

Stand 28.10.2019

Erweiterung der PV-Anlage auf dem Rathaus Feldkirchen-Westerham

Konzept und technisch-wirtschaftliche Bewertung

Inhalt

Inhalt.....	1
1 Allgemein.....	2
2 Beschreibung der Ausgangssituation	2
3 Beschreibung der untersuchten Varianten	3
4 Technische und wirtschaftliche Ergebnisse.....	7
5 Empfehlung.....	13

1 Allgemein

Im Rahmen des Energie-Effizienznetzwerks „Südbayern“ (EEN Südbayern) wurde durch das Institut für nachhaltige Energieversorgung GmbH (INEV) die Wirtschaftlichkeit einer Erweiterung der bestehenden Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) bewertet. Ebenso sollte überprüft werden, ob eine Erweiterung der bestehenden Anlage bilanziell den Stromverbrauch der öffentlichen E-Ladesäule am Rathaus decken kann.

2 Beschreibung der Ausgangssituation

Gemäß den Angaben der Gemeinde Feldkirchen-Westerham verfügt das Rathaus der Gemeinde Feldkirchen-Westerham bereits über eine PV-Anlage mit einer installierten elektrischen Leistung von 20 kWp (Rot markierter Bereich). Diese Anlage wird bereits zur Eigenbedarfsdeckung der Liegenschaft eingesetzt, wobei der Überschuss an erzeugtem Strom in ein Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist wird.

An der bestehenden öffentlichen E-Ladesäule am Rathaus wurden gemäß der Gemeinde im Jahr 2017 17.820 kWh und im Jahr 2018 20.746 kWh Strom bezogen.

Für den Strombedarf der Liegenschaft werden 64.700 kWh/a angesetzt und der Preis, welchen die Gemeinde Feldkirchen-Westerham für aus dem Netz bezogenen Strom entrichtet, wird mit 22 ct/kWh angesetzt. Beide Werte stammen aus Angaben der Gemeinde.

Es gilt eine Erweiterung der Bestandsanlage auf dem nach Süden gerichteten Dach des Altbaus (Orange markierter Bereich) und auf dem nördlich gelegenen, begrünten Abschnitt des Neubaus (Grün markierter Bereich) wirtschaftlich zu bewerten. Ebenfalls soll untersucht werden, inwiefern ein Batteriespeicher die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage (Bestandsanlage inkl. Erweiterung) steigern kann. Es gilt zu beachten, dass die letzte Erweiterung der PV-Anlagen auf dem Rathaus gemäß den Angaben der Gemeinde Feldkirchen-Westerham am 29.03.2019 in Betrieb genommen worden ist. **Dies bedeutet, dass die nächste Erweiterung der PV-Anlage frühestens am 01.04.2020 in Betrieb genommen werden darf**, da sonst die letzte Erweiterung und die durchzuführende Erweiterung der PV-Anlage gesetzlich als eine Anlage bewertet werden und somit rückwirkend die Vergütungssätze für die kombinierte Leistung dieser Anlagen angesetzt werden.

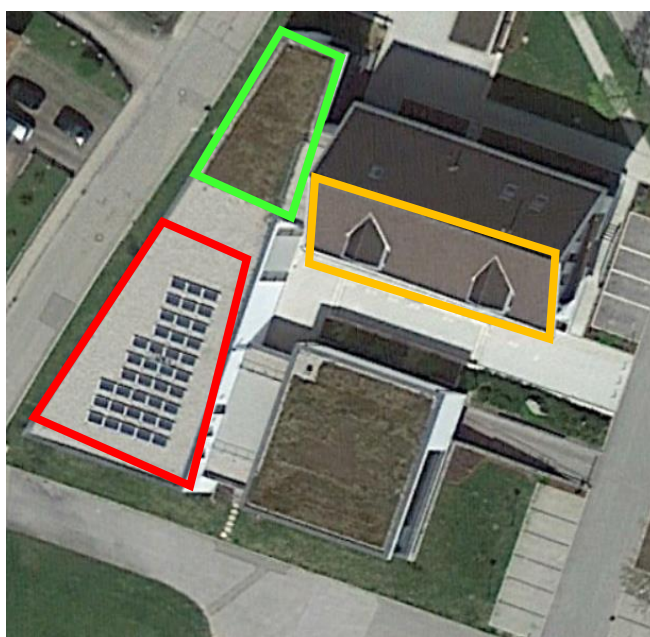


Abbildung 1: Luftbild Rathaus Feldkirchen-Westerham
© 2009 GeoBasis-DE/BKG

3 Beschreibung der untersuchten Varianten

3.1 Zubau von 10 kWp auf dem Altbau

Zunächst wird ein Zubau von 10 kWp auf dem Dach des Altbaus untersucht, da bei dieser Größe noch die maximalen Vergütungssätze gem. § 48 EEG angesetzt werden können. Diese Anlage wird dann mit unterschiedlichen Batteriespeichern kombiniert. Tabelle 1 fasst die untersuchten Subvarianten zusammen.



Abbildung 2: Variante Zubau 10 kWp auf dem Altbaudach

Tabelle 1: Variantenübersicht Zubau 10 kWp

Variante	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Zubau zur Bestandsanlage	10 kWp	10 kWp	10 kWp	10 kWp	10 kWp
Geschätzte Investitionskosten	15.000 €	21.500 €	24.000 €	34.000 €	43.500 €
Speicherkapazität des Energiespeichers	0 kWh	4,6 kWh	6,9 kWh	13,8 kWh	22,4 kWh
Geschätzte Inbetriebnahme	01.04.2020	01.04.2020	01.04.2020	01.04.2020	01.04.2020
Geschätzter Vergütungssatz für Netzeinspeisung	0,0944 €/kWh*	0,0944 €/kWh*	0,0944 €/kWh*	0,0944 €/kWh*	0,0944 €/kWh*
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch	0 €/kWh **	0 €/kWh **	0 €/kWh **	0 €/kWh **	0 €/kWh **

* Da die Vergütungssätze für Netzeinspeisung für die geschätzte Inbetriebnahme der PV-Anlage noch nicht bekannt sind, werden diese Vergütungssätze anhand der historischen Minderung dieser Sätze durch Extrapolation geschätzt.

