

Herzlich Willkommen vom Planungsbüro Bohnacker

Grundlagenermittlung und Vorentwurf PV-Anlagen auf städtischen Dächern in Erbach



Aufgabenstellung

Photovoltaik-Varianten erarbeiten für elf vorgegebene städtische Liegenschaften mit PV-Belegungsplan, PV-Generatorleistung, Eigenverbrauchsquote hinsichtlich Vollbelegung ohne Speicher, Vollbelegung mit Speicher, wirtschaftlichste Variante.

Für die elf folgenden Liegenschaften wurde jeweils eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Elektroanlage durchgeführt und die mögliche Anlagengröße ermittelt. Anhand des aktuellen Stromverbrauchs haben wir die Wirtschaftlichkeit verschiedener Varianten ermittelt.

Termine für Bestandsaufnahmen fanden an folgenden Tagen statt:

03.11.2022

11.11.2022

11.01.2023

13.01.2023

Folgende Gebäude wurden betrachtet:

- Bauhof Erbach
- Fitnesshalle Erbach
- Halle Ringingen
- Kindertagesstätte Merzenbeund
- Kindertagesstätte Wühre
- Kläranlage Erbach
- Mensa Erbach
- Mehrzweckhalle Dellmensingen
- Trakt I Schillerschule
- Feuerwehr Erbach
- Pumpwerk Kehr Erbach

Rahmenbedingungen

- Modulleistung 410Wp je Modul (kann später variieren, je nach Verfügbarkeit)
- Strompreis Berechnungen mit 39ct/kwh
- Energiepreissteigerung 3% pro Jahr
- Kosten über Alles Netto je installiertem kWp ~1.300€
- Wartung 15€/kWp pro Jahr
- Batteriespeicher kalkuliert mit Netto 1.000€
- Inflationsrate 3%; Kalkulationszinssatz 4%
- Anlagengröße >25kWp Rundsteuerempfänger erforderlich
- Anlagengröße <30kWp steuerliche Vorteile, da keine MwSt.
- Anlagengröße >30kWp NA-Schutz erforderlich, Messwandler, Netzsicherheitsmanagement
- Anlagengröße >100kWp Direktvermarktung und Lastgangmessung
- Anlagengröße >135kWp Zertifizierung aufwändiger (Anlagenzertifikat, VDE 4110)
- Anlagengröße >270kWp evtl. kundeneigene Trafostation erforderlich

Bauhof Erbach

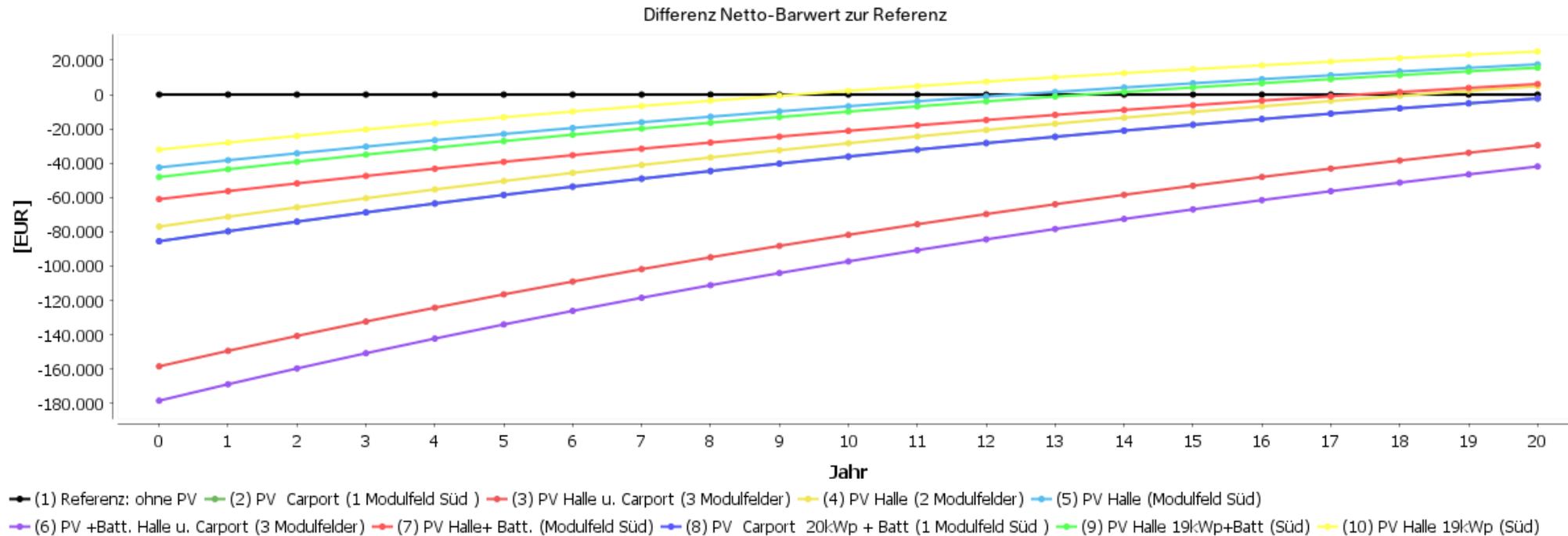
Halle 2 Belegung Süd-West-Seite 24,6kWp
Halle 2 Belegung Nord-Ost-Seite 24,6kWp



Carport Belegung Süd-West-Seite 55,76 kWp

Summe 104,96kWp

Bauhof Erbach



9 Varianten, auf Grund geringem Eigenbedarf lange bis gar keine Amortisation

Bauhof Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
104kWp ohne Batterie	89,4	104.000	>20	11,7	55.920
104kWp mit Batterie 16 kWh	75,4	104.000	>20	16,3	55.920
19kWp ohne Batterie	54,2	20.719	10	42,4	11.114
19kWp mit Batterie 16 kWh	65,6	20.719	14	59,6	11.114

Viele Varianten sind ebenfalls bei einer Amortisationszeit von über 20 Jahren. Sollte sich der Stromverbrauch nicht erhöhen, ist eine kleine Anlage ausreichend. Bei einer Anlagengröße vom 19kWp kann die vorhandene Zuleitung zur Halle 2 verwendet werden.

