

Stammtisch: Strom vom eigenen Firmendach



Ing.-Büro für Energiemanagement

Dipl.-Ing. Thomas Voßberg

tel +49 (0) 38207 7676 7

fax +49 (0) 38207 7676 8

büro D-18059 Ziesendorf, Am Fliederberg 26

mobil +49 (0) 1575 8523786

e mail post@ib-em-tv.de

Die richtige Anlage für mein Firmendach

**Planung von PV-Anlagen auf
Gewerbedächern inkl. Speicher**

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Agenda

Fachplanung = ganzheitliche Betrachtung des Themas Energie

Vorstellung von Planungsvarianten zur Flach- und Schrägdachmontage

Bestimmung der optimalen Anlagen- und Speichergröße entsprechend des aktuellen Lastprofils und den zukünftig steigenden E-Energie-Bedarfen (durch z. B. Wärmepumpe, E-Mobilität)

Optimierung der Wirtschaftlichkeit durch die Erhöhung des Eigenverbrauchs (Lastmanagement, Speicher) vs. Volleinspeisung

Not- bzw. Ersatzstromversorgung mit PV-Anlagen

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Fachplanung = ganzheitliche Betrachtung des Themas Energie

Istzustand und Aufgabenstellung aus Sicht des Unternehmers = Lastenheft

1

Elektro- und Wärmeenergiebedarf/-kosten

- ⇒ aktueller Bedarf und Kosten (Menge * Arbeitspreis + Lastspitze * Leistungspreis), Lastgang
- ⇒ Resilienz des Unternehmens (steigende Abhängigkeit von Energiekosten ./ gewünschte Unabhängigkeit)

2

Elektroenergieverbraucher

- ⇒ Alter bzw. Restlebensdauer, Effizienz
- ⇒ geplante Sanierung / Modernisierung

3

Einsparpotentiale

- ⇒ Prozessoptimierung und Energieeffizienzmaßnahmen, Lastmanagement
- ⇒ ggfls. Energieaudit (SpaEfV, DIN EN 16247)

4

Zukünftiger Elektroenergiebedarf / -erzeugung

- ⇒ Erweiterung Produktion, zusätzliche Eigenerzeugungsanlage (Biogas- oder Biomasse-BHKW)
- ⇒ Umstellung Wärmeversorgung (bspw. Wärmepumpe), Umstellung Fuhrpark auf BEV

5

Netzanschluss

- ⇒ Vorhandene Anschlussleistung(en)
- ⇒ Vorhandene Zähler- und Verteilerschränke (Alter, Platzreserve, Sanierungsbedarf)

6

Aufstellflächen (Gebäude, Carport, Fassade, Freiflächen)

- ⇒ Verfügbare Flächen, Art der Dacheindeckung bzw. der erforderlichen Tragekonstruktion
- ⇒ Statik, Sanierungsbedarf, Verschattungen

7

PV-Anlagenkosten / Finanzierung

- ⇒ Anlagengröße, Einbindung Technik und Anlagengröße => Preisdegression
- ⇒ gewünschter Autarkiegrad (Speichergröße, Ersatzstromleistung), Finanzierungsbedarf

8

Erlöse

- ⇒ Direkte Erlöse (Voll- oder Überschusseinspeisung, Direktvermarktung, THG-Vergütung)
- ⇒ Indirekte Erlöse (Eigenbedarfsdeckung, Lastspitzenkappung, Energie- und Stromsteuer-Einsparungen)

9

Förderung (BAFA, LFI-MV)

- ⇒ in Zusammenhang mit weiteren Maßnahmen möglich: Energieaudit, Fachplanung, Wärmeerzeugung
- ⇒ E-Mobilität (Aufbau Ladeinfrastruktur)

10

Wirtschaftlichkeit (Zielkonflikt)

- ⇒ Investition (Preissteigerungen), Finanzierung, ROI, Rendite
- ⇒ Autarkie = nachhaltige Unabhängigkeit, Resilienz

11

Nachhaltigkeit

- ⇒ Fahrplan zur klimaneutralen Energieversorgung, CO₂-Bilanz
- ⇒ Stärkung der Resilienz des Unternehmens

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Fachplanung = ganzheitliche Betrachtung des Themas Energie