** Auf Strom zum Eigenverbrauch wird eine reduzierte EEG-Umlage von 40 % erhoben. Anlagen bis 10 kWp sind von der EEG-Umlage befreit. Die Höhe der EEG-Umlage wird jährlich neu festgelegt. Für die Berechnungen wurde die Höhe der EEG-Umlage für das Jahr 2019 angesetzt.

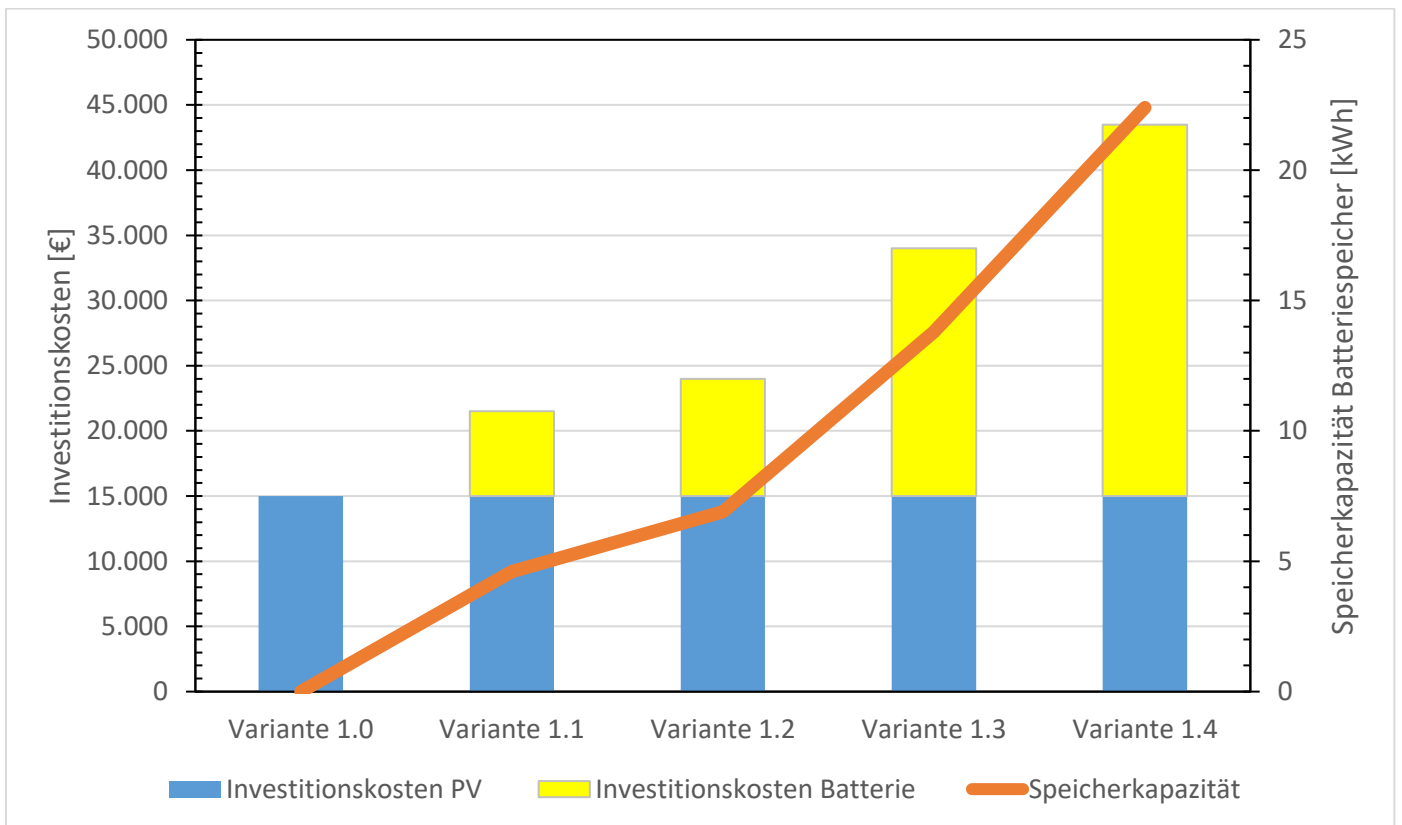


Abbildung 3: Vergleich der Investitionskosten der Varianten „Zubau 10 kWp auf dem Altbau Dach“

3.2 Zubau von 20 kWp auf dem Altbau

Eine weitere mögliche Erweiterung der bestehenden PV-Anlage auf dem Rathaus in Feldkirchen-Westerham stellt die maximale Belegung des Altbaudaches dar. Bei optimaler Ausnutzung der möglichen Belegungsfläche auf dem Altbaudach kann eine PV-Anlage mit 20 kWp installiert werden. In nachfolgender Tabelle werden die untersuchten Subvarianten dargestellt.