Bauhof Erbach



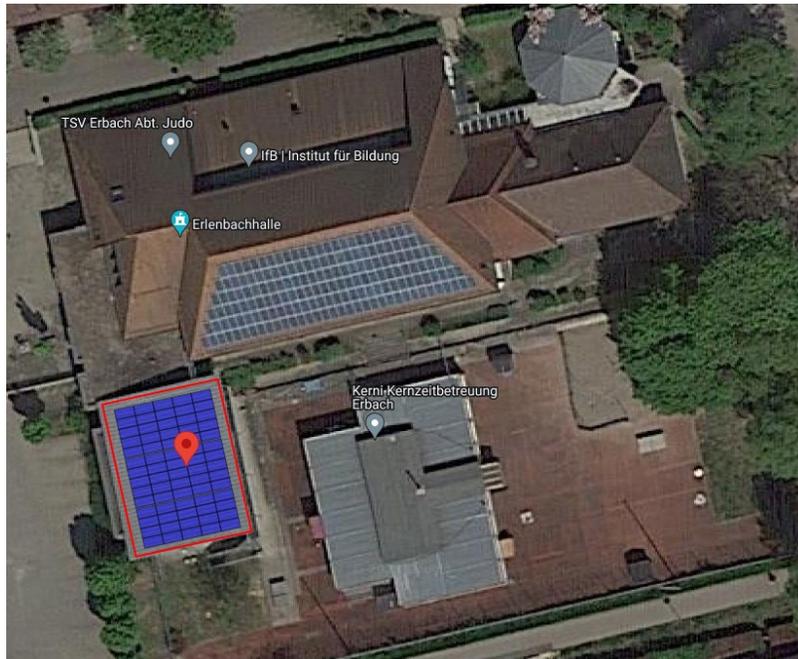
Bei Anlagengröße >30kWp bis maximaler Belegung:

- Verstärkung Hausanschluss von 30kW auf 100kW (Netze BW verstärkt)
- Errichtung Zähleranschlusssäule (ZAS) als Übergabepunkt inkl. Messwandlermessung und NA-Schutz
- AC-Kabel inkl. Tiefbau von ZAS zur Halle
- Kabel inkl. Tiefbau von ZAS zum Carport
- Anlagengröße Grenze $\leq 100\text{kWp}$ (s. Folie 4)

Für die Zukunft (vorbereiten):

- E-Ladestationen für E-Fahrzeuge Bauhof (AC und DC möglich)?
- Anlage mit 99kWp errichten als Empfehlung

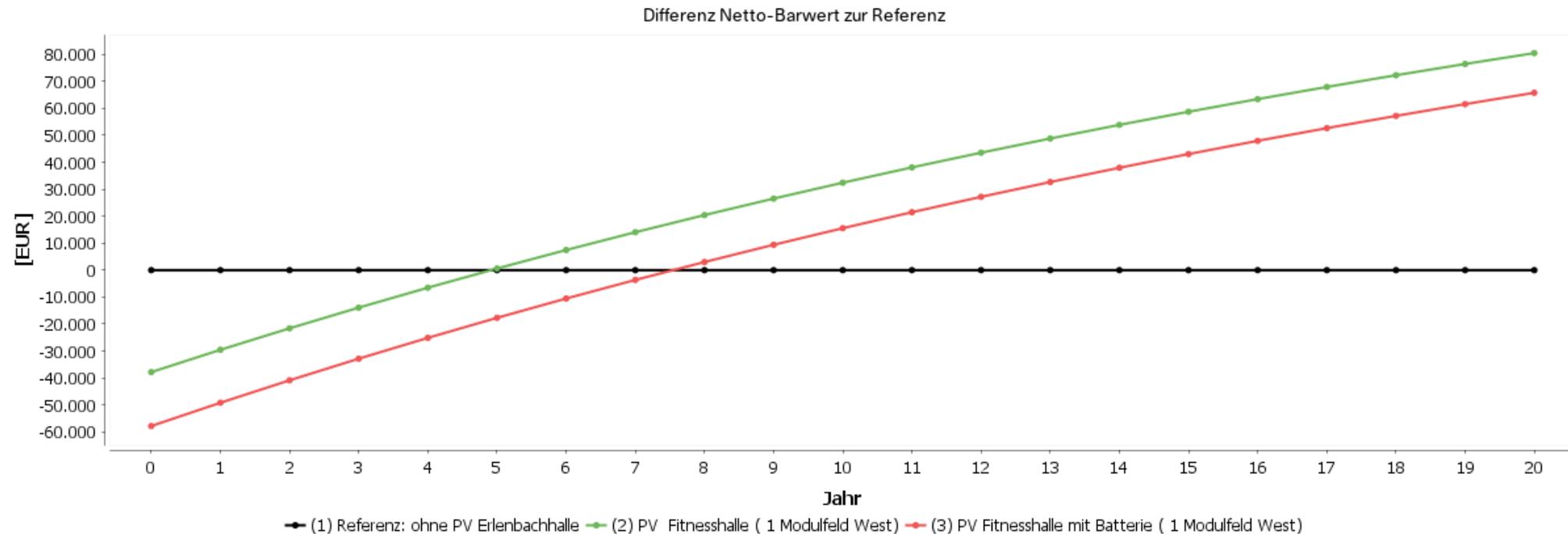
Fitnesshalle Erbach



Ausrichtung West 28,7kWp

- Fitnesshalle wird von der Erlenbachhalle elektrisch versorgt
- Erlenbachhalle Bestand 32kWp auf dem Süd-Dach (verpachtet bis Ende 2027)
- Einspeisung PV am Hauptverteiler in Erlenbachhalle, sehr langer und verbauter Kabelweg, bei NetzeBW evtl. Einspeisung <30kWp über Unterverteiler möglich, Platz für Speicher unklar

Fitnesshalle Erbach



2 mögliche Varianten, ein Mal mit und ein Mal ohne Batterie-Speicher

Fitnesshalle Erbach

Anlagengröße	Autarkie grad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchs-verhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
28,7kWp ohne Batterie	31,8	27.449	5	82	14.724
28,7kWp mit Batterie 20kWh	34,0	27.449	8	92	14.724

Beide Varianten haben eine sehr gute Amortisationszeit. Da kein Platz für Batterie Empfehlung ohne.

