abbildung 14 schlüsselt die Datensätze nach Standortkanton für die 88 Prozent der Fälle auf, in denen die Postleitzahl angegeben wurde. Die Ost- und Zentralschweiz scheinen unterrepräsentiert zu sein. Allerdings stammen 399 nicht referenzierte Datensätze von Installationsbetrieben, die in der Zentralschweiz ansässig sind.

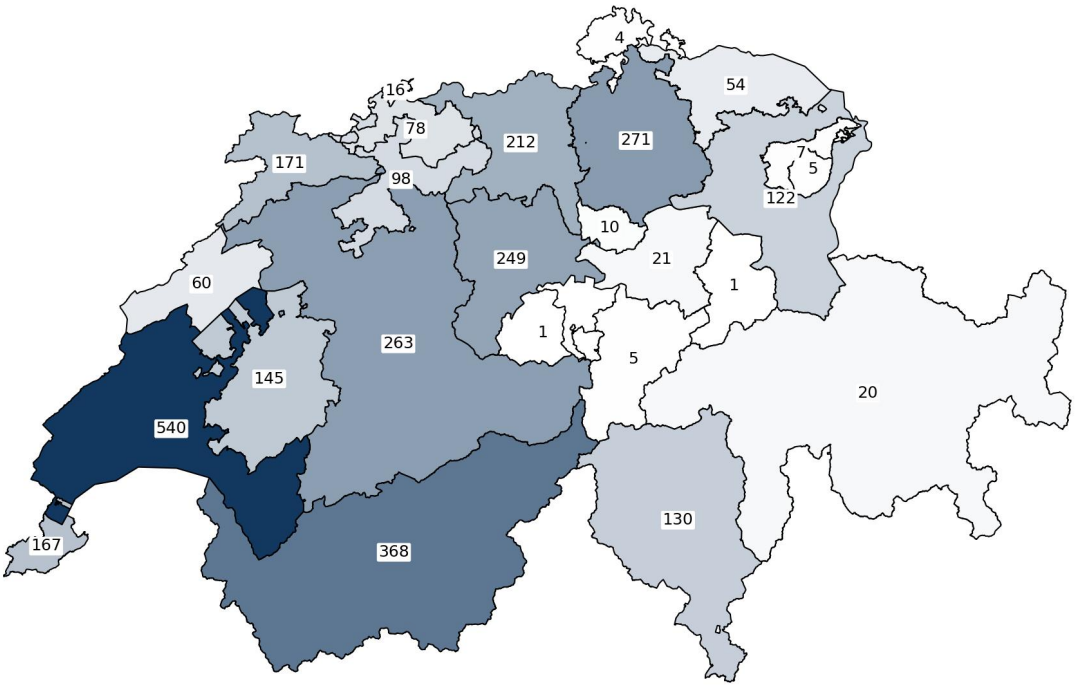


Abbildung 14: Anzahl Datensätze nach Standortkanton. Der Ort wird durch den Standort der Anlage und nicht des offerierenden Installationsbetriebs bestimmt.

4. Analyse der spezifischen Kosten

4.1 Preise von Aufdachanlagen

Der Abbildung 15 sind die Kosten (ohne MWST) von Aufdachanlagen mit einer Nennleistung unter 300 kW zu entnehmen. Alle Datensätze sind als Punkte dargestellt; die blaue Kurve bildet die stückweise lineare Regression für 2024 ab (Regression 2024). Die beiden anderen Kurven zeigen die jeweiligen Regressionen der Vorjahre.

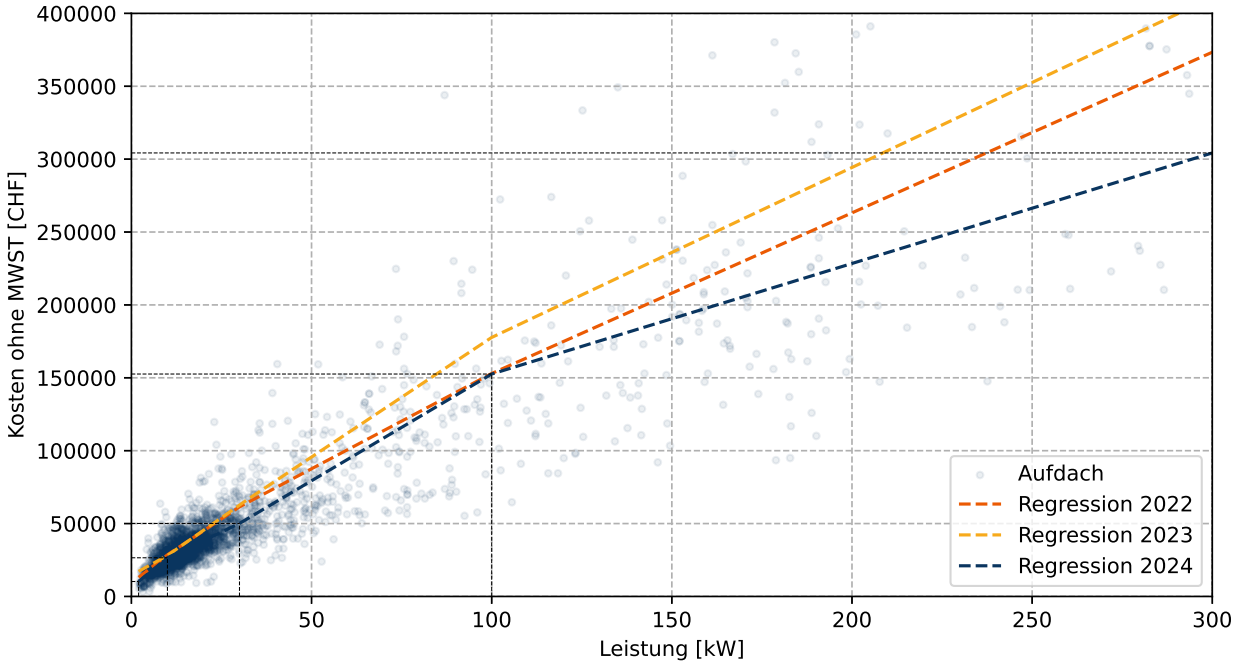


Abbildung 15: Kosten von Aufdachanlagen unter 300 kW im Jahr 2024. Die blaue Kurve stellt die stückweise lineare Regression dieser Kosten für 2024 dar.

Es wird deutlich, dass der leistungsabhängige Kostenanstieg nicht linear, sondern bei niedrigen Leistungen steiler verläuft als bei höheren Leistungen. Anders gesagt, nehmen die spezifischen Kosten – definiert als das Verhältnis zwischen Gesamtkosten und Anlagenleistung [CHF/kW] – mit zunehmender Leistung ab. Diese Abnahme ergibt sich aus dem Festkostenanteil, namentlich für Administration und Logistik.

Dieser Effekt bedeutet, dass eine lineare Regression über alle Leistungsbereiche hinweg nicht zweckmässig ist, weshalb für die Studie eine lineare Regression pro Leistungsbereich angewendet wird. Bei dieser Regressionsberechnung wird der Kostenfehler minimiert, indem für jeden Leistungsbereich eine affine Funktion verwendet wird, wobei die Kontinuität der Funktion an den Bereichsgrenzen gewährleistet wird. Die Koeffizienten der stückweisen linearen Regression sind in Tabelle 2 ersichtlich.
Ein Vergleich der Regressionen ergibt für 2024 eine Kostensenkung für Aufdach-PV-Anlagen.

Tabelle 2: Parameter der stückweisen linearen Regressionen der Kosten von Aufdachanlagen, für die Jahre 2021, 2022 und 2023. R2 ist das Bestimmtheitsmass (Determinationskoeffizient) der Regression und gibt deren Qualität an.

	Regression 2021			Regression 2022			Regression 2023			Regression 2024		
Leistungsbereich [kW]	a CHF/kW	b CHF	R2 pro Bereich	a CHF/kW	b CHF	R2 pro Bereich	a CHF/kW	b CHF	R2 pro Bereich	a CHF/kW	b CHF	R2 pro Bereich
2-10	1970	6420	0.24	1930	9240	0.23	1358	14511	0.15	2034	6191	0.26
10-30	1374	12382	0.35	1646	12072	0.38	1737	10722	0.46	1177	14762	0.35
30-100	1221	16979	0.63	1307	22241	0.51	1640	13630	0.62	1464	6148	0.38
100-300	1024	36606	0.53	1102	42753	0.43	1166	61092	0.46	758	76754	0.28

In Excel lässt sich diese Regression der Kosten (ohne MWST) [CHF] mit folgender Funktion nachbilden:

```
= WENNS(
A1<10; 2034*A1 + 6191;
A1<30; 1177*A1 + 14762;
A1<100; 1464*A1 + 6148;
WAHR; 758*A1 + 76754
)
```

wobei A1 = Leistung in kW

Die Regression ergibt also für jeden Leistungsbereich einen variablen (a) und einen Festkostenbestandteil (b).

Die Bestimmtheit R2 ist ein statistisches Mass, das die Qualität der linearen Regression bestimmt. Sie wird auf einer Skala von 0 bis 1 ausgewiesen, auf der 1 für eine vollkommene Übereinstimmung zwischen Daten und Regression steht. Im Vergleich zu den Vorjahren ist eine stärkere Streuung in den Leistungsbereichen 30–100 kW und 100–300 kW festzustellen.

Die Abhängigkeit der spezifischen Kosten von der Leistung lässt sich auch an den Medianen der einzelnen Leistungsbereiche ablesen. In Abbildung 16 ist die Verteilung der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich mit Boxplots dargestellt. Ober- und Unterrand der Box stehen für die 25%- (Q1) und 75%-Quartile (Q3), womit 50 Prozent der Daten dazwischenliegen. Die blaue Linie kennzeichnet den Medianwert (Q2) der Daten 2024, die Sterne und Sechsecke die Mediane der Vorjahre. Die Medianwerte von 2024 fallen alle niedriger aus als in den Jahren 2023 und 2022.

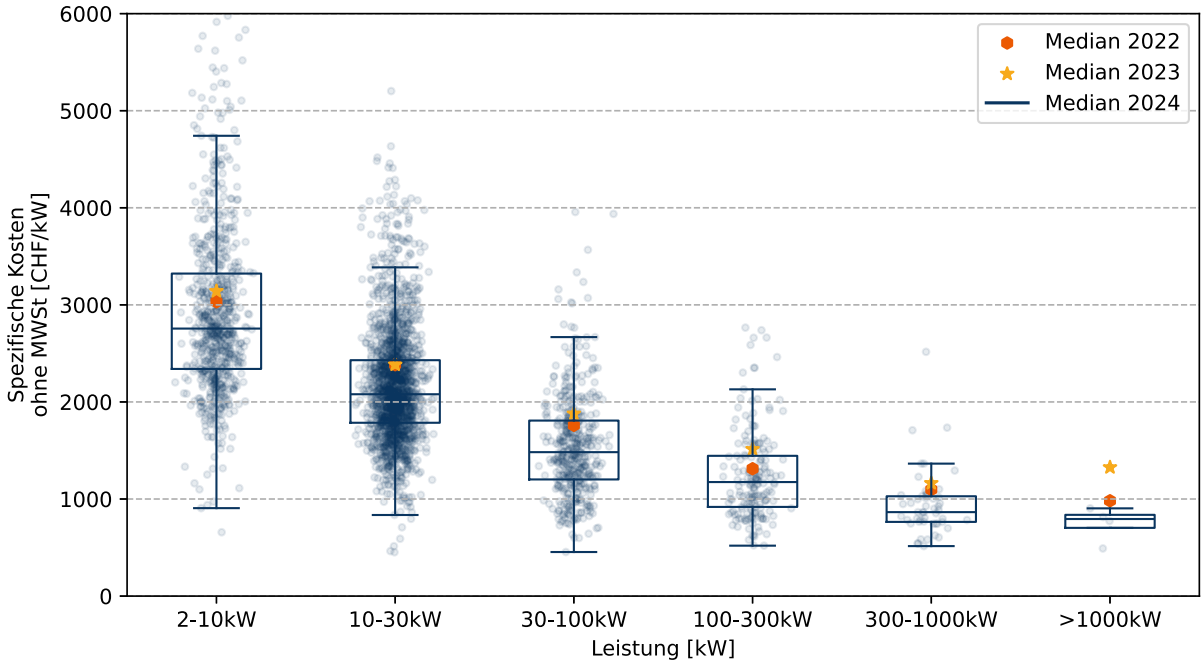


Abbildung 16: Spezifische Kosten (ohne MWST) von Aufdachanlagen als Boxplots, nach Leistungsbereich. Die blaue Querlinie kennzeichnet den Median der spezifischen Kosten 2024.