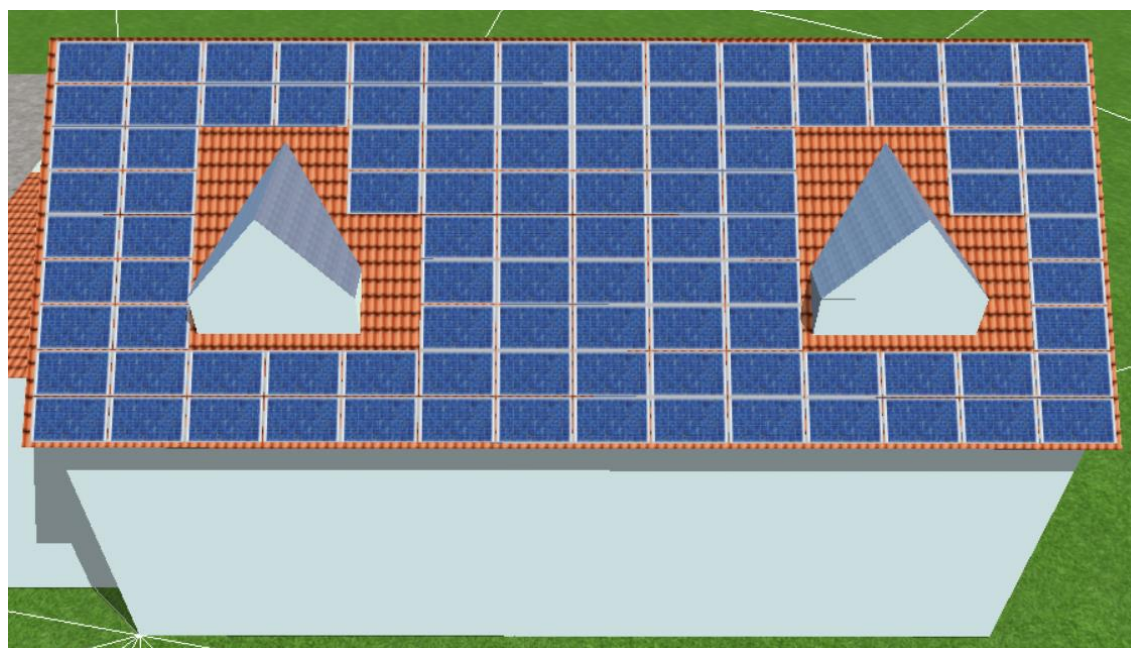


Abbildung 4: Variante Zubau 20 kWp auf dem Altbaudach

Tabelle 2: Variantenübersicht Zubau 20 kWp

Variante	2.0	2.1	2.2	2.3
Zubau zur Bestandsanlage	20 kWp	20 kWp	20 kWp	20 kWp
Geschätzte Investitionskosten	30.000 €	36.500 €	39.000 €	87.000 €
Speicherkapazität des Energiespeichers	0 kWh	4,6 kWh	6,9 kWh	44,8 kWh
Geschätzte Inbetriebnahme	01.04.2020	01.04.2020	01.04.2020	01.04.2020
Geschätzter Vergütungssatz für Netzeinspeisung	0,0911 €/kWh*	0,0911 €/kWh*	0,0911 €/kWh*	0,0911 €/kWh*
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch	0,0256 €/kWh	0,0256 €/kWh	0,0256 €/kWh	0,0256 €/kWh

* Da die Vergütungssätze der Netzeinspeisung für die geschätzte Inbetriebnahme der PV-Anlage noch nicht bekannt sind, werden diese Vergütungssätze anhand der historischen Minderung dieser Sätze durch Extrapolation geschätzt.

** Auf Strom zum Eigenverbrauch wird eine reduzierte EEG-Umlage von 40 % erhoben. Anlagen bis 10 kWp sind von der EEG-Umlage befreit. Die Höhe der EEG-Umlage wird jährlich neu festgelegt. Für die Berechnungen wurde die Höhe der EEG-Umlage für das Jahr 2019 angesetzt.

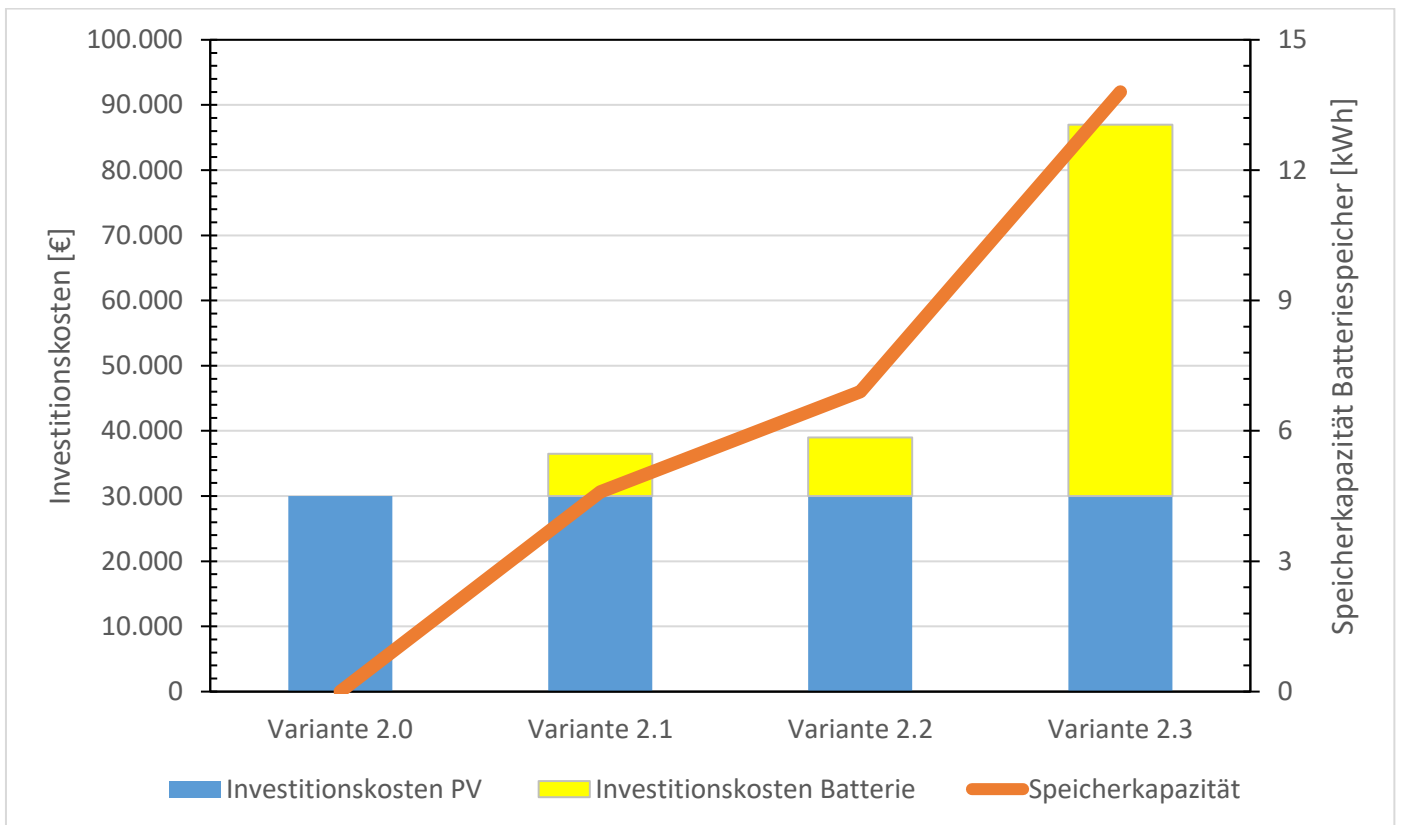


Abbildung 5: Vergleich der Investitionskosten der Varianten „Zubau 20 kWp auf dem Altbaudach“

3.3 Zubau von 27,2 kWp auf dem Altbau und der begrünten Fläche des Neubaus

Zuletzt wird der Fall einer Maximalbelegung des Altbaudaches mit einer zusätzlichen Belegung der begrünten Fläche auf dem Neubau untersucht. Unter Berücksichtigung von Verschattung und bei sinnvoller Ausnutzung der möglichen Belegungsflächen können auf dem Altbaudach 20 kWp und auf dem begrünten Bereich des Neubaus nochmals zusätzlich 7,2 kWp installiert werden. Der in Abbildung 6 rot markierte Bereich sollte nicht mit PV-Modulen belegt werden, da hier die Verschattung durch den Altbau zu groß ist. In nachfolgender Tabelle werden die untersuchten Subvarianten dargestellt.