Aufgaben und Lösungsansätze des Planers = Pflichtenheft

1

Elektro- und Wärmeenergiebedarf/-kosten

- ⇒ Auswertung Lastgang, ggfls. eigene Messung(en)
- ⇒ Bewertung Stromliefervertrag (optional auch Gasliefervertrag)

2

Elektroenergieverbraucher

- ⇒ Erstellung Verbraucherliste (Erfassung Leistung, Verbrauch, Effizienz, Alter, Zeit- und Lastvariabilität)
- ⇒ ggfls. eigene Messungen

3

Einsparpotentiale

- ⇒ Ermittlung Einsparpotential durch Energieeffizienzmaßnahmen und Sanierungsmaßnahmen
- ⇒ Ermittlung Einsparpotentiale durch Lastmanagement und Prozessoptimierungen

4

Zukünftiger Elektroenergiebedarf / -erzeugung

- ⇒ Ergänzung Verbraucherliste, Auslegung zusätzliche Eigenerzeugungsanlage
- ⇒ Ermittlung zukünftiger Strombedarf und Einsparungen an Erdgas und Diesel

5

Netzanschluss

- ⇒ Ermittlung der erforderlichen Anschlussleistung(en), Voranfrage beim Netzbetreiber
- ⇒ Ermittlung Platzbedarf für Installation Zähler- und Verteiltechnik

6

Aufstellflächen (Gebäude, Carport, Freiflächen)

- ⇒ Festlegung der Anordnung und Unterkonstruktion der PV-Module, Wechselrichter und der Kabelführung
- ⇒ ggfls. Einbindung Statiker

7

PV-Anlagenkosten / Finanzierung

- ⇒ Planung der optimalen PV- Anlage (incl. Speicher, Zähler- und Verteilerschränke, E-Installation)
- ⇒ Einholung und Auswertung von Angeboten, ggfls. Vermittlung Finanzierung

8

Erlöse

- ⇒ Berechnung Eigenstromnutzung und Überschusseinspeisung
- ⇒ Vermittlung Direktvermarktung, THG-Handel

9

Förderung (BAFA, LFI-MV)

- ⇒ Unterstützung bei Fördermittelbeantragung

10

Wirtschaftlichkeit (Zielkonflikt)

- ⇒ Variantenvergleich und Lösung des Zielkonflikts in Abstimmung mit dem Unternehmer
- ⇒ Ertragssimulation mit Wirtschaftlichkeitsberechnung

11

Nachhaltigkeit

- ⇒ Erstellung Berechnungen für zukünftige Maßnahmen
- ⇒ Erstellung Maßnahmenplan

12

Umsetzung

- ⇒ Begleitung der Projektrealisierung (Bauüberwachung, Inbetriebnahme, Abnahme, Mängelbeseitigung)
- ⇒ Erfolgskontrolle

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Flachdachmontage

119 kWp, Süd, 20°, 123.000 kWh

FN 47%, RE 98%, FE = 46%

- max. Flächennutzung (Süd 40..60%, O-W 80..90%)
- optimaler Anstellwinkel (Süd 30..10° = rel. Ertrag 100..93%, O-W 10° = rel. Ertrag 86%)
- Verschattungen, Verschmutzung, Zugänglichkeit

Gebäude 60m x 25m, Flachdach mit Attika

Nutzbare Dachfläche 1.270 m²

208 kWp, O-W, 10°, 204.500 kWh/a

FN 88% x RE 86% = FE = 76%

- Verankerung (Zusatzkosten, Dachdichtigkeit)
- Ballastierung (Zusatzlasten)
- Windlasten (Anstellwinkel, Randabstand)

Dachfläche /
Ausrichtung /
Aufstellwinkel

Befestigung /
Dachlasten /
Statik

Kosten / ROI /
Rendite

Leistung /
Ertrag

97 kWp, Süd, 30°, 103.000 kWh/a

FN 38%, RE 100%, FE = 38 %

- max. Anlagengröße = min. Kosten je kW_p
 - ROI / Rendite maßgeblich abh. von Höhe Deckung Eigenbedarf (Berücksichtigung zukünftiger Bedarf)
- => max. Belegung planen

151 kWp, Süd, 10°, 150.500 kWh/a

FN 60% * RE 94% FE = 56%

- max. Leistung je m² DF = max. Flächennutzung = max. Flächenertrag
- => max. Flächenertrag planen

FN = Flächennutzung (installierte PV-Modulfläche / Nutzbare Dachfläche)