Halle Ringingen



Ost-Seite 23,37kWp

Süd-Seite 27,88kWp

West-Seite 7,79kWp, nicht zu empfehlen

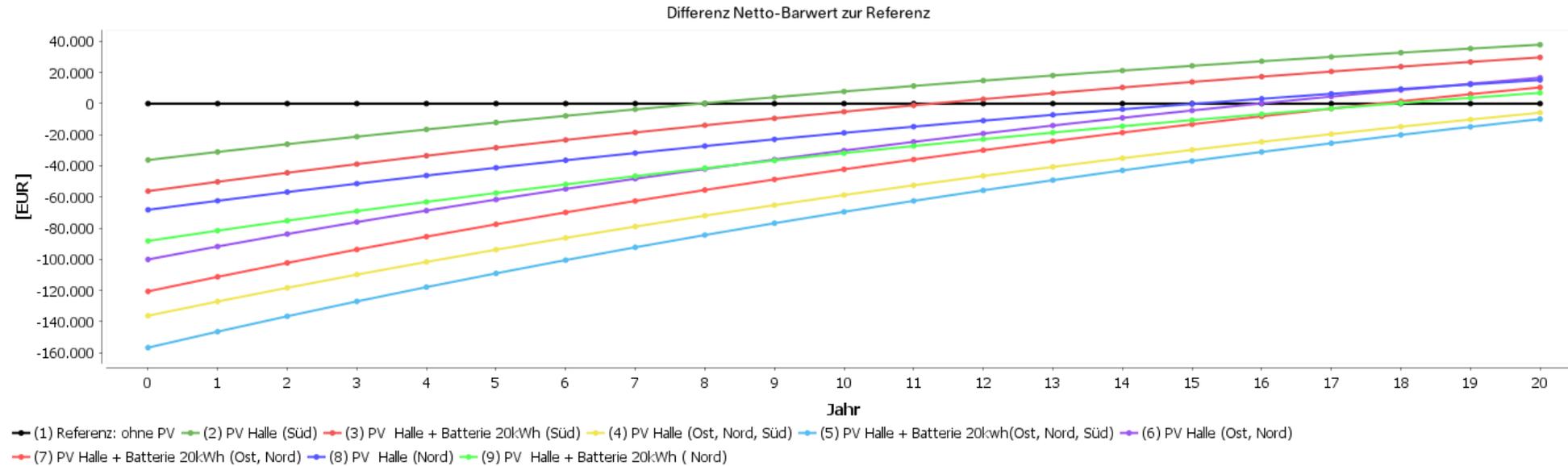
Nord-Seite 52,48kWp

Summe 111,52kWp

Ohne Bestand (verpachtet bis Ende 2027) ca. 30kWp, kann später evtl. dazu genommen werden.

Überlegungen: Parkplatz mit E-Mobilität
(Sportheim, Musikerheim, Halle,
Wanderer...)

Halle Ringingen

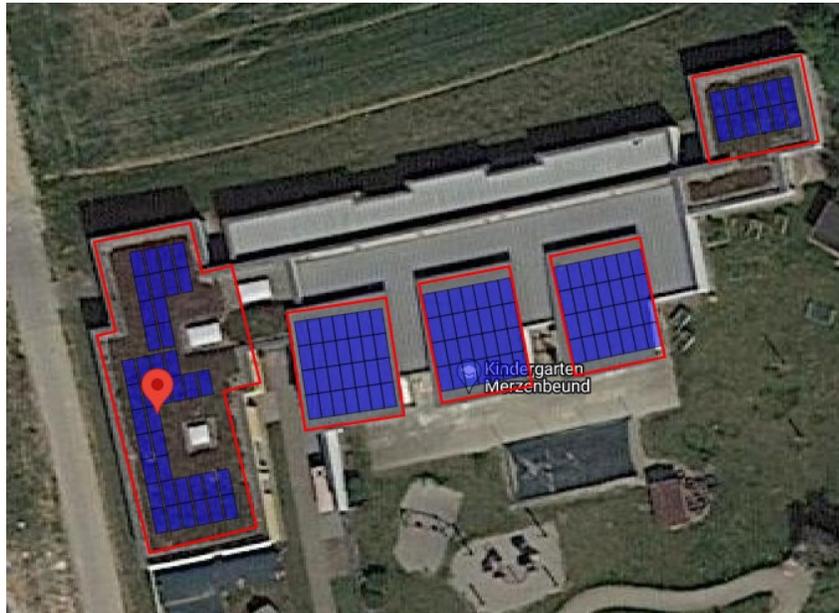


Mind. 8 mögliche Varianten, ein Mal mit und ein Mal ohne Batterie-Speicher

Halle Ringingen

	Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
N-S-O	103kWp ohne Batterie	60,0	94.200	>20	14,4	50.529
	103kWp mit Batterie 20kWh	79,2	94.200	>20	22,1	50.529
N-O	75,8kWp ohne Batterie	57,6	64.400	16	20,3	34.569
	75,8kWp mit Batterie 20 kWh	75,2	64.400	18	30,6	34.569
N	52,4kWp ohne Batterie	53,6	42.050	16	28,9	22.556
N	52,4kWp mit Batterie 20 kWh	67,9	42.050	18	42,2	22.556
S	27,8kWp mit Batterie 20kWh	65,9	29.754	12	58,4	15.960