Tabelle 3: Variantenübersicht Zubau 27,2 kWp

Variante	3.0	3.1	3.2
Zubau zur Bestandsanlage	27,2 kWp	27,2 kWp	27,2 kWp
Geschätzte Investitionskosten	40.800 €	47.300 €	59.800 €
Speicherkapazität des Energiespeichers	0 kWh	4,6 kWh	13,8 kWh
Geschätzte Inbetriebnahme	01.04.2020	01.04.2020	01.04.2020
Geschätzter Vergütungssatz für Netzeinspeisung	0,0911 €/kWh*	0,0911 €/kWh*	0,0911 €/kWh*
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch	0,0256 €/kWh	0,0256 €/kWh	0,0256 €/kWh

- * Da die Vergütungssätze für Netzeinspeisung für die geschätzte Inbetriebnahme der PV-Anlage noch nicht bekannt sind, werden diese Vergütungssätze anhand der historischen Minderung dieser Sätze durch Extrapolation geschätzt.
- ** Auf Strom zum Eigenverbrauch wird eine reduzierte EEG-Umlage von 40 % erhoben. Anlagen bis 10 kWp sind von der EEG-Umlage befreit. Die Höhe der EEG-Umlage wird jährlich neu festgelegt. Für die Berechnungen wurde die Höhe der EEG-Umlage für das Jahr 2019 angesetzt.

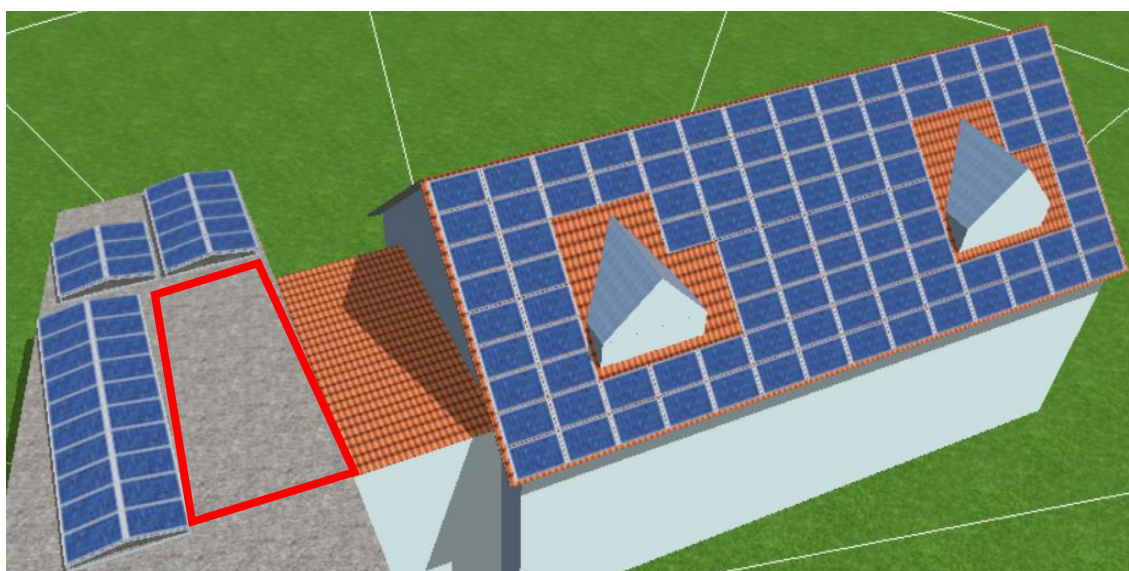


Abbildung 6: Variante Zubau 27,2 kWp auf dem Altbau- und Neubaudach; Bereich zu großer Verschattung (rot markierter Bereich)