RE = relativer Ertrag (Ertrag / max. möglicher Ertrag je kWp)

FE = Flächenertrag (Flächennutzung x relativer Ertrag)

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Schrägdachmontage

119 kWp, Süd, 15°, 137.700 kWh
Indach, FN 46,5%, RE 92%, FE = 43%

Gebäude mit Schrägdach
Nutzbare Dachfläche 750 m² / 1.500 m²

280 kWp, O-W, 10°, 258.300 kWh/a
FN 93% x RE 84% = FE = 78%

- max. Flächennutzung (Süd max. 50%, O-W max. 100%)
- bei Dachneigung < 10° Aufständerung
- Hinterlüftung durch großen Dachabstand
- Verschattungen, Verschmutzung, Zugänglichkeit

- Verankerung (Standard)
- Dachintegration vermeidet Zusatzlasten
- Windlasten (Randabstand)

Dachfläche /
Montageart /
Hinterlüftung

Befestigung /
Dachlasten /
Statik

Kosten / ROI
/ Rendite

Leistung /
Ertrag

140 kWp, Süd, 15°, 145.600 kWh/a
Aufdach, FN 46,5%, RE 95%, FE = 44%

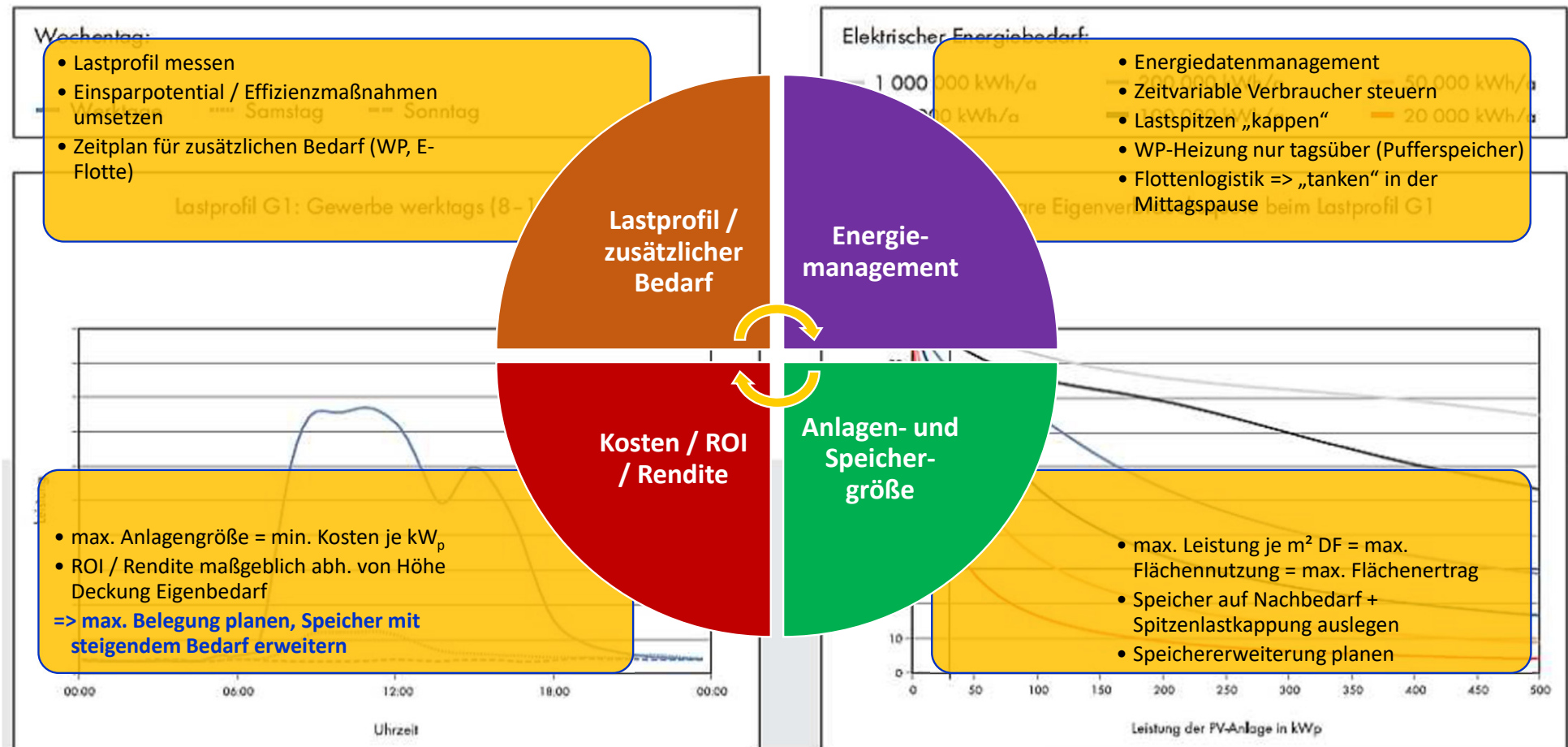
- max. Anlagengröße = min. Kosten je kW_p
 - ROI / Rendite maßgeblich abh. von Höhe Deckung Eigenbedarf (Berücksichtigung zukünftiger Bedarf)
- => max. Belegung planen

