



Workshop 1: «Photovoltaik auf Haltestellen- & Perrondächer»




Markus Allenspach, SOB
Rolf Frömcke, BVB
André Guidi, BLS
Marcel Reinhard, SBB

VöV-Forum Nachhaltige Energie.
20. November 2024

Agenda

- Ausgangslage (20')
 - Regulatorische Vorgaben
 - Geschäftsmodelle für PV-Anlagen
 - Technische Rahmenbedingungen
- Best Practice Beispiele (30')
 - PV auf Perrondach Herisau (SOB)
 - PV-Anlage auf Normwartehalle der Basler Verkehrs-Betriebe (BVB)
 - PV-Perrondach mit Kunststoff-Aufständerung in Menznau (BLS)
- World Café (30')
- Abschluss (5')

Ziele des WS «Photovoltaik auf Haltestellen- & Perrondächer»

-  Einblick in Best Practice Beispiele bei Bahn- & Busunternehmen
-  Fachlicher Austausch zu den relevanten Aspekten und Herausforderungen
-  Klären, ob für PV auf Perrondächer das Bedürfnis besteht eine Fachgruppe innerhalb der Arbeitsgruppe Nachhaltige Energie zu lancieren

Ausgangslage.

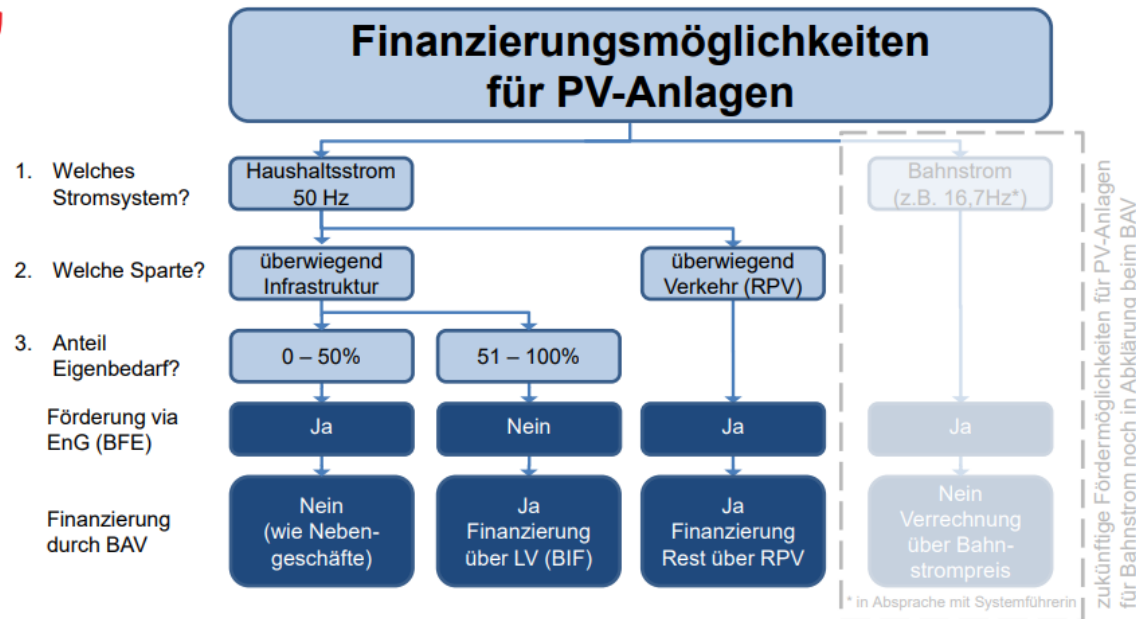


Regulatorische Vorgaben.

- PV-Pflicht (Energiegesetz (EnG), in Kraft seit Oktober 2022, revidiert per Januar 2025)
 - PV-Pflicht bei Gebäudefläche > 300 m², kantonale Pflicht auf Gebäude < 300m² erweitert werden (Art. 45a Pflicht zur Nutzung der Sonnenenergie bei Gebäuden)
 - Geeignete Infrastrukturen bundesnaher Betriebe sind solaraktiv auszurüsten. Nicht genutzte Infrastrukturflächen sind Dritten zur Nutzung zur Verfügung zu stellen (Art. 45b Nutzung der Sonnenenergie bei Infrastrukturen des Bundes)
- Weitgehend Aufhebung PGV-Pflicht für PV-Anlagen (BAV Richtlinie: Genehmigungsfreie Erstellung und Änderung von Bauten und Anlagen – [Link](#), in Kraft seit Oktober 2022)
 - Keiner Plangenehmigung bedürfen Solaranlagen auf Dächern von Eisenbahnbauten, wenn
 - sie nach Art. 32a RPV genügend angepasst sind (Mehrheit der Gebäude, Perrondächer, ...)
 - sie ins Bahnstromnetz (z.B. 16.7 Hz) einspeisen, bis zum Bahnstromnetzanschluss. Der Netzanschluss indes, bleibt Bewilligungspflichtig.
 - Weiterhin PGV-pflichtig bleiben bspw. PV-Freiflächenanlagen oder PV auf Lärmschutzwänden.
- Rahmenbedingungen für Direkteinspeisung von PV-Anlagen in Bahnstromnetz wurden durch Systemführerin festgelegt – keine Anschlusspflicht, kein Eigenverbrauch, Grenzkosten Wertigkeit Profil