Kita Merzenbeund Erbach



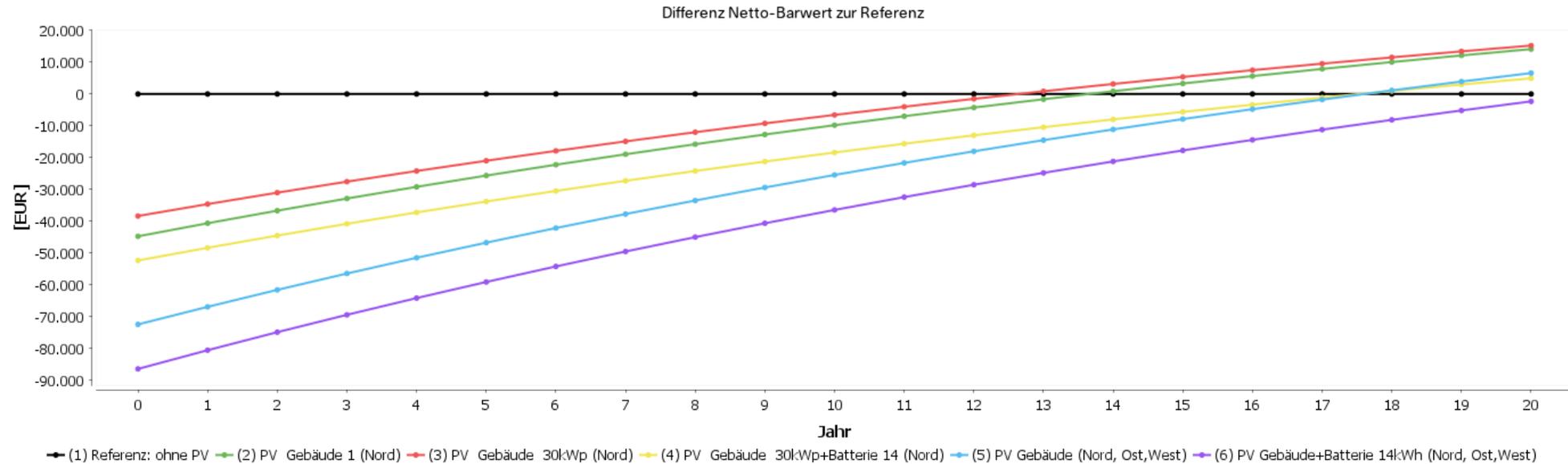
Ost-Dach (O-W) 4,92kWp

West-Dach (O-W) 16,4 kWp

Nord-Dächer 34,44 kWp

Summe 55,76 kWp

Kita Merzenbeund Erbach



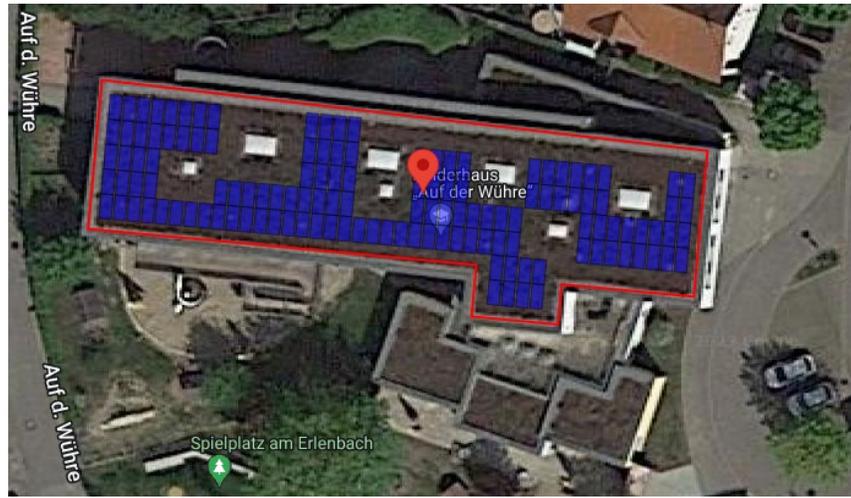
Mind. 5 mögliche Varianten, ein Mal mit und ein Mal ohne Batterie-Speicher

Kita Merzenbeund Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
55kWp ohne Batterie	73,1	52.470	18	16,2	28.145
55kWp mit Batterie 14kWh	87,1	52.530	>20	22,6	28.177
34kWp ohne Batterie	68,3	31.576	14	25,1	16.937
29,5kWp ohne Batterie	65,6	26.958	13	28,2	14.461
29,5kWp mit Batterie 14 kWh	76,6	26.958	18	38,9	14.461

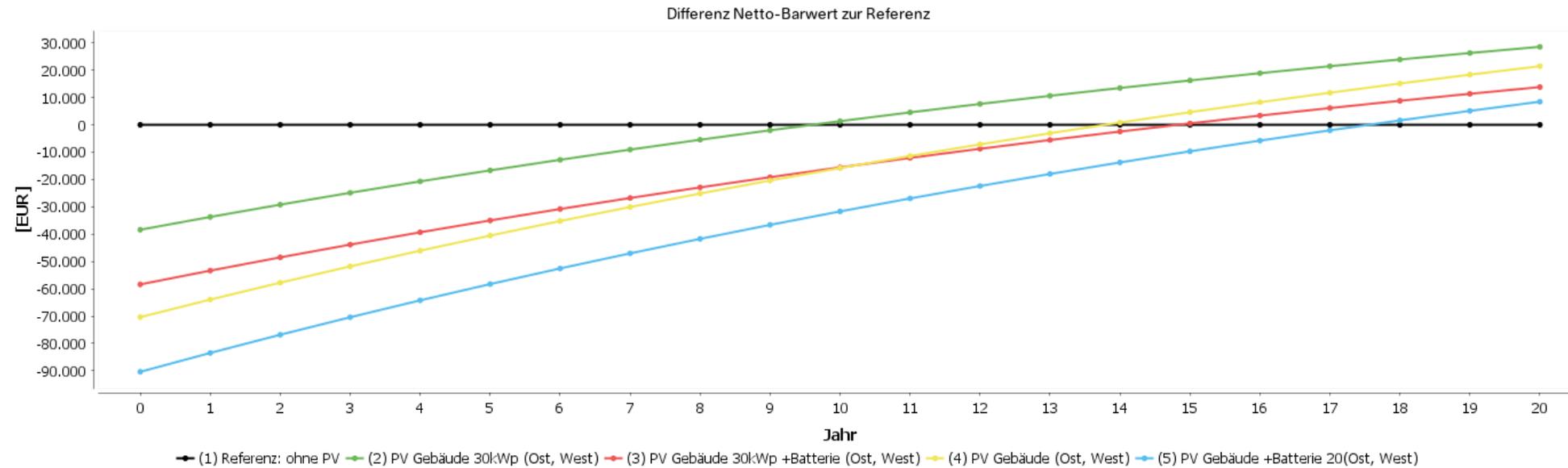
PV-Anlage mit oder ohne Speicher <30kWp empfehlenswert