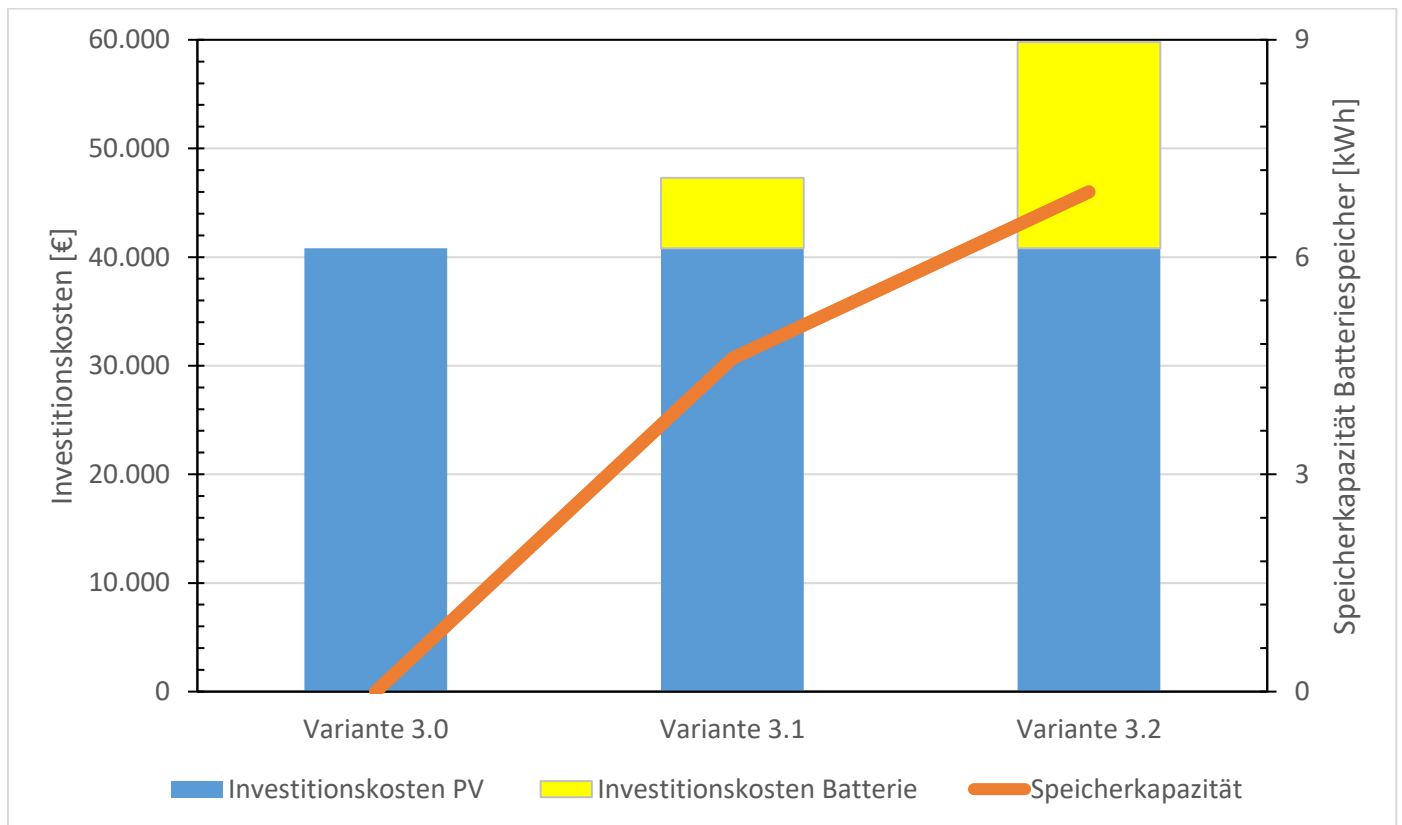


Abbildung 7: Vergleich der Investitionskosten der Varianten „Zubau 27,2 kWp auf dem Alt- und Neubaudach“

4 Technische und wirtschaftliche Ergebnisse

Zunächst werden für die in Kapitel 3 aufgeführten Varianten und Subvarianten technische Simulationen durchgeführt, um beispielsweise die erzeugte oder ins Netz eingespeiste Strommenge zu ermitteln. Nachfolgend wird in Tabelle 4 eine Zusammenfassung der technischen Ergebnisse der Simulation je Variante bzw. Subvariante gegeben. Die Ergebnisse spiegeln ausschließlich eine mögliche Performance jeder Variante bzw. Subvariante wider. Die Bestandsanlage wurde bei diesen Simulationen nicht berücksichtigt.

Tabelle 4: Technische Ergebnisse der untersuchten Varianten und Subvarianten

Variante	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	2.0	2.1	2.2	2.3	3.0	3.1	3.2
Zubau zur Bestandsanlage [kWp]	10	10	10	10	10	20	20	20	20	27,2	27,2	27,2
Speicherkapazität des Batteriespeichers [kWh]	0	4,6	6,9	13,8	22,4	0	4,6	6,9	44,8	0	4,6	13,8
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	21.345	21.345	21.345	21.345	27.908	27.908	27.908
Davon Eigenverbrauch* [kWh/a]	9.241	9.241	9.241	9.241	9.241	16.566	16.566	16.566	16.566	20.799	20.799	20.799
In Batteriespeicher eingespeist* [kWh/a]	0	406	579	1.023	1.358	0	487	706	2.916	0	709	1.763
Ins Übertragungsnetz eingespeist* [kWh/a]	1.743	1.337	1.164	720	385	4.779	4.292	4.073	1.863	7.109	6.400	5.346
Eigenverbrauchsanteil* [%]	84	88	89	93	96	78	80	81	91	75	77	81

*Die hier aufgeführten Werte spiegeln ausschließlich die mögliche Performance der jeweiligen Erweiterung wider. Die Bestandsanlage wurde zur Ermittlung dieser Werte nicht berücksichtigt.