Die Tabelle 3 enthält für jeden Leistungsbereich die Minimal-, Q1-, Q2-, Q3- und Maximalwerte.

Tabelle 3: Statistische Merkmale von Aufdachanlagen. Die Tabelle nennt für jeden Leistungsbereich die Perzentile 0 %, 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der spezifischen Kosten.

		Spezifische Kosten [CHF/kW]				
Leistungsbereich [kW]	Anzahl Anlagen	Min	25%	Median	75%	Max
2-10	712	658	2340	2756	3322	8471
10-30	1864	452	1785	2079	2430	5203
30-100	443	454	1202	1483	1808	3957
100-300	185	519	919	1175	1445	2766
300-1000	50	515	764	865	1028	2516
>1000	4	491	703	794	837	904

Der Abbildung 17 sind die Mediankosten der Aufdachanlagen im Bereich 10–30 kW pro Kanton zu entnehmen. Es werden nur die Kantone dargestellt, für die mehr als 10 Datensätze vorliegen. Insgesamt zeigt sich, dass die spezifischen Kosten im Norden der Schweiz sowie im Kanton Genf höher sind. Diese Tendenz lässt sich durch verschiedene Faktoren erklären, deren Analyse jedoch nicht Gegenstand dieser Studie ist.

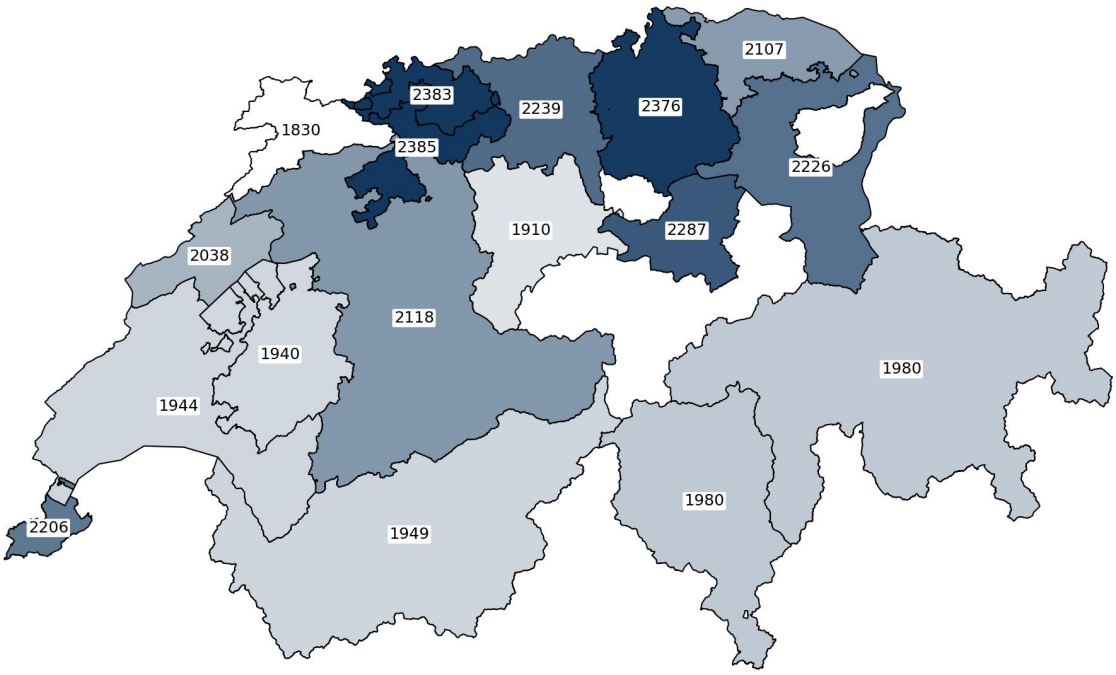


Abbildung 17: Median der spezifischen Kosten von Aufdachanlagen im Leistungsbereich 10–30 kW pro Kanton.

4.2 Preise von integrierten Anlagen

Integrierte PV-Anlagen sind im Allgemeinen teurer als Aufdachanlagen, auch wenn in dieser Studie die Kosten für die Unterkonstruktion der PV-Anlage (Unterspannbahn, Konterlattung) und für die Spenglerarbeiten rund um das Modulfeld bei den integrierten Anlagen nicht berücksichtigt sind.

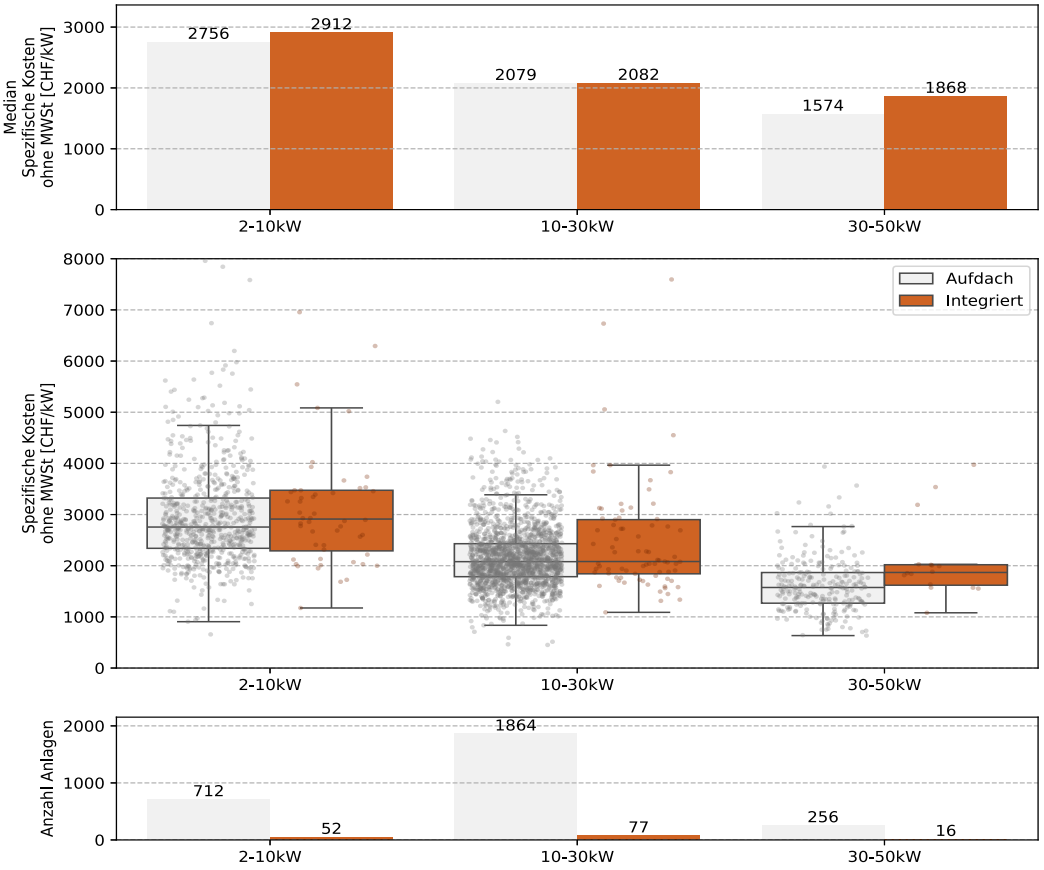


Abbildung 18: Oben: Verteilung der spezifischen Kosten (ohne MWST) integrierter Anlagen in drei Leistungsbereichen. Unten: Anzahl Anlagen, nach Leistungsbereich.

Abbildung 18 zeigt jedoch im Gegensatz zu den Vorjahren keinen signifikanten Kostenunterschied zwischen diesen beiden Anlagentypen. Die Ursache dafür lässt sich nicht eindeutig bestimmen; die folgenden beiden Hypothesen könnten aber näher untersucht werden:

- Die zunehmende Reife des Marktes für integrierte Anlagen, eine gezieltere Auswahl geeigneter Dächer und optimierte Montagezeiten könnten zu einer Verringerung der Unsicherheiten und damit auch der Margen geführt haben.
- Ein wesentlicher Teil der Datensätze stammt von einem Installationsbetrieb, der offenbar wettbewerbsfähige Preise für diesen Anlagentyp anbietet.

4.3 Anlagenpreise nach Wechselrichtertyp

In Abbildung 19 lassen sich die spezifischen Kosten von Aufdachanlagen nach Wechselrichtertyp vergleichen. Im Bereich 2–10 kW zeichnet sich kein signifikanter Trend ab. Für den Bereich 10–30 kW bestehen bei den Modulwechselrichtern im Vergleich zu den anderen Systemen möglicherweise Mehrkosten. Die Differenz der Mediane von Anlagen mit Strangwechselrichter und mit Leistungsoptimierern liegt im Fehlerbereich und lässt keine gültigen Schlüsse zu.

Im Bereich 30–100 kW ist hingegen ein Trend erkennbar, wonach für Wechselrichter mit Leistungsoptimierer im Vergleich zu Strangwechselrichtern Mehrkosten anfallen (21 Prozent).

Warum sich bei Anlagen von unter 30 kW – wie schon in den Vorjahren – keine eindeutige Tendenz zeigt, ist schwierig zu erklären. Doch gilt es zu beachten, dass ein unwesentlicher Unterschied bei den spezifischen Kosten nicht bedeutet, dass die Kosten der verschiedenen Wechselrichter identisch sind. Die Strangwechselrichter stellen bei PV-Anlagen eher Festkosten, die beiden anderen Typen, die für jedes montierte Modul eine eigene elektronische Komponente erfordern, tendenziell variable Kosten dar. Die vorliegende Studie zeigt, dass die erwarteten Mehrkosten für Wechselrichter mit Leistungsoptimierer und Modulwechselrichter bei Anlagen unter 30 kW in Tat und Wahrheit in den Gesamtkosten kompensiert werden. Ab 30 kW erhält der variable Kostenanteil dieser beiden Typen grösseres Gewicht, was sich in erhöhten Gesamtkosten der Anlage niederschlägt.