Kita Wühre Erbach



Ost-West 54,12kWp

Kita Wühre Erbach



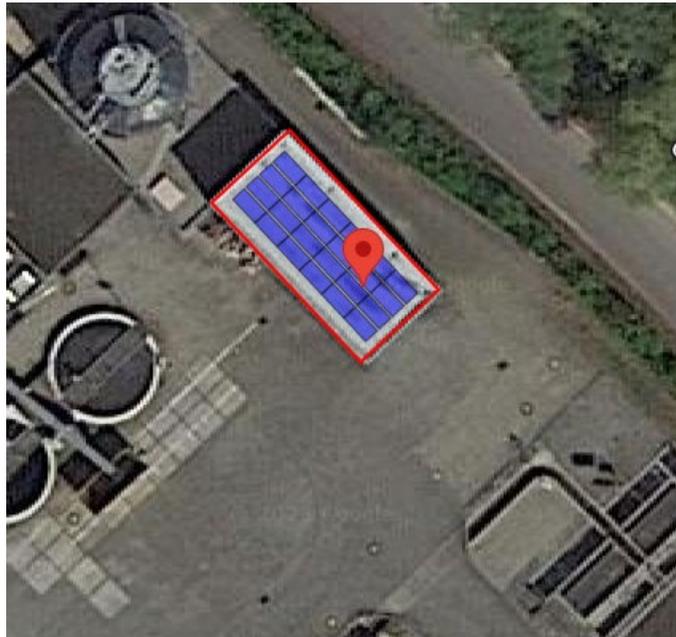
Mind. 4 mögliche Varianten, ein Mal mit und ein Mal ohne Batterie-Speicher

Kita Wühre Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
54kWp ohne Batterie	69,0	51.514	18	23,5	27.632
54kWp mit Batterie 20kWh	81,3	51.514	14	32,4	27.632
29,5kWp ohne Batterie	60,6	28.143	10	37,8	15.096
29,5kWp mit Batterie 20kWh	70,2	28.143	15	51,4	15.096

PV-Anlage mit oder ohne Speicher <30kWp empfehlenswert

Kläranlage Erbach



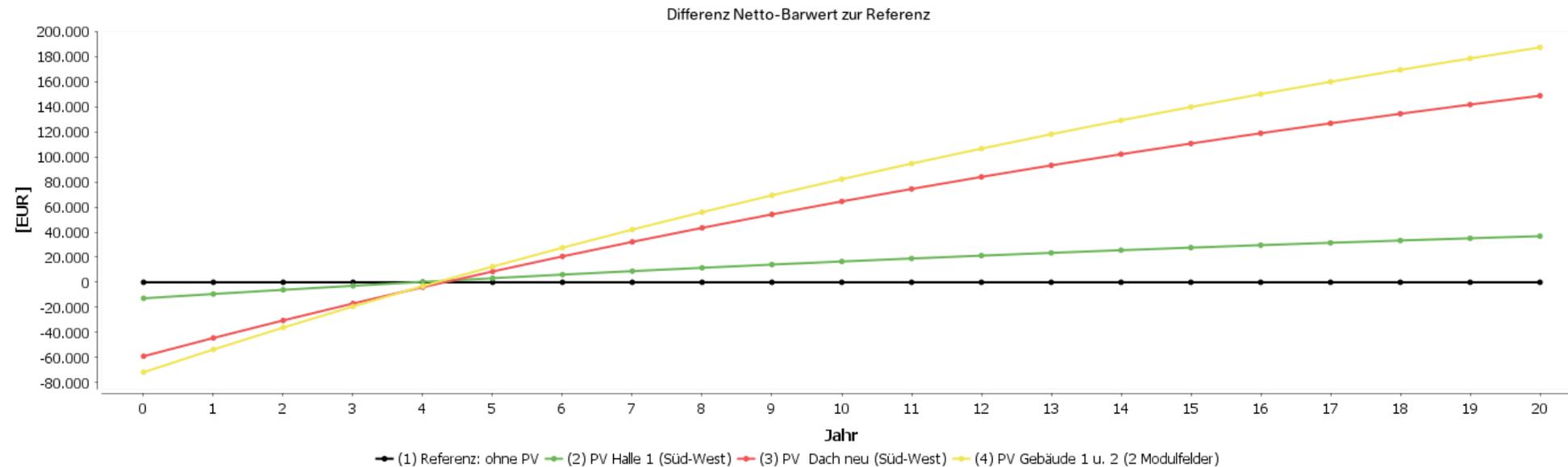
Hallendach (S-W) 9,84kWp



Hallendach Neubau (S-W) 37,72kWp

Summe 47,56kWp

Kläranlage Erbach



3 mögliche Varianten, ohne Batterie-Speicher bei dem sehr hohen Strombedarf

Kläranlage Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
47,5kWp ohne Batterie	8,2	50.629	5	100	27.158
37 kWp ohne Batterie	6,6	40.644	5	100	21.802
10 kWp ohne Batterie	1,6	9.952	4	100	5.338