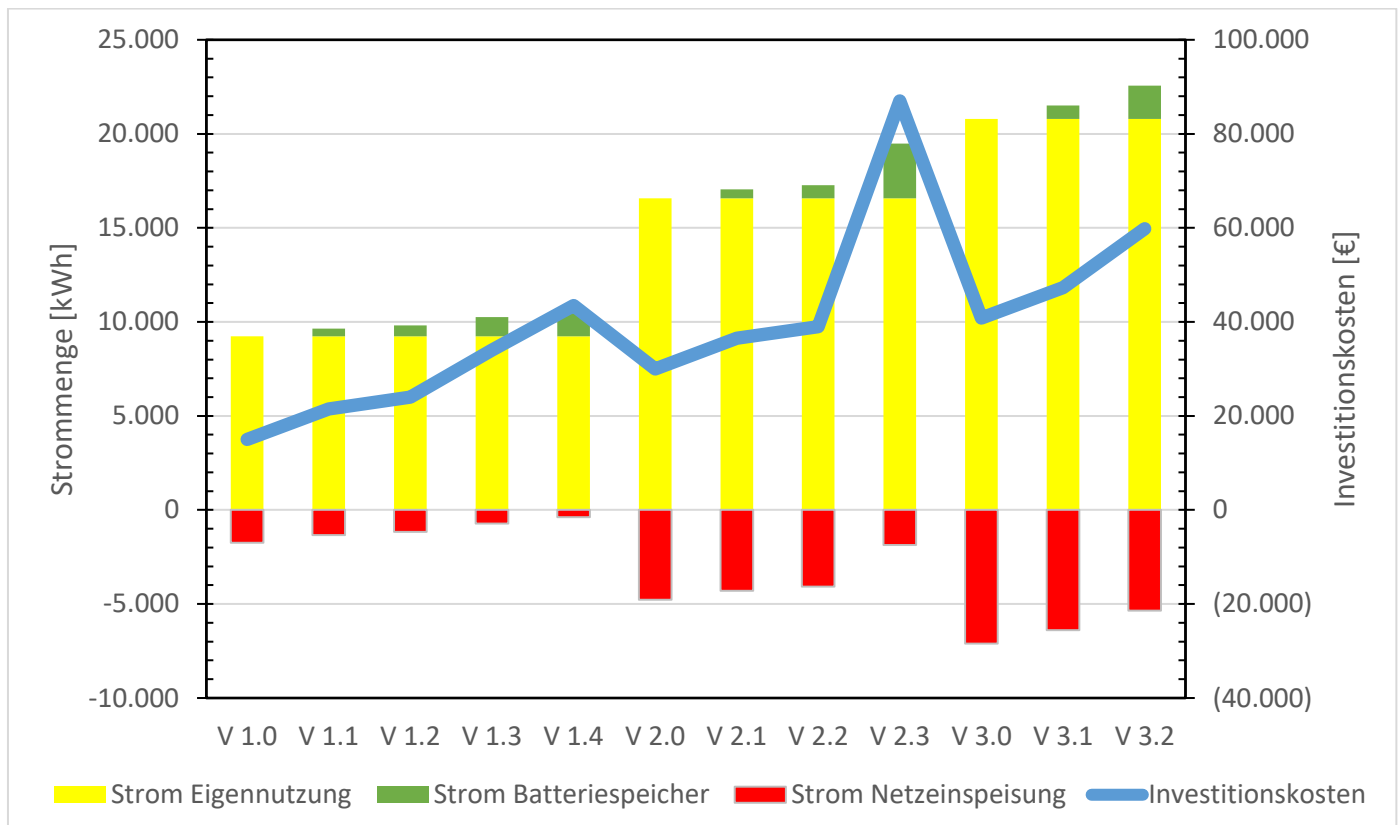


Abbildung 8: Vergleich der Stromnutzung und Investitionskosten der Kombinationen aus PV-Anlagen und Batteriespeichern

Wie in Tabelle 4 zu erkennen ist, kann durch den Einsatz eines Batteriespeichers der Eigenverbrauchsanteil jeder Variante bzw. Subvariante nicht sonderlich gesteigert werden. Die hohen Investitionskosten für einen Batteriespeicher erscheinen in Betracht auf die geringe Steigerung des Eigenverbrauchsanteils als nicht sinnvoll. Dieser Trend zeigt sich auch dann, wenn die resultierende Gesamtanlage, also Bestandsanlage inkl. Zubau und Batteriespeicher, betrachtet wird. **Daher erscheint der Einsatz eines Batteriespeichers im System des Rathauses Feldkirchen-Westerham als nicht sinnvoll und wird nachfolgend nicht weiter betrachtet.**

Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit jeder Variante muss beachtet werden, ob eine Regelung für die Verwendung des Stroms der einzelnen Anlagen vorhanden ist. Auf Grund der unterschiedlichen Vergütungen der einzelnen Anlagen macht es einen essenziellen Unterschied, ob der erzeugte Strom der jeweiligen Anlage primär zur Eigenbedarfsdeckung oder zur Einspeisung ins öffentliche Netz verwendet wird. Wird beispielsweise der erzeugte Strom der neu zu bauenden PV-Anlage zunächst zur Eigenbedarfsdeckung in der Liegenschaft verwendet, so kann durch den erzeugten Strom der Bestandsanlage lediglich ein residualer Anteil des Strombedarfs der Liegenschaft gedeckt werden, wodurch gleichzeitig der Anteil des ins öffentliche Netz eingespeisten Stroms der Bestandsanlage erhöht wird. Diese Strategie macht aus wirtschaftlicher Sicht Sinn, da der ins öffentliche Netz eingespeiste Strom der Bestandsanlage höher vergütet wird, als der ins öffentliche Netz eingespeiste Strom der neu zu bauenden Anlage. Existiert eine solche Regelung nicht und der erzeugte Strom der Bestands- und der neu zu bauenden Anlage wird gleichermaßen zur Eigenbedarfsdeckung verwendet, ergibt sich somit ein schlechteres wirtschaftliches Ergebnis des Gesamtsystems. Nachfolgend wird für die verbleibenden sinnvollen Varianten – Zubau 10 kWp, Zubau 20 kWp und Zubau 27,2 kWp – die Wirtschaftlichkeit mit und ohne eine solche Regelung anhand von Simulationen bewertet.

Tabelle 5: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 10 kWp mit Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Bestandsanlage	Zubau	Gesamt
Anlagengröße [kW]	20	10	30
Investitionskosten [€]	0	15.000	15.000
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	18.805	10.984	29.789
Eigenverbrauch [kWh/a]	12.773	9.241	22.014
Netzeinspeisung [kWh/a]	6.032	1.743	7.775
Eigenverbrauchsanteil [%]	67,9	84,1	73,9
Deckungsgrad PV [%]	19,7	14,3	34,0
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	740	165	905
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	2.810	2.033	4.843
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	-	-
Amortisationszeit [a]	-	6,8	-

Tabelle 6: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 10 kWp ohne Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Bestandsanlage	Zubau	Gesamt
Anlagengröße [kW]	20	10	30
Investitionskosten [€]	0	15.000	15.000
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	18.805	10.984	29.789
Eigenverbrauch [kWh/a]	14.676	7.338	22.014
Netzeinspeisung [kWh/a]	4.129	3.646	7.775
Eigenverbrauchsanteil [%]	78,0	66,8	73,9
Deckungsgrad PV [%]	22,7	11,3	34,0
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	635	245	880
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	3.229	1.614	4.843
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	-	-
Amortisationszeit [a]	-	8,1	-

Tabelle 7: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 20 kWp mit Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Bestandsanlage	Zubau	Gesamt
Anlagengröße [kW]	20	20	40
Investitionskosten [€]	0	30.000	30.000
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	18.805	21.345	40.150
Eigenverbrauch [kWh/a]	10.539	16.566	27.105
Netzeinspeisung [kWh/a]	8.266	4.779	13.045
Eigenverbrauchsanteil [%]	56,0	77,6	67,5
Deckungsgrad PV [%]	16,2	25,6	41,9
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	1.013	439	1.452
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	2.319	3.220	5.539
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	0,0256	-
Amortisationszeit [a]	-	8,2	-