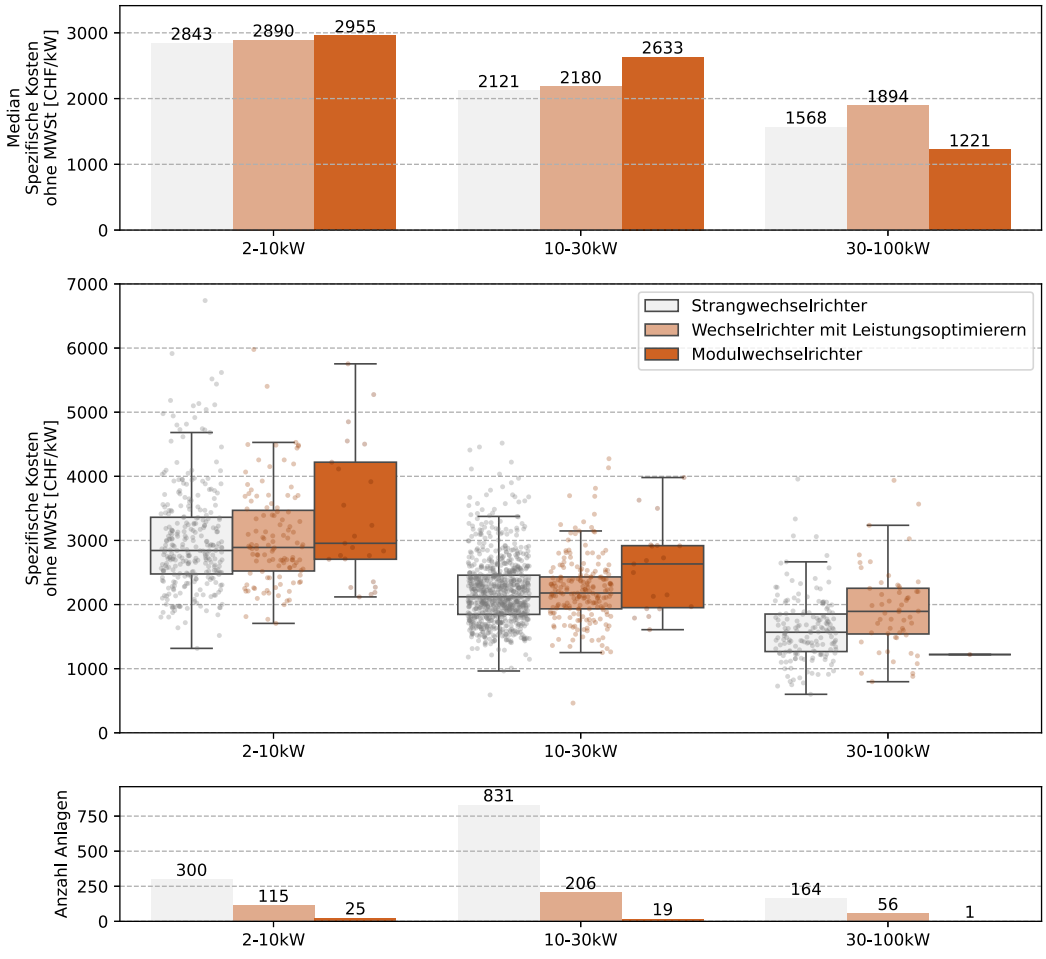


Abbildung 19: Oben: Mediane der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich und Kategorie. Mitte: Verteilung der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich und Kategorie. Unten: Anzahl Anlagen, nach Leistungsbereich.

4.4 Anlagenpreise nach Dachart

Bestimmte Dacharten können Mehrkosten verursachen; dies ist in der Regel bei Gründächern der Fall. In Abbildung 20 sind die spezifischen Kosten von Aufdachanlagen nach Dachart und Leistungsbereich dargestellt. Selbstverständlich hängt die Verteilung bei der Dachart eng mit der Anlagenleistung zusammen. Anlagen unter 30 kW werden mehrheitlich auf Ziegeldächern montiert, Anlagen über 30 kW auf Kiesflachdächern. In den drei übrigen Bereich entsprechen die Kosten für Anlagen auf Ziegeldächern in etwa denen für Anlagen auf bekiesten Flachdächern. Anlagen auf Blechdächern weisen niedrigere Mediankosten auf, während bei Anlagen auf Gründächern höhere Medianwerte festzustellen sind.

Die Wirtschaftlichkeit von Anlagen auf Gründächern wird zurzeit durch drei Faktoren geschmälert: ein rund 20 Prozent grösserer Investitionsaufwand, rund 30 Prozent höhere Wartungskosten [3] und eine geringere Leistungsdichte. Weil Wartungsgassen freigehalten werden müssen, ergeben sich eine kleiner installierbare Leistung und somit höhere spezifische Kosten.

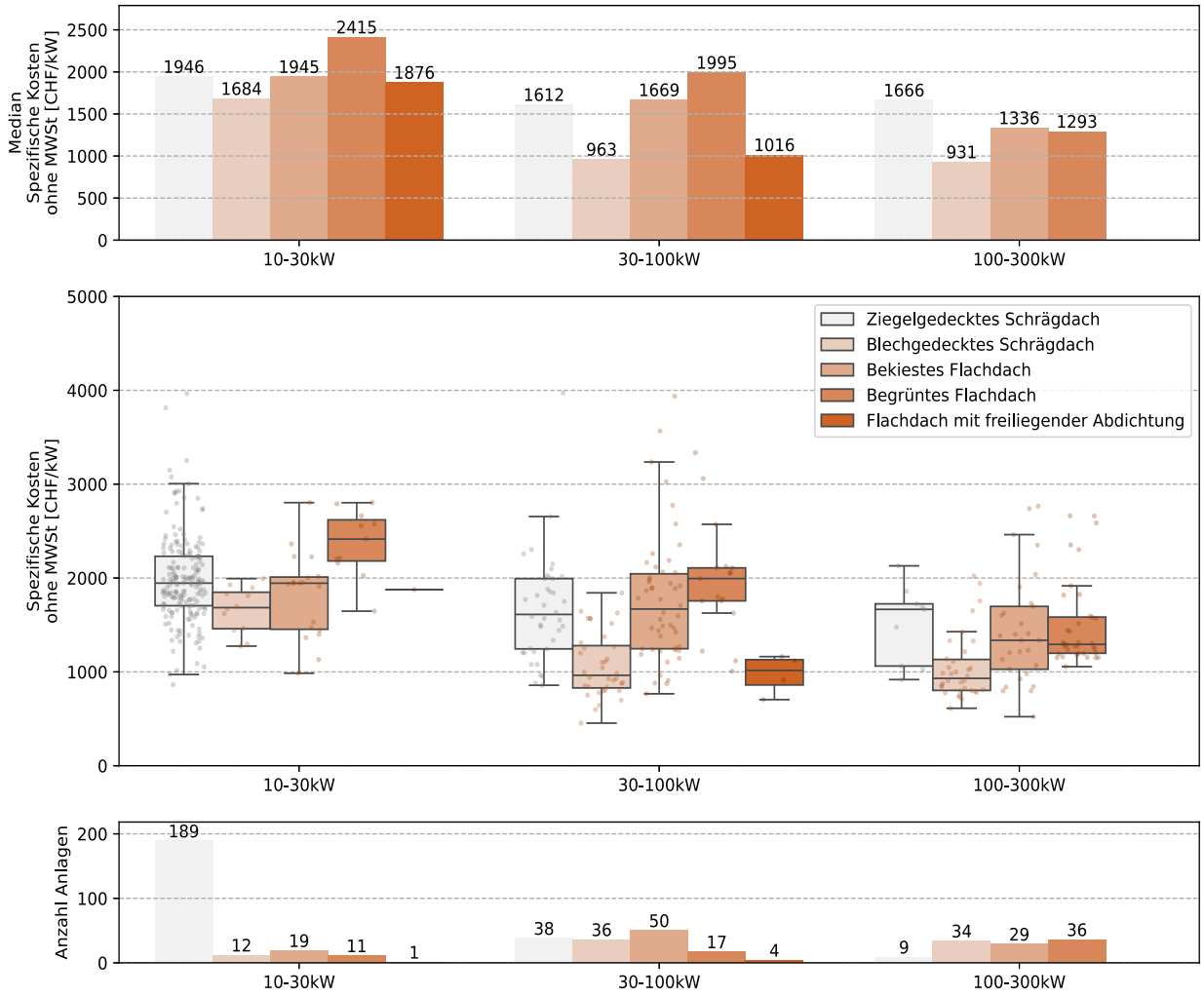


Abbildung 20: Oben: Mediane der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich und Kategorie. Mitte: Verteilung der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich und Kategorie. Unten: Anzahl Anlagen, nach Leistungsbereich.

4.5 Kostenkategorien

Im vorliegenden Kapitel werden die Kostenkategorien von Aufdachanlagen analysiert. Dabei gilt die Hypothese, dass die Margen gleichmässig verteilt sind und nicht auf eine einzige Kostenkategorie entfallen. Tatsächlich ist es nicht ausgeschlossen, dass ein Installationsbetrieb für die Arbeitskosten höhere Margen verrechnet als für die Materialkosten – oder umgekehrt. Dieser Bias ist wahrscheinlich, lässt sich hier aber nicht beziffern.

Die Analyse wurde für alle Aufdach-PV-Anlagen durchgeführt, deren Verteilung nach Leistungsbereich in Abbildung 21 dargestellt ist. Anders als in Abbildung 5 werden hier nur Aufdachanlagen berücksichtigt.

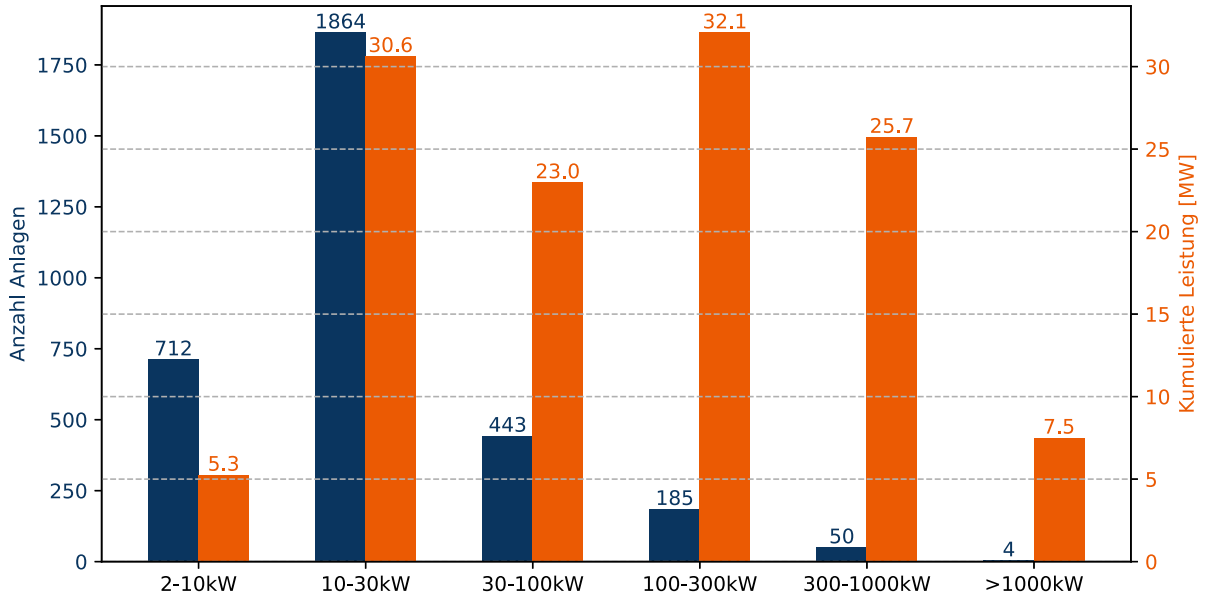


Abbildung 21: Anzahl und kumulierte Leistung der Aufdachanlagen, nach Leistungsbereich.