PV-Anlage mit <30kWp empfehlenswert, da am einfachsten zu integrieren

Mensa Erbach

Ost-West 32,8kWp

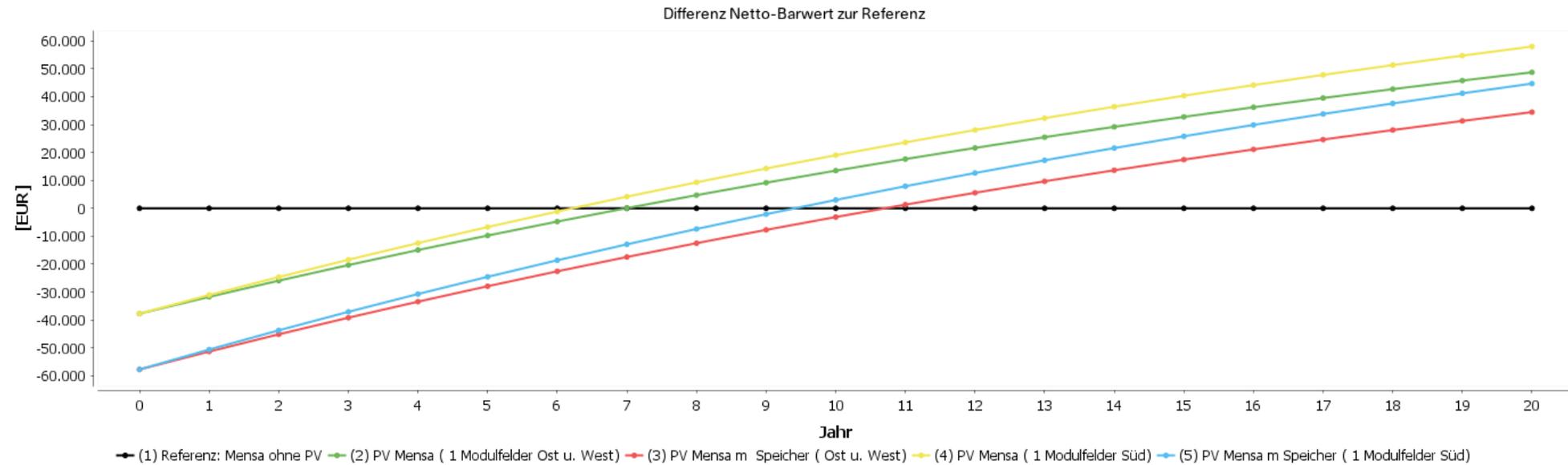
Hochdach + 6,58kWp



Flachdach begrünt!



Mensa Erbach



4 Varianten, ohne und mit Batterie-Speicher

Mensa Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
27,8 kWp ohne Batterie Ost-West-Ausrichtung	45,9	26.557	7	58,7	14.245
27,8 kWp mit Batterie 20kWh O-W-Ausr.	51,1	26.557	11	72,5	14.245
27,8 kWp ohne Batterie Südausrichtung	49,9	29.851	7	59,9	16.013
27,8 kWp mit Batterie 20kWh Südausrichtung	55,9	29.851	10	70,5	16.013

PV-Anlage mit oder ohne Speicher <30kWp empfehlenswert, Süd-Ausrichtung da Betrieb in der Mensa eher von 10-14 Uhr.

Ggf. muss das begrünte Dach gegen Kies unter Modulen getauscht werden

Mehrzweckhalle Dellmensingen

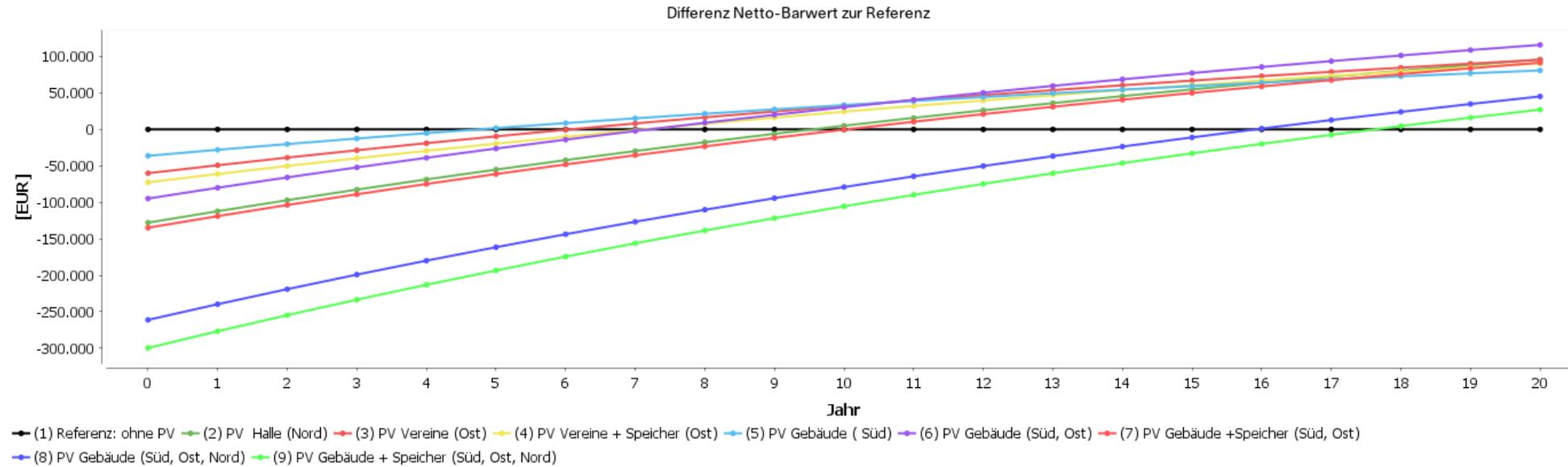


Ost-Dach (O) 45,1 kWp
Süd-Dach (S) 27,88 kWp
Nord-Dach (N 6°) 98,4kWp

Summe 171,3 kWp

Halle stromtechnisch an Schule angebunden. Leitungsquerschnitt
 $50\text{mm}^2 = \text{max. } 125\text{A} \rightarrow 85\text{kWp}$ Einspeisung mit vorhandenem Kabel
möglich!