Tabelle 8: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 20 kWp ohne Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Bestandsanlage	Zubau	Gesamt
Anlagengröße [kW]	20	20	40
Investitionskosten [€]	0	30.000	30.000
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	18.805	21.345	40.150
Eigenverbrauch [kWh/a]	13.552	13.553	27.105
Netzeinspeisung [kWh/a]	5.253	7.792	13.045
Eigenverbrauchsanteil [%]	72,1	63,5	67,5
Deckungsgrad PV [%]	20,9	20,9	41,9
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	799	599	1.398
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	2.982	2.635	5.617
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	0,0256	-
Amortisationszeit [a]	-	9,3	-

Tabelle 9: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 27,2 kWp mit Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Bestandsanlage	Zubau	Gesamt
Anlagengröße [kW]	20	27,2	47,2
Investitionskosten [€]	0	40.800	40.800
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	18.805	27.908	46.713
Eigenverbrauch [kWh/a]	8.825	20.799	29.624
Netzeinspeisung [kWh/a]	9.980	7.109	17.089
Eigenverbrauchsanteil [%]	46,9	74,5	63,4
Deckungsgrad PV [%]	13,6	32,1	45,8
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	1.224	653	1.877
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	1.942	4.043	5.985
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	0,0256	-
Amortisationszeit [a]	-	8,7	-

Tabelle 10: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 27,2 kWp ohne Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Bestandsanlage	Zubau	Gesamt
Anlagengröße [kW]	20	27,2	47,2
Investitionskosten [€]	0	40.800	40.800
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	18.805	27.908	46.713
Eigenverbrauch [kWh/a]	12.553	17.071	29.624
Netzeinspeisung [kWh/a]	6.252	10.837	17.089
Eigenverbrauchsanteil [%]	66,8	61,2	63,4
Deckungsgrad PV [%]	19,4	26,3	45,8
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	888	905	1.793
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	2.762	3.319	6.081
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	0,0256	-
Amortisationszeit [a]	-	9,7	-

5 Zusammenfassung und Empfehlung

Für den Ausbau der bestehenden PV-Anlage auf dem Rathaus in Feldkirchen-Westerham erscheinen zwei der untersuchten Varianten als sinnvoll. Der Zubau einer PV-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 10 kWp weist die geringsten Investitionskosten auf und amortisiert sich von allen untersuchten Varianten am schnellsten. Der Zubau einer PV-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 27,2 kWp stellt einerseits die Variante mit der höchsten Investitionssumme dar, andererseits ist die Amortisationszeit nicht wesentlich länger als bei der Variante des Zubaus von 20 kWp. Zudem kann durch den Zubau von 27,2 kWp der Deckungsgrad der PV-Anlage am Strombedarf der Liegenschaft am meisten gesteigert werden.

Beide Anlagen können durch den erzeugten Strom bilanziell den Stromverbrauch an der öffentlichen E-Ladesäule decken.

Nachfolgend werden die technischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der beiden Varianten zusammengefasst.

Tabelle 11: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 10 kWp oder Zubau 27,2 kWp ohne Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Variante Zubau 10 kWp	Variante Zubau 27,2 kWp
Gesamtanlagengröße [kW]	30	47,2
Batteriespeicherkapazität [kWh]	0	0
Investitionskosten [€]	15.000	40.800
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	29.789	46.713
Eigenverbrauch [kWh/a]	22.014	29.624
Netzeinspeisung [kWh/a]	7.775	17.089
Eigenverbrauchsanteil [%]	73,9	63,4
Deckungsgrad PV [%]	34,0	45,8
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	880	1.793
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	4.843	6.081
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	-
Amortisationszeit [a]	8,1	9,7

Tabelle 12: Wirtschaftliche Ergebnisse Zubau 10 kWp oder Zubau 27,2 kWp mit Regelung des eigenverbrauchten Stroms

	Variante Zubau 10 kWp	Variante Zubau 27,2 kWp
Gesamtanlagengröße [kW]	30	47,2
Batteriespeicherkapazität [kWh]	0	0
Investitionskosten [€]	15.000	40.800
Erzeugte Strommenge [kWh/a]	29.789	46.713
Eigenverbrauch [kWh/a]	22.014	29.624
Netzeinspeisung [kWh/a]	7.775	17.089
Eigenverbrauchsanteil [%]	73,9	63,4
Deckungsgrad PV [%]	34,0	45,8
Einnahmen Netzeinspeisung [€/a]	905	1.877
Einnahmen Eigenverbrauch [€/a]	4.843	5.985
EEG-Umlage auf Eigenverbrauch [€/kWh]	-	-
Amortisationszeit [a]	6,8	8,7