Die spezifischen Kosten werden für jeden Leistungsbereich nach folgenden acht Kategorien aufgeschlüsselt:

- Kosten der Module
- Kosten der Wechselrichter
- Kosten des Montagesystems
- Kosten des Elektromaterials
- Kosten für die Baustellenabsicherung
- Arbeitskosten
- Verwaltungs- und Planungskosten (Installationsbetrieb)
- Logistik- und Transportkosten

Die Kosten ergeben sich aus dem Median der spezifischen Kosten in der fraglichen Kategorie unter Ausschluss von Nullwerten. Zur Schätzung des Anteils der einzelnen Kategorien an den Gesamtkosten wird der Median der Verhältnisse zwischen den Kosten der Kategorie und den Gesamtkosten pro Anlage berechnet.

In Abbildung 22 ist die Aufschlüsselung nach Kostenkategorien dargestellt. Sie weist für jeden Leistungsbereich und jede Kostenkategorie den Median der spezifischen Kosten [CHF/kW] und den Anteil der Kosten der Kategorie an den Gesamtkosten aus.

$$\text{Median spezifische Kosten}_{j,k} = \text{Median}\left(\left\{\frac{c_{i,j}}{p_i}\middle|\, p_i \in P_k\right\}\right)$$

$c_{i,j}$ Kosten der Kategorie j der Anlage i [CHF] ohne MWST
p_i Anlageleistung i [kW]
P_k Leistungsbereich

$$\text{Median Verhältnis}_{j,k} = \text{Median}\left(\left\{\frac{c_{i,j}}{C_i}\middle|\, p_i \in P_k\right\}\right)$$

$c_{i,j}$ Kosten der Kategorie j der Anlage i [CHF] ohne MWST
C_i Gesamtkosten der Anlage i [CHF] ohne MWST
P_k Leistungsbereich

Es zeigt sich, dass der auf die Module entfallende Kostenanteil mit zunehmender Leistung signifikant ansteigt; von 12 Prozent bei kleinen Anlagen auf nahezu 30 Prozent bei grossen Anlagen. Umgekehrt sinkt der Anteil der Kosten für die Baustellensicherheit von 12 auf 4 Prozent und jener der Verwaltungskosten von 16 auf 3 Prozent. Bei Anlagen mit einer Leistung von weniger als 100 kW ist der Anteil der Arbeitskosten am höchsten. Bei grösseren Anlagen übersteigt hingegen der Anteil der Modulkosten denjenigen der Arbeitskosten.

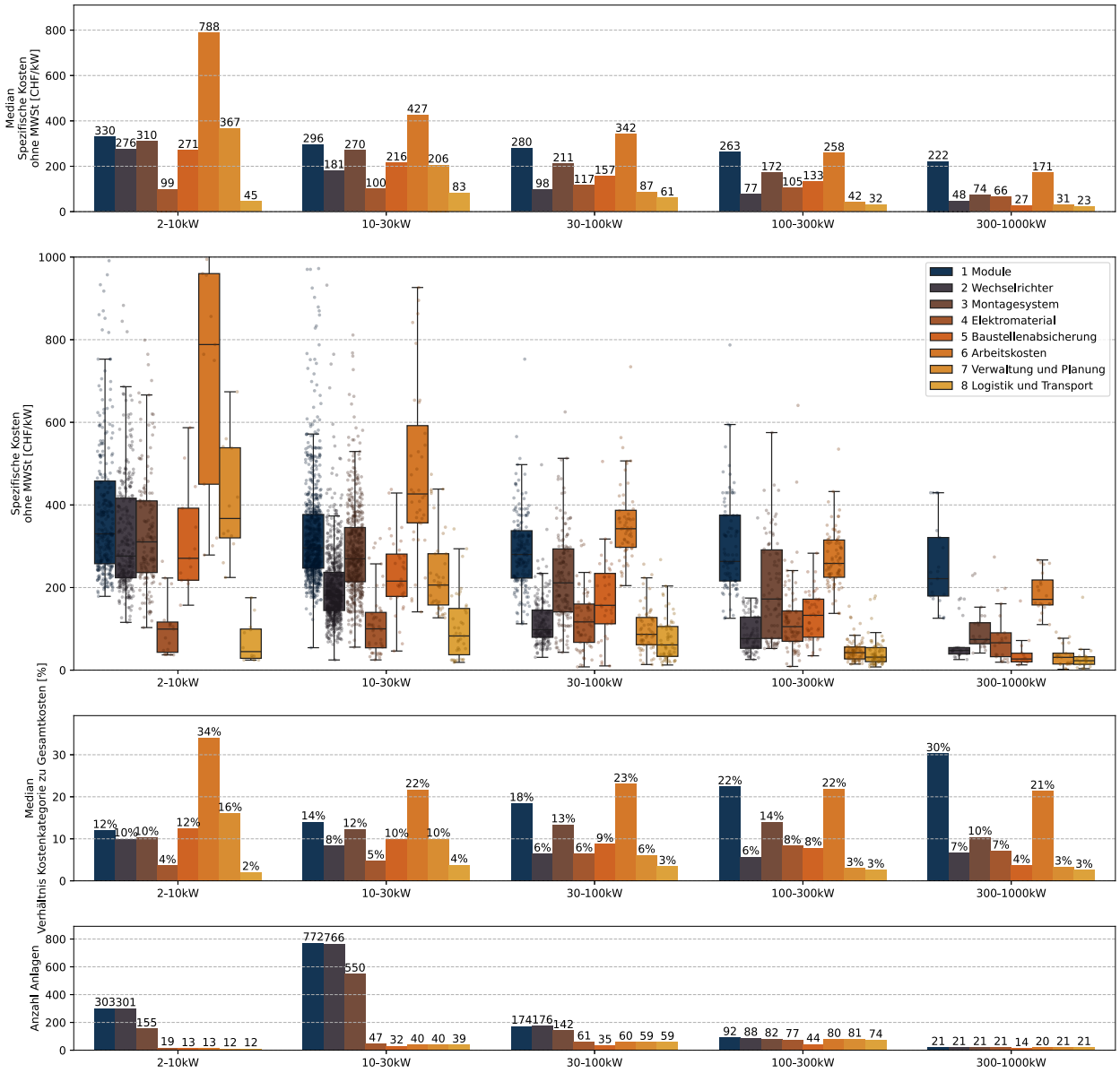


Abbildung 22: Die acht Kostenkategorien von Aufdachanlagen.

4.6 Zeitliche Entwicklung

Bei der Auswertung der Daten für 2024 fällt auf, dass die Kosten vom ersten zum zweiten Halbjahr deutlich gesunken sind. Abbildung 23 vergleicht die spezifischen Kosten für Aufdach-PV-Anlagen zwischen den beiden Halbjahren, unterteilt nach Offerten und Rechnungen. Bei den Offerten ist über alle Leistungsbereiche hinweg ein Rückgang der spezifischen Kosten zu beobachten. Der Trend ist bei den Rechnungen weniger ausgeprägt und lediglich bei den Anlagen mit einer Leistung von weniger als 100 kW erkennbar.

Im Jahr 2024 stammen 45 Prozent der Datensätze aus Rechnungen, 2023 waren es 10 Prozent. Wie aus der Abbildung 23 hervorgeht, liegen die Mediankosten der Aufdachanlagen auf der Grundlage von Rechnungen in allen Leistungsbereichen unter den Mediankosten aus den Offerten. Die Differenz erklärt mitunter den Kostenrückgang im Jahr 2024 gegenüber dem Vorjahr.

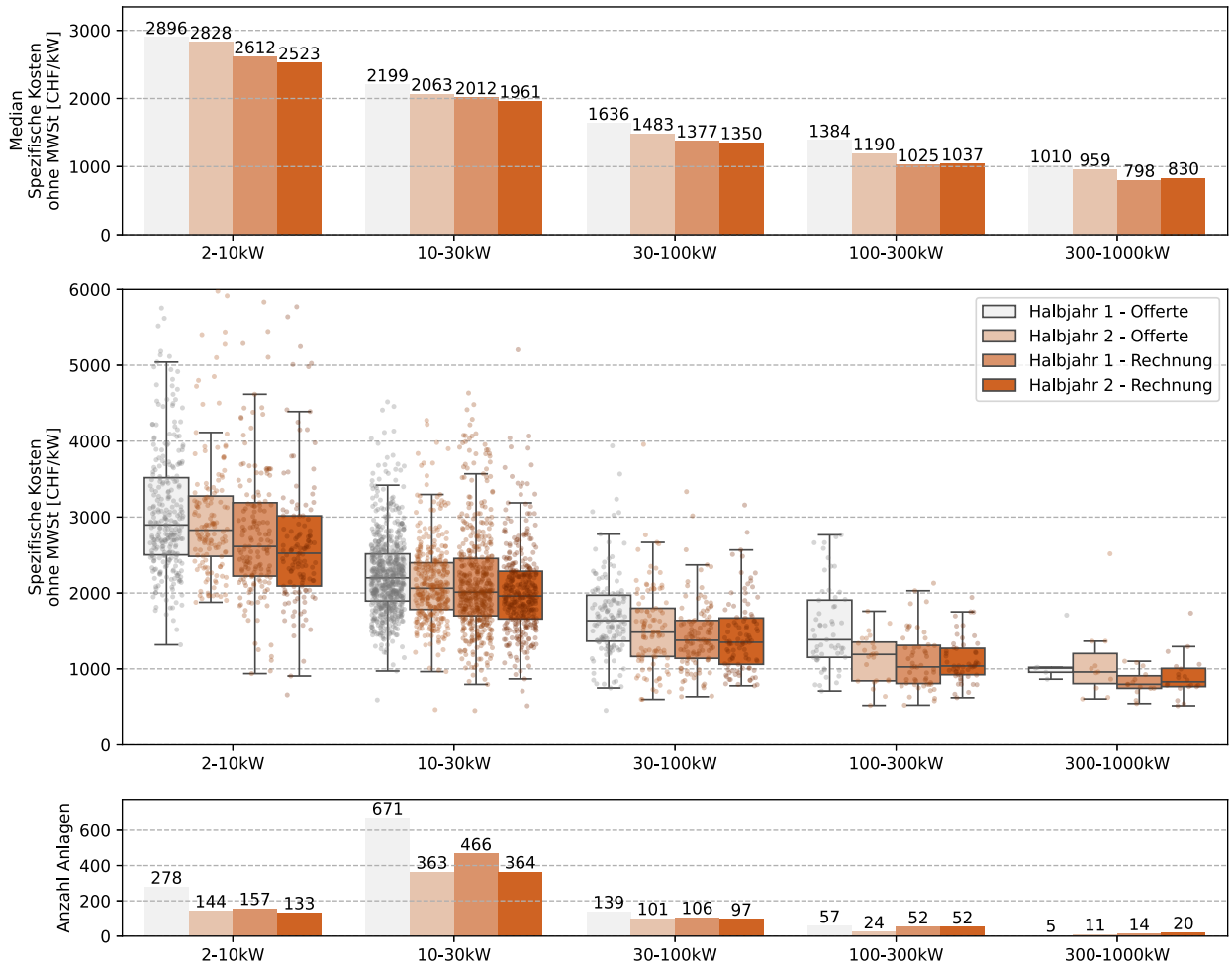


Abbildung 23: Oben: Mediane der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich und Kategorie. Mitte: Verteilung der spezifischen Kosten nach Leistungsbereich und Kategorie. Unten: Anzahl Anlagen, nach Leistungsbereich.