Regulatorische Vorgaben.

- Finanzierungsmöglichkeiten von PV-Anlagen bei Infrastruktur abhängig des Stromeigenbedarfs:
 - Stromeigenbedarf > 50%*: Finanzierung aus BIF, jedoch keine EIV (Pronovo)
 - Stromeigenbedarf < 50%*: Keine Finanzierung aus BIF, dafür Förderberechtigt über EIV (Pronovo)



* Erreichung geforderten Anteil des Stromeigenbedarfs über Bilanzgruppe zulässig

Geschäftsmodelle für PV-Anlagen.

Finanzierungsformen und deren Vor- und Nachteile.

| Leistungsvereinbarung | PV-Contracting |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">⊕ Keine Kapitalkosten⊕ Ermöglicht wirts. Finanzierung kleiner PVA⊖ Mittelknappheit / -konkurrenz⊖ 50% Eigenverbrauchsregelung BAV⊖ Keine Pronovo-Förderung | <ul style="list-style-type: none">⊕ Keine / wenig Eigenmittel nötig⊕ Kein Risiko im PV-Anlagenbetrieb⊖ Für Kleinprojekte ungeeignet⊖ Verminderte Rendite Dachbesitzer⊖ Verbindlichkeiten gegenüber Dritten |
| Kommerziell | Flächenpacht |
| <ul style="list-style-type: none">⊕ Mittelverfügbarkeit einfacher⊕ Förderung möglich⊖ Tendenziell höhere Kapitalkosten⊖ Mittelkonkurrenz für Investitionen | <ul style="list-style-type: none">⊕ Keine / wenig Eigenmittel nötig⊕ Kein Betriebsrisiko⊖ Keine Rendite⊖ Verbindlichkeiten gegenüber Dritten |

Technische Rahmenbedingungen / Checkliste 1

Bedürfnisformulierung /Vorstudie/ Studie

Zieldefinition

- ❖ Zweck der PV Anlage (Eigenverbrauch, Einspeisung ,Beides)
- ❖ Gibt es Überlegungen für eine EVG oder einen ZEV? > Abnehmer?
- ❖ Erforderliche Leistung kWp
- ❖ Lastganganalyse 7 Tage > effektiver Eigenverbrauch Netzanschluss bzw. Zählerkreis?
- ❖ Grundsätzliche Überlegungen zur Finanzierung/ Fördermittel?

Technische Rahmenbedingungen / Checkliste 2

Bedürfnisformulierung /Vorstudie/ Studie

Standortanalyse

- ❖ Ausrichtung, Neigung und Fläche der verfügbaren Dachflächen oder Freiflächen Überprüfung von möglichen Verschattungen durch umliegende Gebäude, Bäume, etc
- ❖ Klimatische Bedingungen (Sonneneinstrahlung, Temperaturverhältnisse)
- ❖ Statik der Dachflächen (Belastbarkeit, Tragfähigkeit)
- ❖ Umgebung / Nachbarschaft sind ggf. Rechte Dritter gefährdet
- ❖ Kritische Infrastruktur vom Bahnbetrieb betroffen Fahrleitungsanlage usw.
- ❖ Allgemeine Einschätzung der Sicherheit bezüglich Bau und Betrieb der Anlage?
- ❖ Art der Anlage Aufbau/ Einbau evtl. Gründach Kombination >> Bleibt Biodiversität erhalten? Kann die Biodiversität gefördert werden?
- ❖ Anstehende Sanierungen ? Bzw. wann ist die letzte Sanierung gewesen? Sind Bauprojekte im Perimeter geplant?
- ❖ Kann die Energie bei maximaler Netzeinspeisung abgeführt werden? Ausbau Netzanschluss/ Trafostation >> Vorabklärung mit Energieversorger