- max. Leistung je m² DF = max. Flächennutzung = max. Flächenertrag

FN = Flächennutzung (installierte PV-Modulfläche / Nutzbare Dachfläche)
RE = relativer Ertrag (Ertrag / max. möglicher Ertrag je kWp)
FE = Flächenertrag (Flächennutzung x relativer Ertrag)

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Bestimmung der optimalen Anlagen- und Speichergröße entsprechend des aktuellen Lastprofils und den zukünftig steigenden E-Energie-Bedarfen (durch z. B. Wärmepumpe, E-Mobilität)



Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Bestimmung der optimalen Anlagen- und Speichergröße entsprechend des aktuellen Lastprofils und den zukünftig steigenden E-Energie-Bedarfen (durch z. B. Wärmepumpe, E-Mobilität)

Maßnahmenplan

1

Erfassung Istzustand

- ⇒ Auswertung Lastgang, ggfls. eigene Messung(en)
- ⇒ Wäscherei, **Dachfläche O-W 1.500 m²**, Lastprofil Gewerbe (G1), 500 MWh/a

2

Reduzierung Energiebedarf durch Einsparmaßnahmen

- ⇒ Einsparpotential 5..15%
- ⇒ resultierender Energiebedarf 425...475 MWh/a

3

Reduzierung Energiebedarf durch Effizienzmaßnahmen, Einführung Energiemanagementsystem

- ⇒ Einsparpotential 10..20%, Verringerung Lastspitzen um 10..30%
- ⇒ resultierender Energiebedarf 340...430 MWh/a, Lastmanagement für optimierten PV-Betrieb vorbereiten

4

Auslegung PV-Anlage mit Speicher für Deckung Nachtbedarf und Lastspitzenreduzierung

- ⇒ Eigenbedarf 380 MWh, bei max. Dachflächennutzung bis zu 50% Eigenbedarfsdeckung (EBD) möglich
- ⇒ **PV (O-W) 280 kWp**, **Speicher 240 kWh**, EBD direkt 159 MWh/a, Sp. 28 MWh/a, NB 193 MWh/a

5

Erfassung zukünftiger Bedarf

- ⇒ Wärmeerzeugung mit WP (+ 60 MWh, Zeiträumen 1..3 Jahre)
- ⇒ Umstellung Flotte auf 10 BEV (Mo-Fr 200 km/d, + 15 MWh/a je BEV, Zeiträumen 3...10 Jahre)

6

Energieflussberechnung mit zukünftigem Bedarf

- ⇒ mit optimierten WP-Betrieb 440 MWh/a, EBD direkt 166 MWh/a, Sp. 27 MWh/a, NB 247 MWh/a
- ⇒ mit 10 BEV und Flottenmanagement, 590 MWh/a, EBD direkt 138 MWh/a, Sp. 21 MWh/a, NB 367 MWh/a

7

Erweiterung PV-Anlage (Dach, Fassade, Stellplatzüberdachung, Freifläche)

- ⇒ für WP-Betrieb **+ 90 kWp (+ 500 m²)** EBD direkt 190 MWh/a, Sp. 31 MWh/a, NB 219 MWh/a
- ⇒ für 10 BEV **+ 230 kWp (+ 1.200 m²)** EBD direkt 205 MWh/a, Sp. 33 MWh/a, NB 261 MWh/a