Abbildung 24 zeigt die Entwicklung der Mediankosten der Aufdachanlagen von 2018 bis 2024 nach Leistungsbereich. Entgegen dem Aufwärtstrend der letzten drei Jahre ist der Medianwert 2024 im Vergleich zu 2023 deutlich zurückgegangen. Damit nähert sich der Median wieder dem Tiefststand aus dem Jahr 2020 an. Die Mediankosten des zweiten Halbjahres 2024 liegen grösstenteils sogar unter denen von 2020.

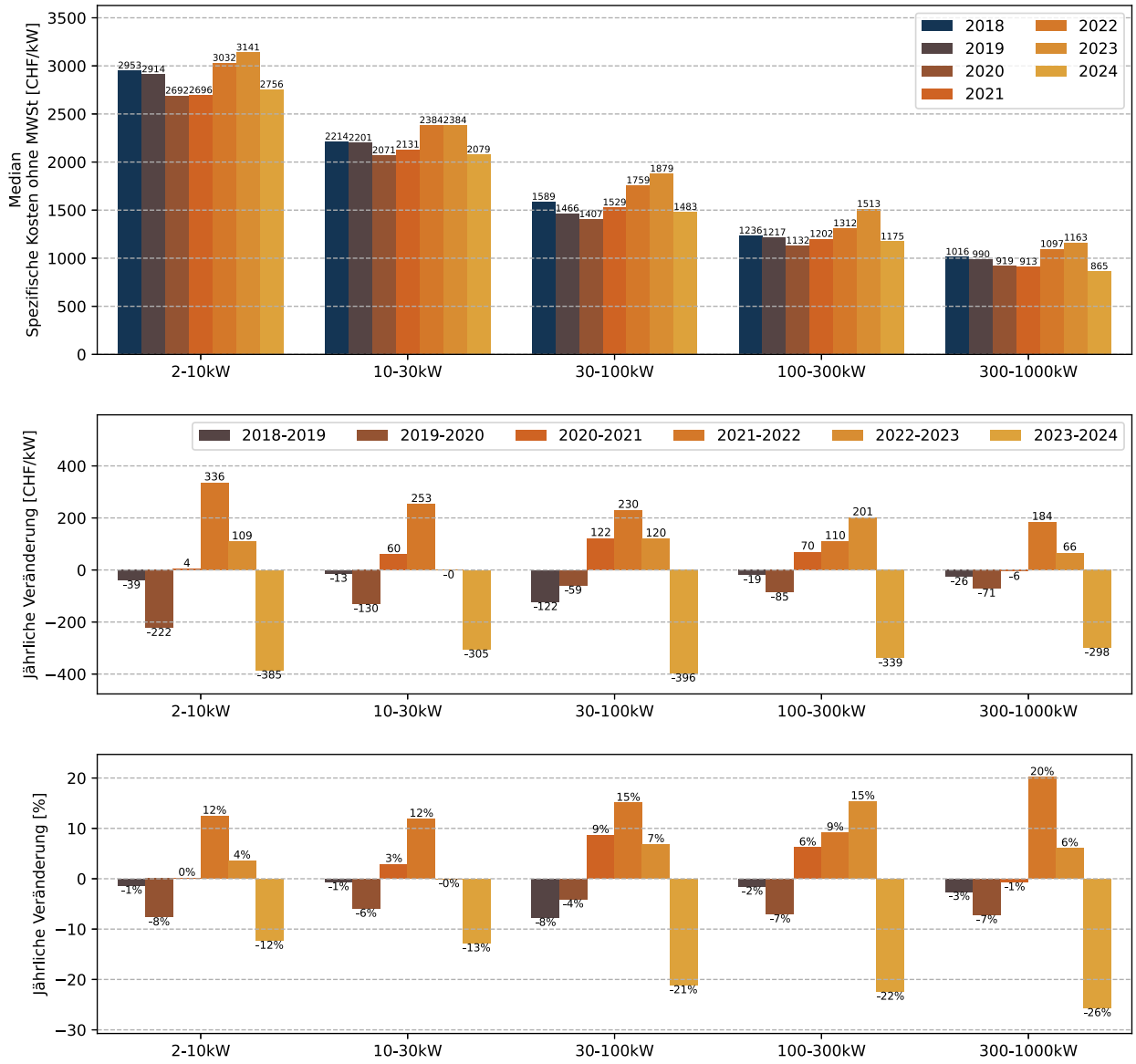


Abbildung 24: Entwicklung der Mediankosten für Aufdachanlagen zwischen 2018 und 2024.

Dieser markante Kostenrückgang lässt sich auf verschiedene Faktoren zurückführen:

- **Tiefere Solarmodulpreise:** Abbildung 25 verdeutlicht den starken Preiszerfall bei Solarmodulen in den letzten Jahren: Der Preis eines gängigen Moduls sank von 350 CHF/kW Ende 2022 auf 100 CHF/kW Ende 2024. Diese Preissenkung um 250 CHF/kW ist vermutlich einer der Hauptgründe für den Kostenrückgang im Jahr 2024.
- **Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage:** Die im Jahr 2024 installierte PV-Kapazität dürfte höher sein als 2023 (Abb. 1). Allerdings fällt das Wachstum mode-

rater aus als in den Vorjahren. Anders als in den Jahren 2022 und 2023, in denen die Installationsbetriebe besonders ausgelastet waren, dürfte der Wettbewerb und dadurch auch der Konkurrenzdruck bei der Offerierung im Jahr 2024 zugenommen haben.

- **Anteil der Rechnungen in der Stichprobe:** Wie in Abbildung 23 dargestellt, liegt der Median der spezifischen Kosten auf Basis der Rechnungen etwa 200 CHF/kW unter jenem der Offerten. Im Jahr 2024 stammen jedoch 45 Prozent der Datensätze aus Rechnungen, während es 2023 noch 10 Prozent waren. Die unterschiedliche Stichprobenzusammensetzung könnte erklären, warum die spezifischen Kosten um etwa 70 CHF/kW tiefer ausfallen.

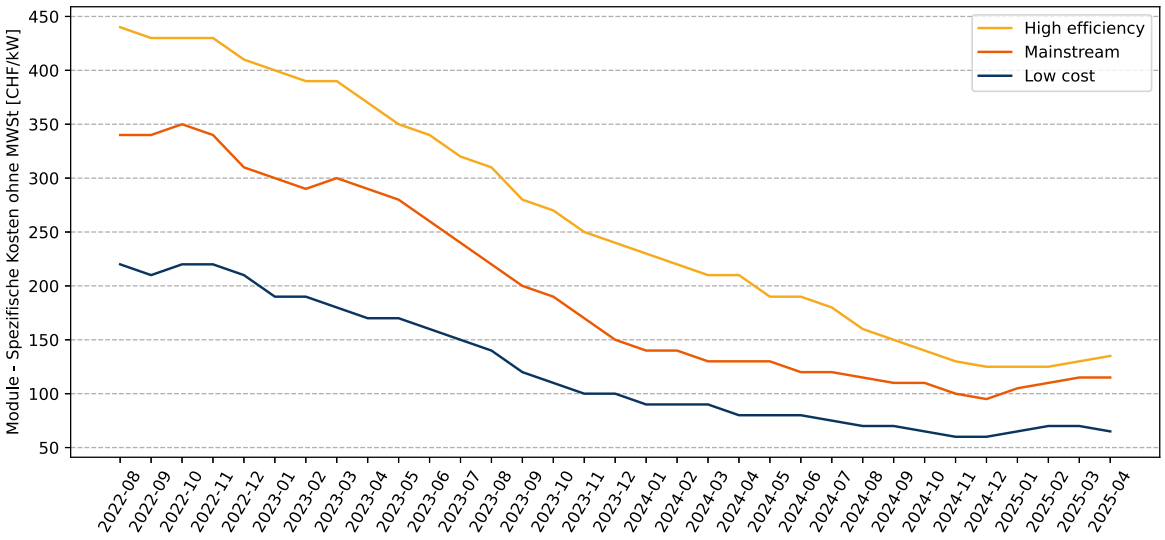


Abbildung 25: Index der spezifischen Kosten von Solarmodulen gemäss https://www.pvxchange.com/Preisindex.

4.7 Zusatzkosten

Die bisher dargelegten Ergebnisse beinhalten keine Zusatzkosten, die bei bestimmten Anlagen zusätzlich anfallen können. Zu den Zusatzkosten gehört Folgendes:

- Nicht vom Installationsbetrieb geleisteter Planungsaufwand: Ingenieurbüros (PV-Planer/-in, Statiker/-in, Dichtheitsprüfung, Architekt/-in, Bauherrschaft, Bauleitung)
- Arbeiten für den Aufbau eines ZEV: Verkabelung, Zähler
- Speichersysteme samt Zubehör
- Regelungselemente für die Verbrauchssteuerung: Steuerung und Regulierung von Verbrauchsquellen (z. B. Wärmepumpe oder Haushaltsgeräte)
- Anpassungsarbeiten Gebäude: Dachrenovation, statische Verstärkungen, Stärkung des Stromnetzes, Ertüchtigung der bestehenden Stromkästen
- Bei integrierten Anlagen: Unterkonstruktion der PV-Anlage (Unterspannbahn, Konterlattung), Spenglerarbeiten rund um das Modulfeld

Dieses Kapitel enthält Schätzungen zu den folgenden Zusatzkosten, gestützt auf die Ergebnisse einer Umfrage bei Installationsbetrieben und Planungsbüros.

- Verbrauchssteuerung
- Aufbau eines ZEV oder eines Praxismodells VNB
- Planung durch ein externes Büro

Da die Umfrage nur mit einer begrenzten Anzahl von Installationsbetrieben und Planungsbüros durchgeführt wurde, ist die Stichprobe sehr klein und die Kostenschätzungen in diesem Kapitel sind mit erheblicher Unsicherheit behaftet.

Verbrauchssteuerung

Die Kosten für die Steuerung beinhalten die elektrischen Anpassungen sowie die Lieferung und Montage der Komponenten, die für die Steuerung eines oder mehrerer Stromverbraucher erforderlich sind. Die Kosten der Steuerung nach Verbraucherkategorie sind nicht Gegenstand dieser Studie. Die gängigsten steuerbaren Verbraucher sind Wärmepumpen, Ladestationen oder elektrische Warmwasserbereiter.
Die Steuerungskosten sind unabhängig von der Grösse der PV-Anlage und stellen Fixkosten dar. Gemäss den erhobenen Daten bewegen sich diese zwischen 800 und 5000 Franken. Die folgende Abbildung weist das Histogramm dieser Zusatzkosten aus. In 90 Prozent der Fälle liegen die Kosten unter 3000 Franken (ohne MWST); der Medianwert beträgt 1722 Franken (ohne MWST).