Mehrzweckhalle Dellmensingen



8 Varianten, ohne und mit Batterie-Speicher

Mehrzweckhalle Dellmensingen

	Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
N	98,4 kWp Halle	57,1	88.700	10	41,6	47.579
o	45,1 kWp Vereine	43,9	44.333	7	63,9	23.780
o	45,1 kWp Vereine mit Batterie 14	47,0	44.333	8	71,8	23.780
s	27,88 kWp FD-Halle	33,9	29.752	5	73,7	15.959
s-o	72,98 kWp Vereine und FD-Halle	55,9	74.100	8	48,5	39.739
s-o	72,98 kWp Vereine und FD-Halle mit Batterie 40	62,3	74.100	11	59,9	39.739
N-O-S	171,38 kWp Alles	67,4	162.800	16	26,8	87.318
N-O-S	171,38 kWp Alles mit Batterie	76,0	162.800	18	33,1	87.318

26.04.2023 Alle Varianten amortisieren sich in innerhalb von 20 Jahren. Empfehlung S-O mit oder ohne Batteriespeicher

Trakt I Schillerschule Erbach



Süd-Dach 68,88 kWp
Nord-Dach (N 18°) 29,52kWp

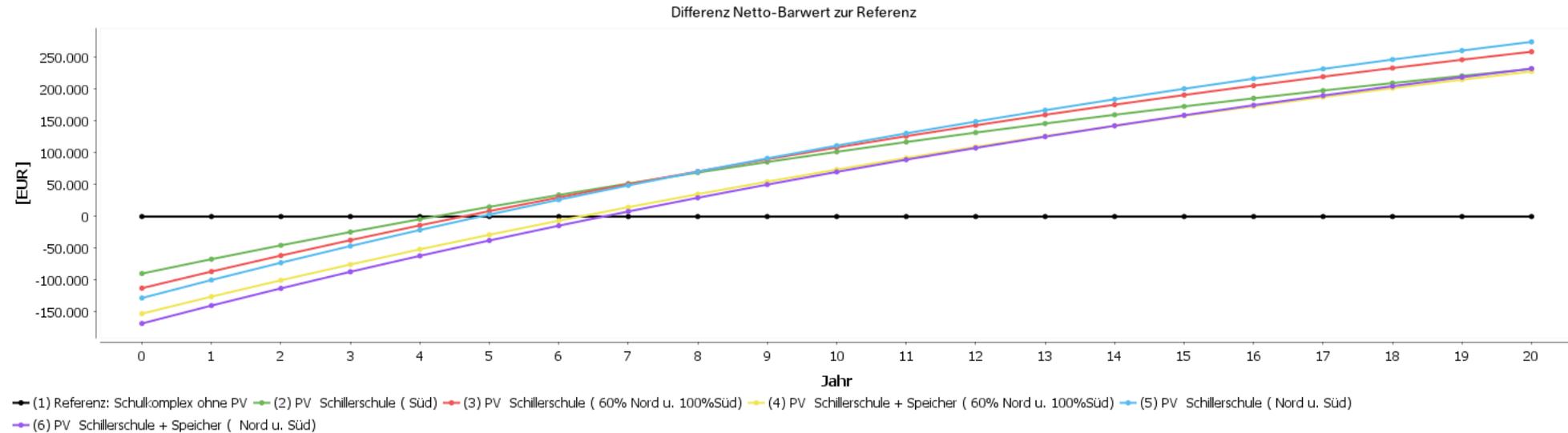
Summe 98,4kWp

Dachsanierung 60% PV-Pflicht gem. PVPfIVo

Bestandsanlagen restl. Schulgebäude vermietet bis Ende
2027/2029.

BHKW 30kW am Hausanschluss
(5 PV-Anlagen in Summe 124kWp über eigenen Anschluss
an Umspannstation)

Trakt I Schillerschule Erbach



5 Varianten, ohne und teilweise mit Batterie-Speicher

Trakt I Schillerschule Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
68,88 kWp Süd	22,8	76.100	5	78,6	40.805
86,51 kWp Nord 60%+ Süd	26,3	89.800	5	76,8	48.168
86,51 kWp Nord 60%+ Süd mit 40kWh Batterie	27,2	89.800	7	81,4	48.168
98,4 kWp Nord-Süd 100%	28,4	98.900	5	75,4	53.038
98,4 kWp Nord-Süd 100% mit 40kWh Batterie	28,6	98.900	7	80,9	53.038

Alle Varianten sind zu empfehlen, da die Schule großen Strombedarf hat.

Feuerwehr Erbach



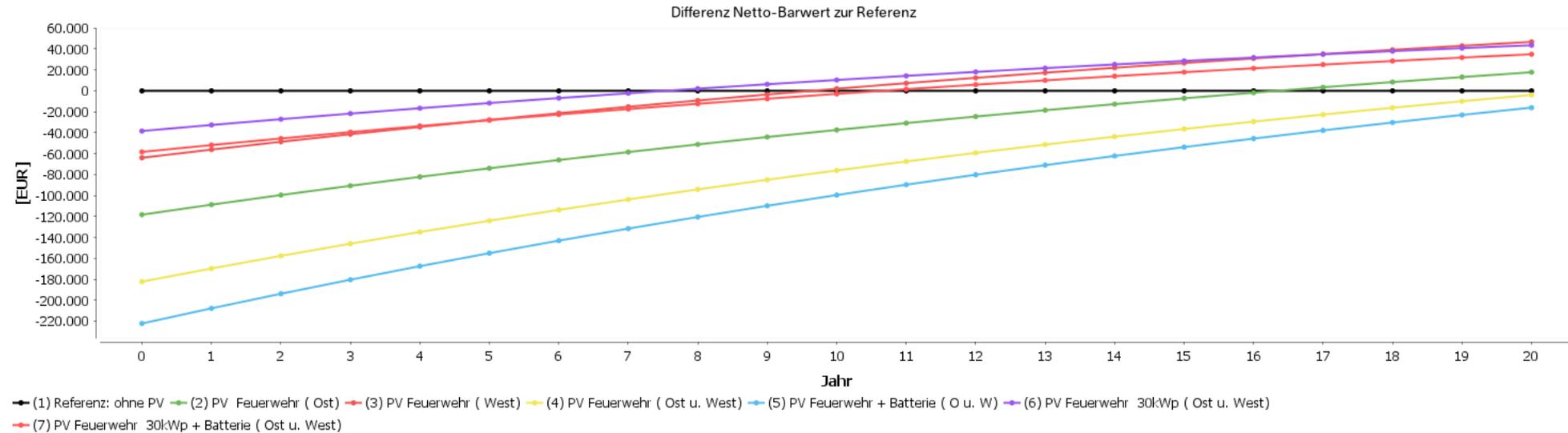
Ost-Dach 91,02 kWp

West-Dach 49,2kWp

Summe 140,22 kWp

Überlegung für Zukunft: Einsatzfahrzeuge
mit Elektro-Antrieb? → erhöhter
Strombedarf