8

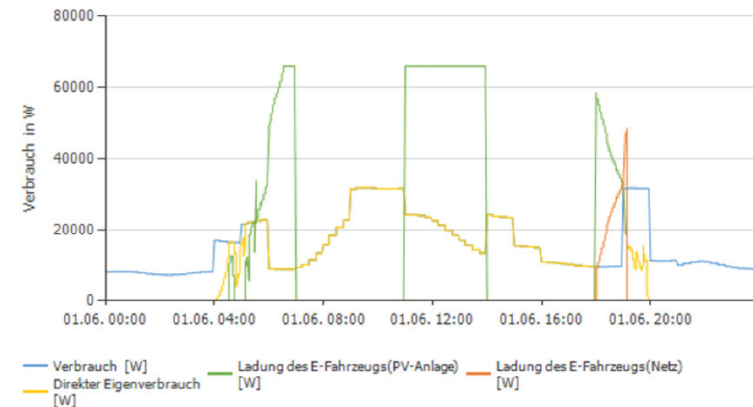
Erweiterung Speicher

- ⇒ für WP-Betrieb **+ 240 kWh** EBD direkt 190 MWh/a, Sp. 38 MWh/a, NB 212 MWh/a
- ⇒ für 10 BEV **+ 240 kWh** EBD direkt 205 MWh/a, Sp. 43 MWh/a, NB 186 MWh/a

9

Erhöhung Autarkie / Nachhaltigkeit

- ⇒ 1) Erweiterung PV und/oder Biomasse-BHKW (Biogas, Holz)
- ⇒ 2) Optimierung Lastmanagement, Erweiterung Speicher (Notstromversorgung)



Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Projekt: Wäscherei

Optimierung der Wirtschaftlichkeit durch die Erhöhung des Eigenverbrauchs (Lastmanagement, Speicher) vs. Volleinspeisung

Eigenverbrauch / Überschusseinspeisung

Vergütung (§ 48 Abs. 2 EEG 2023, ab 01. 01.2023)						
PVA bis	kWp	10	40	100	400	1.000
ÜS-ES	ct/kWh	8,20	7,10	5,80	DV	DV
ÜS-ES DV	ct/kWh	8,60	7,50	6,20	6,20	6,20

effektive min. Vergütung						
PVA	kWp	10	40	100	400	1.000
ÜS-ES	ct/kWh	8,20	7,38	6,43		
ÜS-ES DV	ct/kWh	8,60	7,78	6,83	6,36	6,26



Abregelung am Wechselrichter: 0

Ermittlung min. Eigenverbrauch						
PVA	kWp	10	40	100	400	1.000
Bezugspreis	ct/kWh	30,00	27,00	25,00	22,00	17,00
min. EV.		16%	15%	19%	16%	15%

Muster-Bilanz	Netzbezug			PV-Anlage mit Speicher			Eigenverbrauch		Rest-Netzbezug			Überschusseinspeisung				Einsparg.	Ausgaben	Volleinspeisung	Einsparg.	Ausgaben	Bilanz EV-VV
	MWh/a	ct/kWh	T€/a	kWp	MWh/a	kWh	MWh/a		MWh/a	T€/a		MWh/a	ct/kWh	T€/a	T€/a	T€/a	T€/a	ct/kWh	T€/a	T€/a	T€/a
Istzustand	380	23	87	280	258	240	187	72%	193	44,4	51%	71	6,43	-43,0	-4,6	-48	40	10,15	-26,2	-21,4	66
+WP	440	22	97	370	341	480	228	67%	212	46,6	48%	113	6,37	-50,2	-7,2	-57	39	9,97	-34,0	-23,4	73
+WP+BEV	590	21	124	600	553	720	345	62%	245	51,5	42%	208	6,31	-72,5	-13,1	-86	38	9,34	-51,6	-33,9	90

Volleinspeisung

Vergütung (§ 48 Abs. 2 EEG 2023, ab 01. 01.2023)						
PVA bis	kWp	10	40	100	400	1.000
Voll-ES fix	ct/kWh	13,00	10,90	10,90	DV	DV
Voll-ES DV	ct/kWh	13,40	11,30	11,30	9,40	8,10

effektive min. Vergütung						
PVA	kWp	10	40	100	400	1.000
Voll-ES fix	ct/kWh	13,00	11,43	11,11		
Voll-ES DV	ct/kWh	13,40	11,83	11,51	9,93	8,83