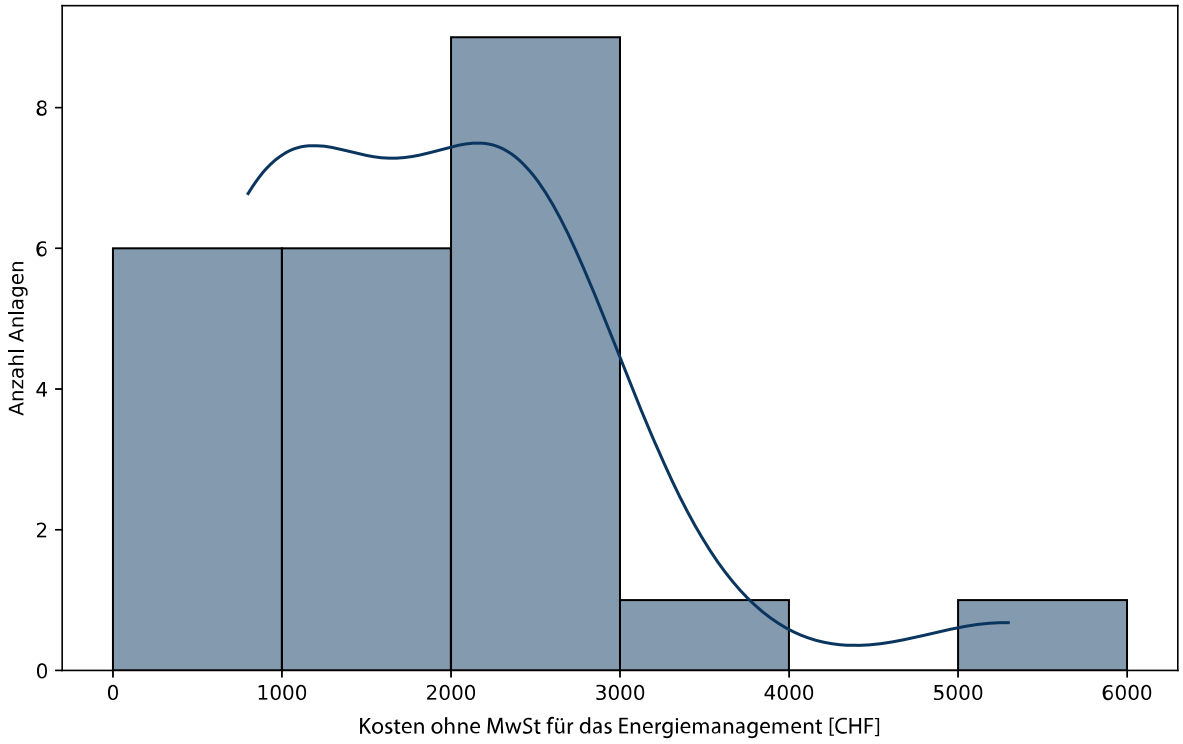


Abbildung 26: Histogramm der Kosten für die Steuerung der Flexibilität.

Aufbau eines ZEV oder eines Praxismodells VNB

Die Kosten für die Einrichtung eines ZEV oder eines Praxismodells VNB beinhalten die erforderlichen elektrischen Anpassungen sowie die Lieferung und Montage der Zähler. Wie Abbildung 27 zeigt, besteht kein Zusammenhang zwischen diesen Kosten und der Grösse der PV-Anlage. Den erhobenen Daten zufolge bewegen sie sich zwischen 600 und 21 000 Franken (ohne MWST). Die Kosten für den Aufbau eines ZEV richten sich hauptsächlich nach der Anzahl der Zähler und dem Umfang der elektrischen Anpassungen. Diese Kosten können sehr hoch ausfallen, wenn sich nicht alle Stromzähler auf der gleichen Verteilerschalttafel befinden oder Erdarbeiten erforderlich sind, um zwei Gebäude für den Eigenverbrauch ohne Nutzung des öffentlichen Stromnetzes zu verbinden. Bei den 17 erhobenen Datensätzen liegt der Median der Kosten

für die Einrichtung eines ZEV bei 5900 Franken (ohne MWST). Die Kosten für den Aufbau einer Eigenverbrauchsgemeinschaft oder eines Praxismodells VNB sind zwar tiefer, doch fallen oft höhere jährliche Kosten an.

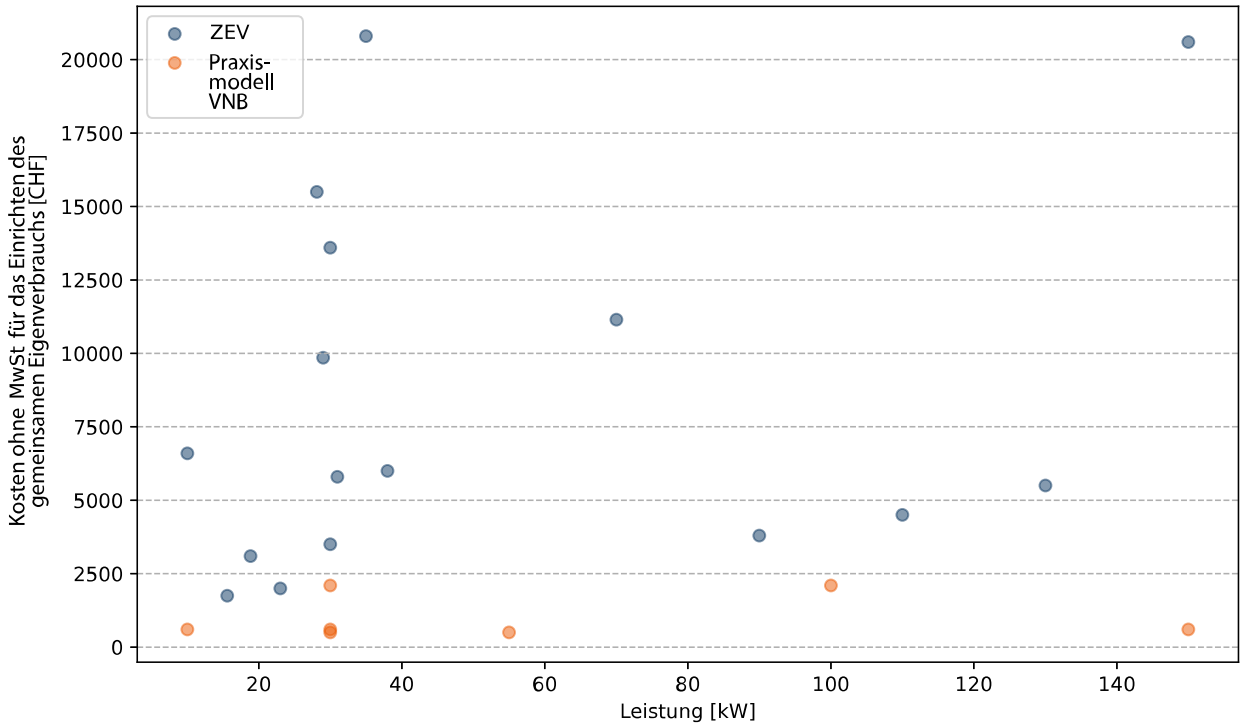


Abbildung 27: Kosten für die Einrichtung eines ZEV oder eines Praxismodells VNB je nach installierter Leistung der PV-Anlage.

Planung durch ein externes Büro

Die in dieser Studie betrachteten Planungskosten entsprechen den Kosten für die Planung einer PV-Anlage durch ein Planungs- oder Architekturbüro. Dabei handelt es sich um einen Zusatzkostenposten, da ein Teil der PV-Anlagen ausschliesslich von den Installationsbetrieben geplant wird. Wie die nachstehende Abbildung verdeutlicht, besteht kein Zusammenhang zwischen diesen Planungskosten und der Grösse der PV-Anlage. Für Anlagen mit einer Leistung von weniger als 300 kW liegen sie zwischen 1800 und 56 000 Franken. Mit zunehmender Leistung der PV-Anlage lässt sich eine leicht steigende Tendenz bei den Kosten erkennen. Für Aufdachanlagen ergibt sich folgende lineare Approximation:

$$\text{Planungskosten [CHF ohne MWST]} = 111 \cdot \text{Leistung [kW]} + 6917$$

Integrierte Anlagen und Fassadenanlagen erfordern in der Regel eine Planung, deren Kosten deutlich über der oben dargestellten linearen Regression liegen.

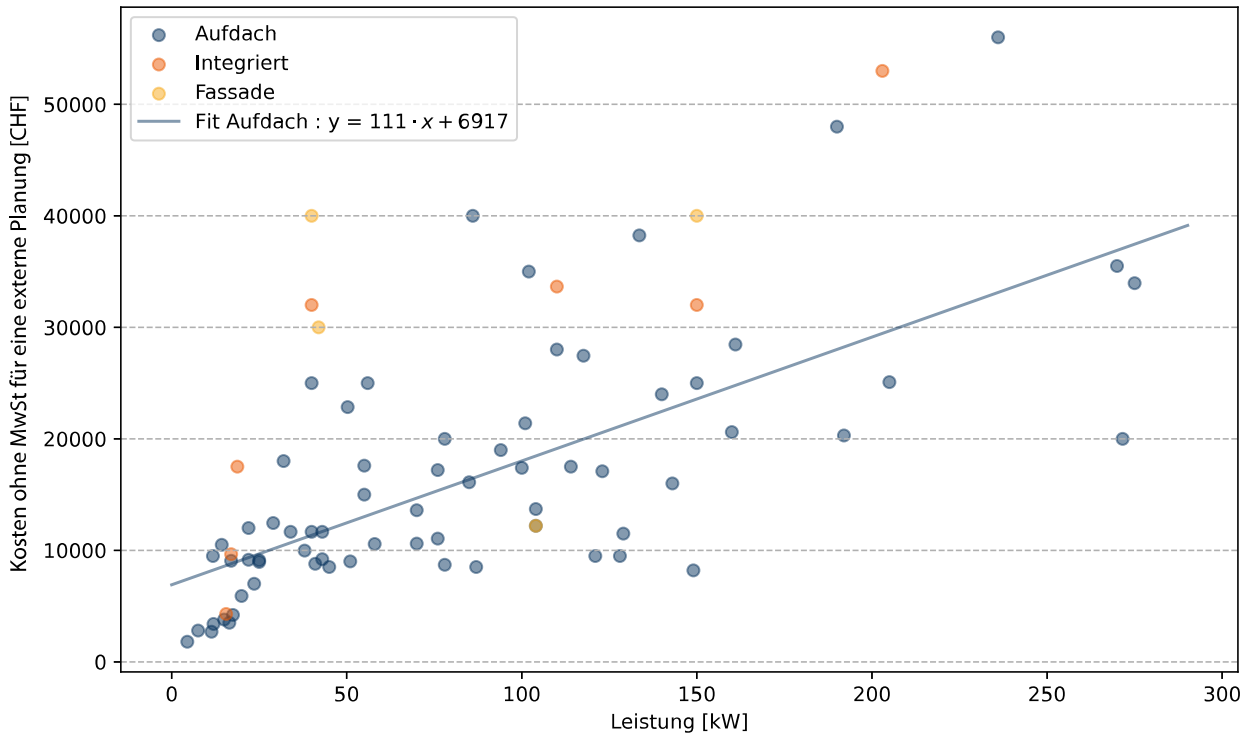


Abbildung 28: Kosten für die Planung durch ein Planungs- oder Architekturbüro nach Grösse der PV-Anlage.