Feuerwehr Erbach



6 Varianten, ohne und teilweise mit Batterie-Speicher

Feuerwehr Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
91,02kWp Ost	49,5	85.600	17	19,6	45.938
49,2kWp West	46,8	49.618	10	31,9	26.615
140,22 kWp Ost+West	52,2	134.000	>20	13,2	71.903
140,22 kWp Ost+West mit 40kWh Batterie	74,0	134.000	>20	22,2	71.903
29,52 kWp Ost-West	41,1	28.080	8	49,5	15.062
29,52 kWp Ost-West mit 20kWh Batterie	50,0	28.080	11	67,2	15.062

Wenn es beim aktuellen Stromverbrauch bleibt, ist eine Anlage mit oder ohne Batterie zu empfehlen. Am effektivsten ist die grün markierte Anlage.

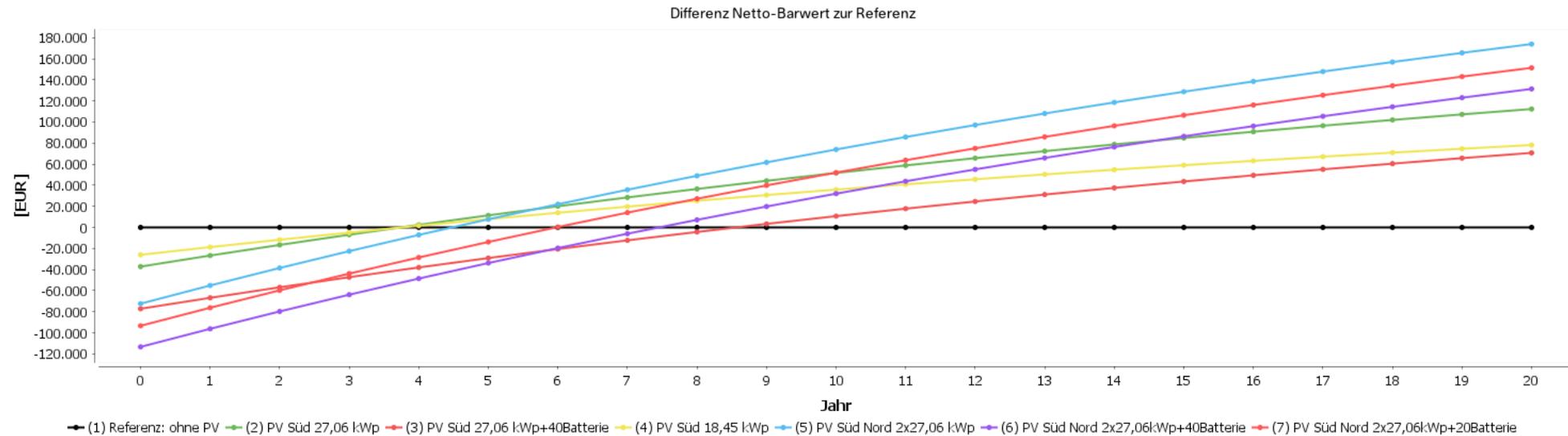
Pumpwerk Kehr Erbach



Süd-Dach 27,06 kWp

Überlegung: Es gibt viel Freifläche auf dem Gelände!

Pumpwerk Kehr Erbach



6 Varianten, ohne und teilweise mit Batterie-Speicher

Pumpwerk Kehr Erbach

Anlagengröße	Autarkiegrad [%]	Produktion [kW/a]	Amortisation [a]	Eigenverbrauchsverhältnis [%]	CO2 Einsparung [kg/a]
27,06kWp Süd	8	29.304	4	100	15.719
27,06 kWp Süd mit Batterie 40kWh	8	29.304	9	100	15.719
18,45 kWp Süd	5,6	20.495	4	100	10.994
54,12 kWp Süd+Nord	13,2	48.375	5	100	25.948
54,12 kWp Süd+Nord mit Batterie 20kWh	13,2	48.375	6	100	25.948
54,12 kWp Süd+Nord mit Batterie 40kWh	13,2	48.375	8	100	25.948

Am effektivsten ist die grün markierte Anlage. Ein Batteriespeicher ist bei dem hohen Stromverbrauch nicht von Vorteil.



Vorschlag für Ausführung Anlagengröße, mit oder ohne Batteriespeicher und Brutto-Kostenschätzung

Gebäude	PV-Anlagengröße kWp	Speicherkapazität kWh	Amortisation [a]	Gesamtkosten brutto mit Nebenkosten in €
Bauhof	19,68	16,00	14	68.664
Fitnesshalle	28,70	--	5	53.993
Halle Ringingen	52,40	--	16	97.275
Kita Merzenbeund	29,52	14,00	18	74.793
Kita Wühre	29,52	20,00	15	83.361
Kläranlage	30,00	--	5	55.692
Mensa Schule	27,80	20,00	10	82.310
MZH Dellmensingen	72,98	38,00	11	192.600
Trakt Schillerschule	98,40	40,00	7	239.790
Feuerwehr	29,52	20,00	11	83.361
Pumpwerk Kehr	54,12	--	5	100.468
Kostenschätzung ges.				1.132.307

Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit