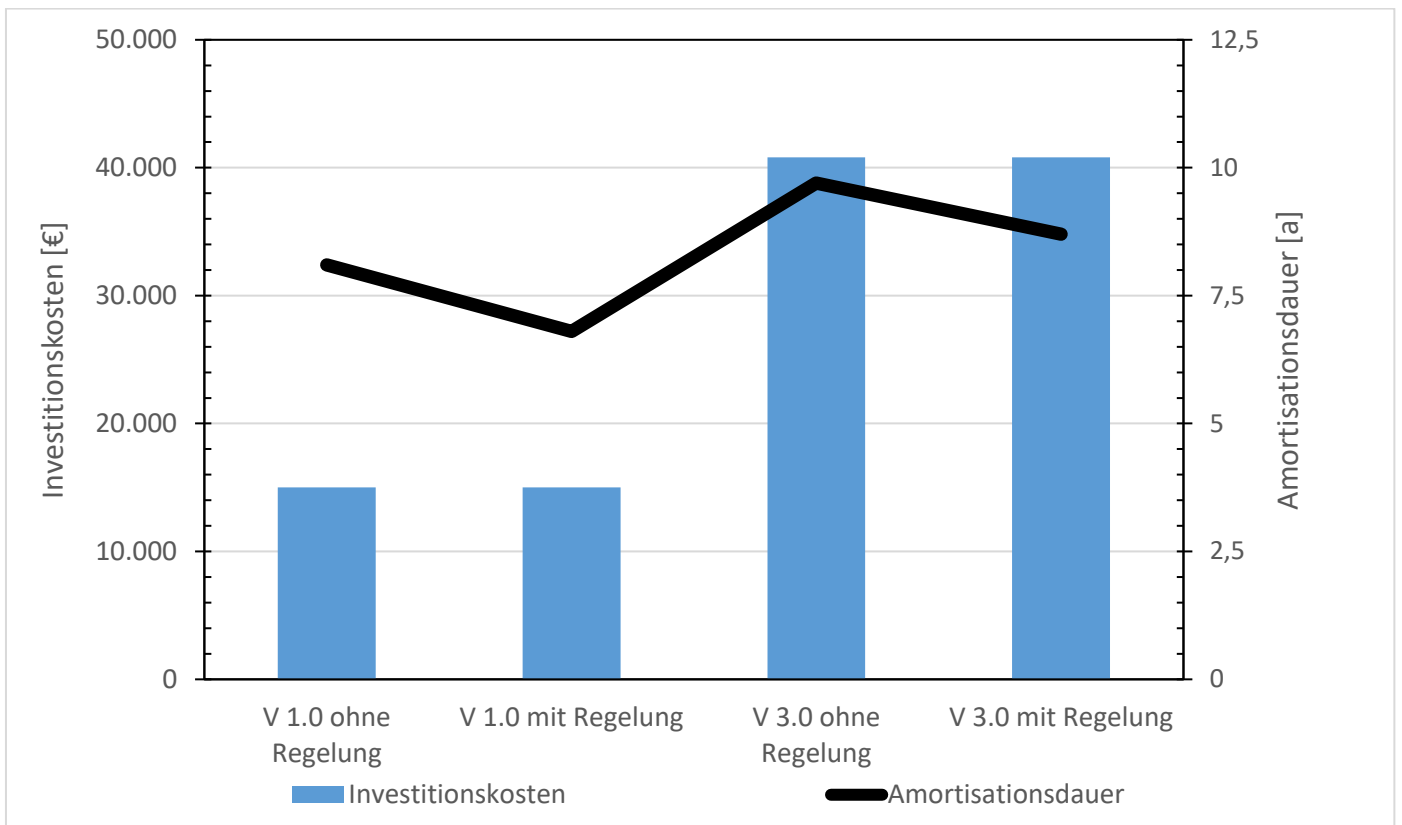


Abbildung 9: Vergleich der Investitionskosten und Amortisationszeiten der vorgeschlagenen PV-Anlagen mit und ohne Regelung der Stromnutzung

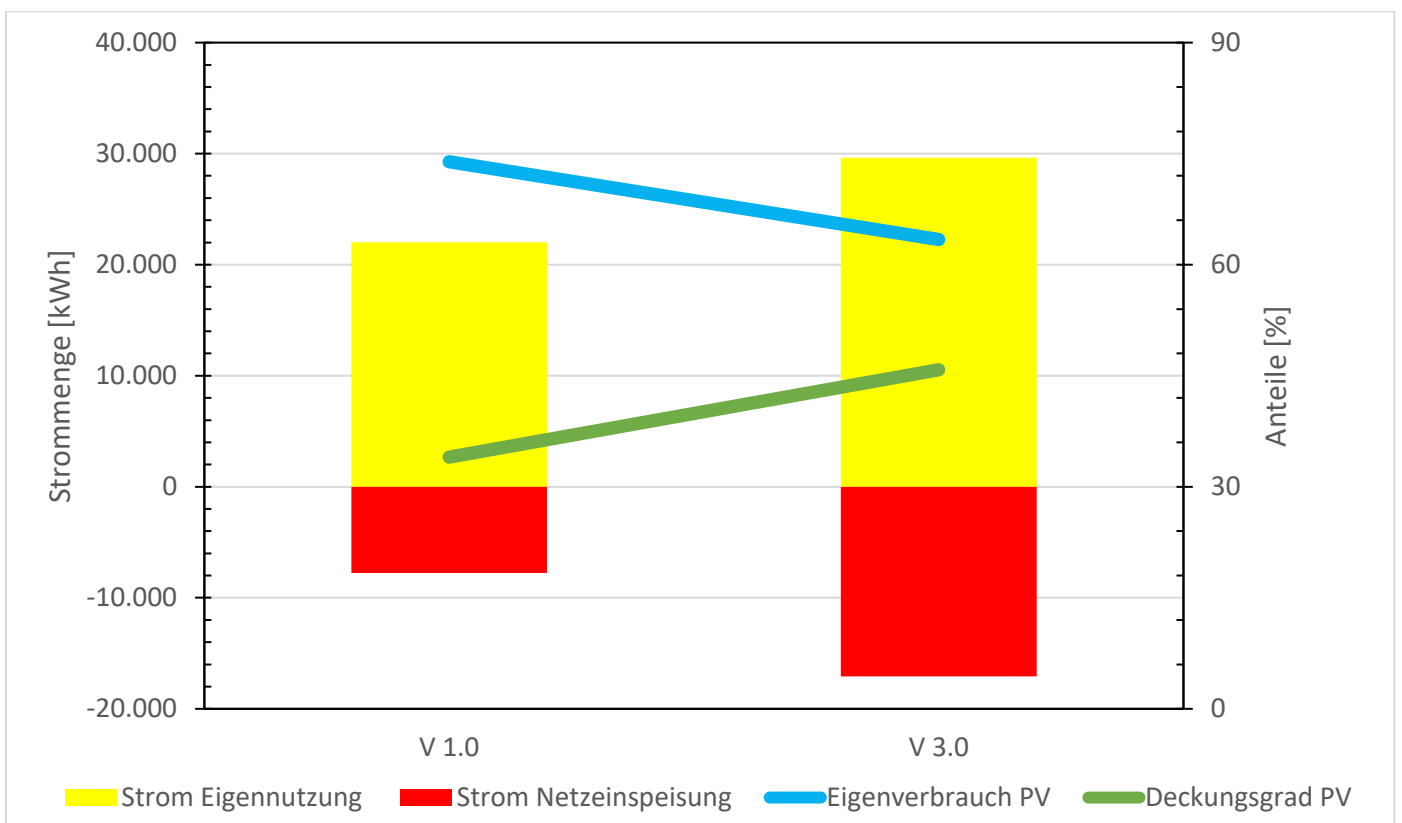


Abbildung 10: Vergleich der Stromnutzung, des Anteils an Eigenverbrauch und des Deckungsgrades der vorgeschlagenen PV-Anlagen