Lediglich vier Installationsbetriebe haben Angaben dazu gemacht, welchen Anteil ihrer Anlagen sie in Zusammenarbeit mit einem Planungs- oder Architekturbüro realisieren:

	Anteil der PV-Anlagen mit externer Planung	
	30–100 kW	**100–150 kW**
Installationsbetrieb 1	20 %	70 %
Installationsbetrieb 2	40 %	50 %
Installationsbetrieb 3	10 %	20 %
Installationsbetrieb 4	10 %	10 %
Durchschnitt	**20 %**	**38 %**

Da die Marktanteile der einzelnen Installationsbetriebe nicht bekannt sind, ist es schwierig einzuschätzen, ob die ermittelten Durchschnittswerte repräsentativ für den Schweizer Markt sind.

Zusammenfassung

Die folgenden drei Tabellen stellen für vier bestimmte Leistungen die Referenzkosten gemäss der in Kapitel 4.1 beschriebenen Regression 2024 sowie die entsprechenden Zusatzkosten auf Basis der oben dargelegten Ergebnisse dar.

Wichtig ist dabei Folgendes:

- Diese Zusatzkosten decken nur einen Teil der anfallenden weiteren Kosten ab. Insbesondere liessen sich die Kosten für die Verstärkung der Erschliessungsleitung nicht beziffern.
- Mit Ausnahme der Planungskosten wurde nicht quantifiziert, bei wie vielen Anlagen diese Zusatzkosten anfallen. Ohne diese Information ist eine zuverlässige Bestimmung des Medianwerts nicht möglich.

Tabelle 4: Zusatzkosten in CHF ohne MWST.

Leistung PV-Anlage [kW]	Referenzkosten [CHF ohne MWST]	Verbrauchs-steuerung [CHF ohne MWST]	Aufbau eines ZEV [CHF ohne MWST]	Planung [CHF ohne MWST]	Total [CHF ohne MWST]
30	50 068	1722	5900	10 247	67 937
50	79 348	1722	5900	12 467	99 437
100	152 554	1722	5900	18 017	178 193
150	190 454	1722	5900	23 567	221 643

Die obenstehende Tabelle gibt ein Intervall für die spezifischen Kosten von PV-Anlagen an. Bei einer Aufdachanlage mit einer Leistung von 30 kW betragen die Referenzkosten 1669 CHF/kW. Werden alle drei Zusatzkostenpositionen verrechnet, ergibt sich ein signifikant höherer Median der spezifischen Kosten von 2265 CHF/kW. Bei Anlagen mit weniger als 30 kW ist jedoch davon auszugehen, dass nur ein geringer Teil der PV-Anlagen alle drei genannten Zusatzkostenposten aufweist. Bei leistungsstärkeren Anlagen hingegen sind die Mehrkosten geringer, allerdings ist es auch wahrscheinlicher, dass diese Kosten tatsächlich anfallen.

Tabelle 5: Zusatzkosten in CHF/kW ohne MWST.

Leistung PV-Anlage [kW]	Referenzkosten [CHF/kW ohne MWST]	Verbrauchs-steuerung [CHF/kW ohne MWST]	Aufbau eines ZEV [CHF/kW ohne MWST]	Planung [CHF/kW ohne MWST]	Total [CHF/kW ohne MWST]
30	1669	57	197	342	2265
50	1587	34	118	249	1989
100	1526	17	59	180	1782
150	1270	11	39	157	1478

Diese dritte Tabelle zeigt für die vier bestimmten Leistungen die relativen Mehrkosten je Zusatzkostenkategorie. Besonders hervorzuheben ist, dass bei Anlagen mit einer Leistung über 100 kW, bei denen häufig eine externe Planung erfolgt, mit einem zusätzlichen Kostenaufwand von rund 12 Prozent zu rechnen ist.

Tabelle 6: Zusatzkosten, ausgedrückt in relativen Mehrkosten.

Leistung PV-Anlage [kW]	Referenzkosten [CHF ohne MWST]	Steuerung des Verbrauchs	Aufbau eines ZEV	Planung	Total
30	50 068	3 %	12 %	20 %	36 %
50	79 348	2 %	7 %	16 %	25 %
100	152 554	1 %	4 %	12 %	17 %
150	190 454	1 %	3 %	12 %	16 %

5. Kostenfaktoren

Im vorhergehenden Kapitel wurde eine Referenzkurve (Regression 2023) aufgrund der Gesamtkosten von Aufdach-PV-Anlagen erstellt. In der Praxis hängen die Anlagenkosten von zahlreichen technischen Einflussgrössen ab, deren finanzielle Auswirkungen nicht immer statistisch nachvollziehbar sind. Der Anlagentyp (Aufdach- oder integrierte Anlage), der Wechselrichtertyp und die Dachart sind Faktoren, die mit den spezifischen Kosten quantitativ korreliert werden konnten. In diesem Kapitel soll qualitativ erklärt werden, wie bestimmte Faktoren im Vergleich zur Referenzkurve zu höheren oder tieferen Kosten führen können.

5.1 Kabelführung

Für Kabel, die auf Dächern unter den Modulen hindurchgeführt werden, besteht keine Kanalpflicht. Ausserhalb der Modulfelder dagegen müssen die Kabel gegen äussere Einflüsse geschützt werden. Daher stellt die Länge der Dachverkabelung ausserhalb der Modulfelder (z. B. bis zur Fassade, bei Schwanenhalsausführung oder zur Verbindung zweier Modulfelder) einen wichtigen Kostenfaktor dar.
Innerhalb des Gebäudes wirken sich die Anzahl Bohrungen, die vorliegenden Kabelkanäle und die Kabelführungen durch nicht-technische Räume auf die Kosten aus. Zudem können grosse Kabellängen zusätzliche Blitzschutzanforderungen nach sich ziehen, während bei Kabelführungen durch brandgefährdete Bereiche bestimmte Anforderungen an die verwendete Kanalart zu beachten sind.
Bei einem Anschluss ausserhalb des Gebäudes können allfällige Ausschachtungen schnell zu erheblichen Mehrkosten führen.

5.2 Dachart und verfügbare Oberflächen

Die Dachart wirkt sich erheblich auf den Preis aus:

- Anlagen auf Trapezblech-Schrägdächern sind im Allgemeinen am günstigsten, sofern sie sich direkt am Blech befestigen lassen. Da das Befestigungssystem leicht ist und nur aus wenigen Elementen besteht, ist es entsprechend günstig. Zudem ist die Montage weniger zeitaufwändig.
- Anlagen auf anderen Schrägdächern (Ziegel- und Wellblechdach) oder auf Trapezblechdächern, die am Gebälk befestigt sind, kosten etwas mehr. Ihre Montage ist zeitaufwändiger, das Montagesystem besteht aus mehr Komponenten und Materialien.
- Bei Anlagen auf Flachdächern spielen weitere Faktoren hinein. Bekieste Dächer sind für Beschwerungssysteme zur Modulbefestigung geeignet, generieren aber auch Zusatzaufwand für die Dachpräparierung (Befestigung des Montagesystems unter der Kiesschicht). Bei einer koordinierten Montage (Neubau oder Renovation) kann das Montagesystem vor der Bekiesung errichtet und mit Kies beschwert werden, was kostendämpfend wirkt. Bei anderen Vorgehensweisen (Bekiesung mittels Blastechnik oder Lieferung und Verlegung von Ballastplatten) können die Material- und insbesondere die Arbeitskosten steigen.
- Generell erlauben Montagesysteme mit doppelseitiger Aufständerung wirtschaftlichere Projekte: Das Montagesystem ist billiger, mit der höheren Leistung lassen sich Skaleneffekte erzielen. Doch fällt der Energieertrag pro installierter Leistung etwas geringer aus.
- Immer mehr Dächer werden begrünt: Anlagen auf Gründächern verursachen diverse Mehrkosten. Für die Wartung müssen Gassen zwischen den Modulreihen freigehalten werden, und die Module müssen erhöht montiert werden. Dies führt zu einer geringeren Leistung und zu höheren spezifischen Kosten. Zudem sind die Wartungskosten auf Gründächern grösser.

Der Dachaufbau und die technischen Elemente auf dem Dach (Lüftungsgeräte, Kamine usw.) entfalten eine grosse Kostenwirkung:

- Eine Anordnung in mehreren Zonen wirkt sich auf die Kabelmenge, die Kabelführung, die Kosten des Montagesystems und das Volumen des erforderlichen Ballasts aus.
- Rechteckige und grosse Dächer und Modulfelder sind daher unter Kostengesichtspunkten sinnvoller.

– Wegen steigender Anforderungen und Labelvorgaben an die Energieeffizienz werden auf den Dächern immer mehr technische Anlagen errichtet. Dies macht die Modulanordnung komplexer und die verfügbare Fläche kleiner. Daher sind etwa Anlagen auf Minergie-Gebäuden relativ teuer.

5.3 Architektonische Anforderungen (Farbe, Integration)

Je nach architektonischen Anforderungen an das Gebäude (Wünsche der Eigentümerschaft, Architekturprojekt, amtliche Vorgaben, Schutzzonen, gewünschter Modellcharakter) werden spezielle Materialien eingesetzt, wie etwa gerahmte Module mit schwarzer Tedlar-Folie, farbige Module, Solarziegel, diskrete Befestigungssysteme oder kompliziertere Aufbauvarianten (unsichtbare Kabelführung, spezielle Modulanordnung). Das gewünschte Anforderungsniveau kann erhebliche Mehrkosten verursachen.

5.4 Bauliche Situation

Photovoltaikanlagen werden oft auf bestehende Dächer gebaut, wobei bisweilen, insbesondere aus statischen Gründen, eine vorgängige Dachrenovation nötig ist. Bei Renovationen und Neubauten sind folgende Kostenfaktoren wirksam:

– Kosten für die Koordination mit den anderen Gewerken
– Kosten für die Bauleitung
– Eine gute Koordination kann die Kosten für die Baustellenvorbereitung stark senken.
– Gewisse Kosten (insb. Baustellenabsicherung) können mit den anderen Unternehmen geteilt werden.

5.5 Sicherheit

Die Gebäudekonfiguration und die Modulanordnung (besonders hohes Gebäude, erforderliche Gerüste) können sich auf die Kosten für die Baustellenabsicherung auswirken. Bei Neubauten und Renovationen können auch diese Kosten geteilt oder aber von einem anderen Unternehmen bzw. von der Bauleitung getragen werden.
Auch die permanenten Sicherheitsmassnahmen (Dachzugang und Sicherung der Dachkanten) können kostenintensiv sein. Selbst wenn sie nicht nur dem Betrieb der PV-Anlage dienen, werden sie doch oft ihrem Budget zugewiesen. Dabei stellen sie für das Gebäude einen echten Mehrwert dar.

Die Auswahl der permanenten Sicherungselemente ist gross: kiesbeschwerte Verankerungspunkte, am Bauwerk befestigtes Sicherungsseil oder Geländer. Die Kosten hängen stark von der gewählten Sicherungsart ab. Auch die Errichtung gemeinschaftlicher permanenter Sicherungsmassnahmen können erhebliche Mehrkosten verursachen.