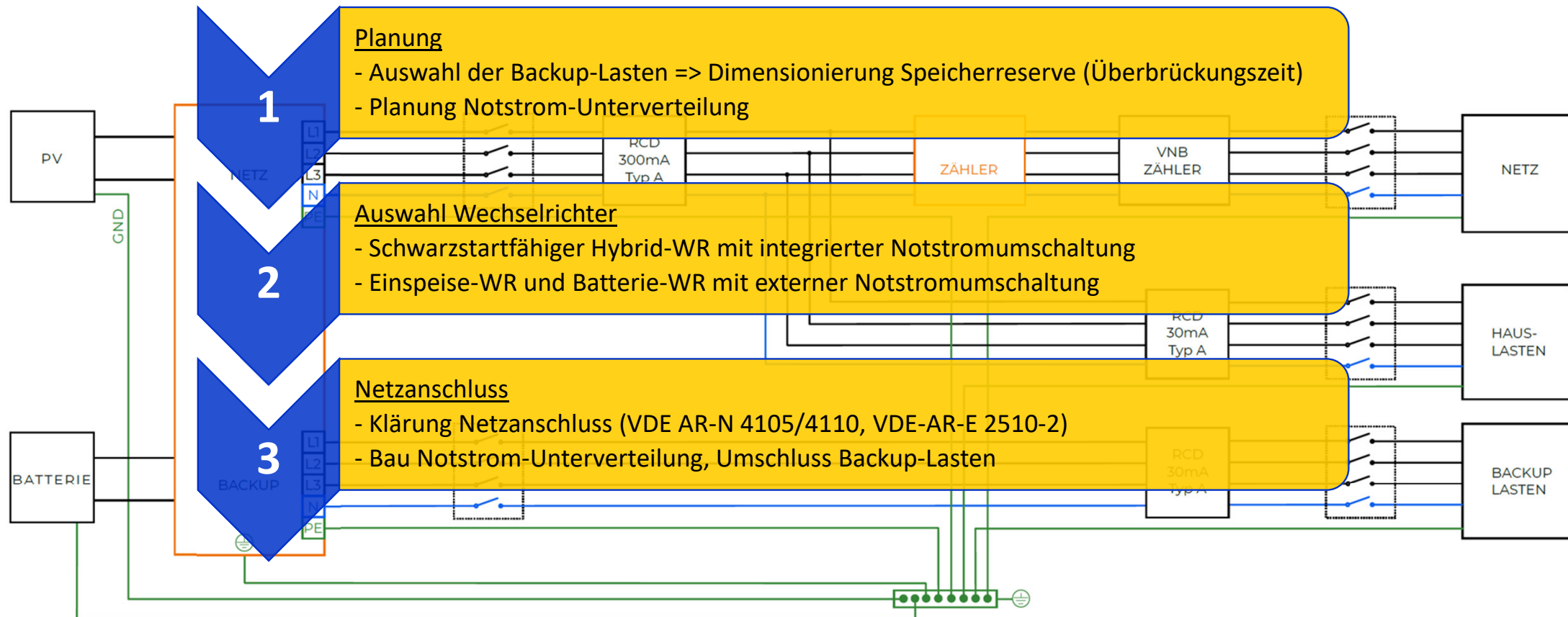
Verbrauch: 110.000
Standby-Verb



- Fazit:**
- Eigenverbrauch i.d.R wirtschaftlicher als Volleinspeisung (Wechsel jederzeit möglich => Planung/Ausführung Netzanschluss beachten)
 - Weitere Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch steigende Strompreise, Erhöhung des Eigenverbrauchs durch Lastmanagement und Speicherung

Die richtige Anlage für mein Firmendach – Planung von PV-Anlagen auf Gewerbedächern inkl. Speicher

Not- bzw. Ersatzstromversorgung mit PV-Anlagen



Stammtisch: Strom vom eigenen Firmendach



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Lassen Sie uns jetzt gemeinsam Handeln,
unsere Kinder werden uns dankbar sein.



Ing.-Büro für Energiemanagement

Dipl.-Ing. Thomas Voßberg

tel +49 (0) 38207 7676 7

fax +49 (0) 38207 7676 8

büro D-18059 Ziesendorf, Am Fliederberg 26

mobil +49 (0) 1575 8523786

e mail post@ib-em-tv.de

Die richtige Anlage für mein Firmendach

Planung von PV-Anlagen auf
Gewerbedächern inkl. Speicher