5.6 Verwaltungskosten

Nicht für alle Baustellen gelten die gleichen Anforderungen. Für bestimmte Anlagentypen können Mehrkosten anfallen, etwa wenn sie bewilligungspflichtig sind. Die kantonalen Unterschiede bei den Formularen und der Abwicklung der Meldepflicht können sich auf die Kosten auswirken. Die unterschiedliche Auslegung des RPG in den Gemeinden führt dazu, dass der Anteil der bewilligungspflichtigen Gesuche grösser oder kleiner ist. Generell ist zu erwarten, dass der Verwaltungskostenanteil, namentlich mit der Einführung von Online-Plattformen (z. B. ElektroForm solar) sinken wird.

5.7 Monitoring und Strommanagement

Weil der Eigenverbrauch möglichst gross sein soll, ist das Monitoring von Stromerzeugung und -verbrauch attraktiv. Dazu werden Datenlogger oder Wechselrichter mit Kommunikationsfunktion und Messvorrichtungen am Einspeisepunkt verwendet. Mit solchen Geräten können die Verbrauchenden ihre Gewohnheiten anpassen und den Eigenverbrauch steigern. Doch schlagen sie sich in erhöhten Projektkosten nieder. Zudem umfassen immer mehr Projekte Steuerungen für Wärmepumpen oder für die Elektromobilität. Dafür werden Datenlogger, Mess- und Hausautomatikvorrichtungen eingesetzt.

5.8 Elektrische Anschlüsse, Installationen und Sicherheitsmassnahmen

Falls die bestehenden Stromkästen bereits gross genug sind, trägt der Anschluss der Eigenverbrauchsanlage nicht wesentlich zur Gesamtinvestition bei. Die Kosten können jedoch rapide steigen, wenn ein neuer Kasten montiert werden muss, der Elektroraum zu klein oder die Zuleitung ersatzbedürftig ist. Solche Kosten können bis zu 30 Prozent des Gesamtbudgets ausmachen.
Überdies sind abhängig von der Gebäudeart auch Brandschutzvorgaben einzuhalten. So können Brandschutzräume für Wechselrichter, Notabschaltvorrichtungen zur Erleichterung von Feuerwehreinsätzen und zusätzliche Schalt- und Trennvorrichtungen verlangt werden.

5.9 Markt und Konkurrenz

Die Marktsituation stellt einen eigenständigen Kostenfaktor dar. Grosse Konkurrenz zwischen den Installationsbetrieben führt zu sinkenden Gewinnmargen. Wenn die Betriebe überlastet sind, steigen die Kosten hingegen.

5.10 Öffentliche und private Aufträge

Bei öffentlichen Aufträgen fallen die Kosten möglicherweise höher aus als bei privaten. Das öffentliche Beschaffungswesen bedingt für den Installationsbetrieb das Ausfüllen einer ganzen Reihe amtlicher Dokumente, für die Bauherrschaft, die dafür in den meisten Fällen ein externes Planungsunternehmen beauftragt, das Zusammenstellen der Ausschreibungsunterlagen. So kann der Bau von Anlagen im Rahmen einer öffentlichen Beschaffung erheblich teurer sein.

5.11 Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch

Seit der Einführung der revidierten Energieverordnung Anfang 2018 werden immer mehr Anlagen in ZEV organisiert. Daraus ergeben sich höhere Kosten bei Bau und Betrieb. Die Mehrkosten für die Anlage ergeben sich aus der Anpassung bestehender Stromkästen, der Lieferung und Montage der privaten Zähler sowie der Veränderung der Eigentumsgrenzen zwischen Stromnetz und Innenanlagen. Aus den administrativen Massnahmen zur Schaffung des ZEV, der Einholung der verschiedenen Einwilligungen (Eigentümer/-in, Mieter/-in, Netzbetreiber), der Kommunikation und der Wahl des Dienstleisters ergeben sich für die Bauherrschaft zusätzliche Projektmanagementkosten.

5.12 Interne Projektmanagementkosten und externe Planungskosten

Die hier genannten Kosten basieren hauptsächlich auf den Offerten der Installationsbetriebe und umfassen folglich weder interne Projektmanagementkosten noch externe Planungskosten. Diese Kosten sind assoziiert, weil sich die internen Managementkosten durch externe Planungsleistungen senken lassen. Wie in Kapitel 4.7 erläutert, werden Management und Planung bei Anlagen mit einer Leistung von über 100 kW häufiger von den Installationsbetrieben übernommen als bei Anlagen unter 100 kW. Bei grossen Anlagen (> 100 kW) führt die externe Planung zu erheblichen Mehrkosten in der Grössenordnung von 12 Prozent.

6. Batteriekosten

Die im SOC erfassten Offerten enthalten mitunter auch eine Kostenangabe für einen Batteriespeicher. Da dieses Tool hauptsächlich zur Auswertung von Angeboten im Wohnbereich genutzt wird, liegen die angebotenen Batteriekapazitäten überwiegend unter 30 kWh. Abbildung 29 zeigt den Median der spezifischen Batteriekosten im Jahresverlauf, aufgeschlüsselt nach drei Kapazitätsbereichen. Wie bei der Photovoltaik allgemein ist auch bei den Batteriespeichern im Jahr 2024 ein deutlicher Preisrückgang gegenüber 2023 zu verzeichnen. Der Medianpreis für Batteriespeicher unter 10 kWh lag bei 847 CHF/kWh, für Batterien im Bereich von 20 bis 30 kWh bei 654 CHF/kWh.

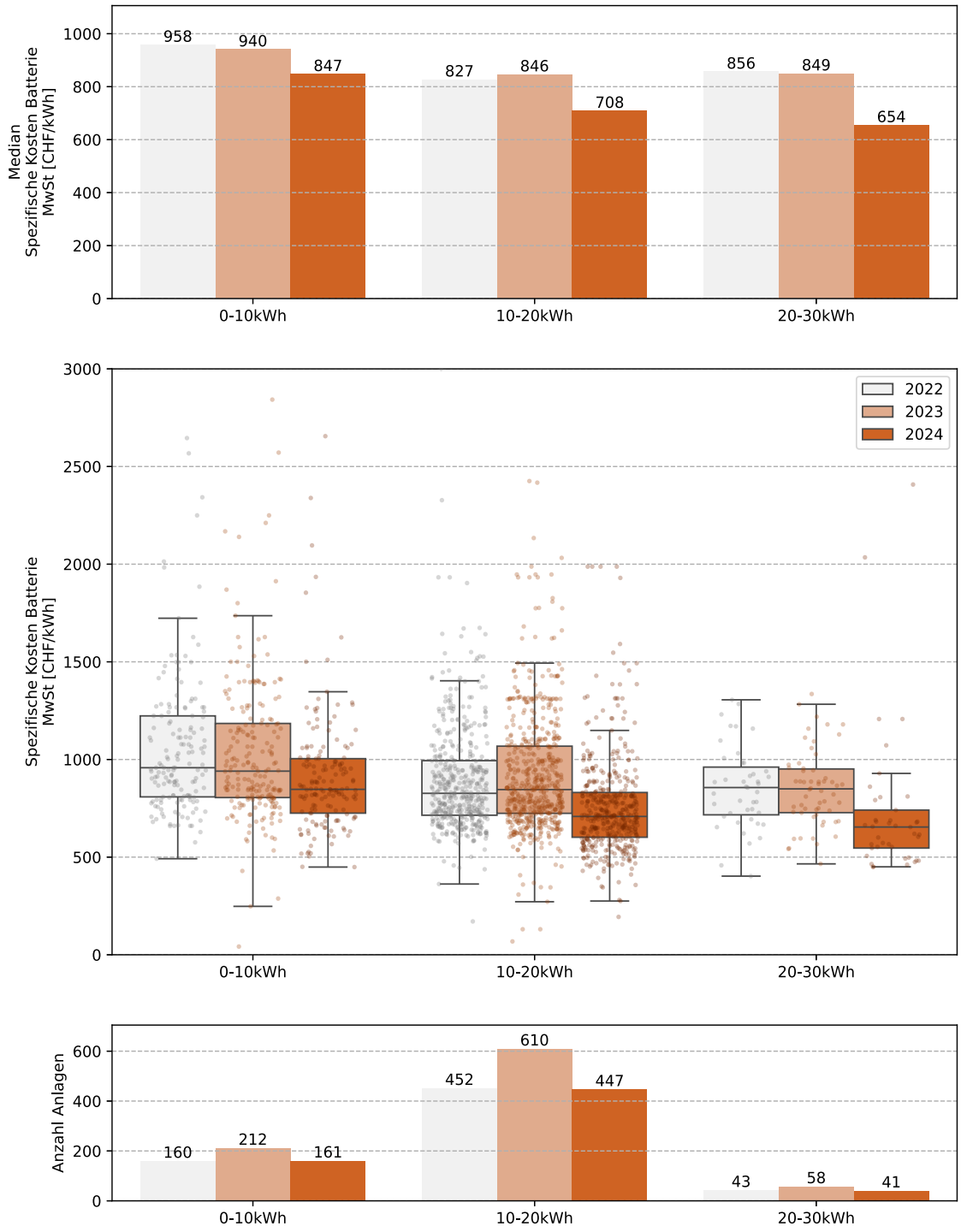


Abbildung 29: Spezifische Kosten von Batteriespeichern nach Kapazitätsbereich und Jahr.

7. Fazit

Im Rahmen dieser Studie wurden die Kosten von 3439 PV-Anlagen analysiert, die hauptsächlich bei Installationsbetrieben erhoben wurden. Mit besonderem Fokus auf die 3279 Datensätze von Aufdachanlagen konnte die Studie die Mediane der spezifischen Kosten nach Leistungsbereichen aufschlüsseln und eine kontinuierliche generelle Referenzkurve ermitteln. Zusätzlich wurde die Wirkung verschiedener Anlagenmerkmale auf die spezifischen Kosten analysiert.

Mit der Analyse zur Kostenaufschlüsselung liessen sich die Mediane der spezifischen Kosten nach Leistungsbereichen und nach Kostenkategorie bestimmen. Die grössten Anteile entfallen auf die Arbeits- und die Modulkosten. Bei grossen Anlagen ist der Anteil der Modulkosten doppelt so gross wie bei kleinen Anlagen.

Im Vergleich zu den Vorjahren zeigt sich, dass sich der in den letzten zwei bis drei Jahren beobachtete Aufwärtstrend im Jahr 2024 nicht fortgesetzt hat, sondern die Preise wieder den Stand von 2021 erreicht haben.

8. Dank

Wir danken allen Unternehmen und Privatpersonen, die uns bei der Erhebung der Daten unterstützt haben. Vor allem danken wir allen Installationsbetrieben, die mit den bereitgestellten Daten indirekt zu diesem Bericht beigetragen haben. Der vorliegende Bericht war nur dank den Beteiligten möglich, die Zeit in die Zusammenstellung der Merkmale ihrer PV-Anlagen investiert haben und uns ihre Kostendetails zugestellt haben.

9. Referenzen

[1] Lionel Bloch und Yannick Sauter, «Photovoltaikmarkt: Preisbeobachtungsstudie 2023», BFE, Juni 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/11768

[2] Thomas Hostettler und Andreas Hekler, «Statistik Sonnenenergie – Referenzjahr 2023 », BFE, Juli 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.swissolar.ch/de/angebot/news-und-medien/fakten-und-zahlen/statistik-sonnenenergie

[3] Rui Pereira und Markus Kohler, «Wie werden Betrieb und Unterhalt organisiert? Strategie und Umsetzung», präsentiert an der PV-Tagung 2024 in Lausanne, 22. März 2024. Abgerufen am 8. Mai 2024. [Online]. Verfügbar unter; https://www.swissolar.ch/de/pv-tagung/programm