Technische Rahmenbedingungen / Checkliste 3

Projektierung 1

Genehmigungen und rechtliche Rahmenbedingungen

- ❖ Prüfung ob genehmigungsfreies bauen möglich ist. >>Siehe Leitfaden Swissolar
- ❖ Gibt es mögliche Gefährdungen für den Bahnbetrieb bzw. Infrastrukturanlage ? Wenn nötig Abklärungen mit dem BAV
- ❖ Rechte Dritter gefährdet? / Anwohner wenn möglich einbeziehen
- ❖ Sind Gebäude mit Denkmalschutz bzw. Ortsbildschutz betroffen? Abklärungen mit Denkmalpflege wenn möglich einbeziehen.
- ❖ Antrag Netzanschluss bzw. detaillierte Planung mit Energieversorger vornehmen EVG, ZEV, Netzschutz bzw. Drosselung durch Energieversorger.

Technische Rahmenbedingungen / Checkliste 4

Projektierung 2

Finanzierungsmodel/ Wirtschaftliche Planung

- ❖ Ermittlung der Investitionskosten
- ❖ Müssen die Leistungen ausgeschrieben werden? >> Prüfung Schwellwerte Böb/VöB
- ❖ Rentabilitätsberechnung
- ❖ Finanzierungsmodelle (Infrastrukturfonds, Eigenmittel, Fremdkapital usw.)
- ❖ Berechnung der Einsparungen und Erträge als Teil der Rentabilitätsberechnung

Technische Rahmenbedingungen/ Checkliste 5

Projektierung 3

Technische Planung

- ❖ Planungsmandat prüfen falls das Technische Know/ How nicht zu Verfügung steht.
- ❖ Aufbau- bzw. Montagesystems passend zur Montagefläche unter Berücksichtigung der Statik auswählen. >>> Die Auswahl ist unendlich Gross
- ❖ Dachlayout erstellen und Modulgrösse bestimmen
- ❖ Definition und Auswahl des Absturzsystems für Bau und Betrieb. >> Entwurf eines Instandhaltungskonzepts
- ❖ Auswahl der PV Module, Glas/Glas , Folienlaminat, Rahmen, Wirkungsgrad, Bifacial, Rahmenlos, Reflexion , Hagelschutz, Farbe, Halbzellen, Leistungsgarantie, Nachhaltigkeit, Diese Aufzählung ist nicht abschliessend und muss sehr gut geprüft und passend zum Projekt gewählt werden.
- ❖ Erstellung eines Blitz- und Überspannungsschutzkonzepts
- ❖ Verkabelungskonzept DC/ AC Anordnung und Anzahl der Wechselrichter > Gibt es spezielle Verschattungssituationen? > Anzahl MPP Tracker ?
- ❖ Auswahl des/ der Wechselrichter ggf. Hybridwechselrichter.
- ❖ Falls in die Lösung gemäss Rentabilitätsberechnung einen Speicher verlangt Anordnung und Auswahl der Speicherlösung
- ❖ Gegebenenfalls Definition oder Einbindung der Ladeinfrastruktur. >> Kompatibilität Wechselrichter bzw. Speicherlösung
- ❖ Technische Optimierung Eigenverbrauch >> Verbrauch der Energieproduktion anpassen > Kühlräume, Warmwasseraufbereitung, HLK usw.
- ❖ Monitoring /Fernüberwachungslösung definieren. Ist bereits eine Monitoringlösung vorhanden?

Technische Rahmenbedingungen / Checkliste 6

Ausführung

- ❖ Prüfung der Zugänglichkeit für Montagearbeiten (z.B. Dachtragfähigkeit, Freifläche, Aufstellung)
- ❖ Überprüfung Bauablauf/ Synergien bzw. Konflikte weitere Gewerke
- ❖ Installationsplatz vorbereiten / Anlieferung und Sicherung des Installationmaterial
- ❖ Gerüste und Sicherheitsinstalltionen anbringen >> SUVA Merblatt
- ❖ Prüfung der Witterung 5 Tagesprognose
- ❖ Vorbereitung Montagegrund
- ❖ Installation Montagesystem
- ❖ Modulmontage stecken der DC Verbindungen
- ❖ Prüfung der elektrischen Sicherheit (z.B. Isolationswiderstand, Erdung, Schutzmaßnahmen)
- ❖ Inbetriebnahme Anlage / Plausibilitätsprüfung der Produktionsleistung (Soll-Ist Vergleich) über 7 Tage mit mind. einem Sonnentag
- ❖ Abschlussarbeiten Dach bei erfolgreicher Prüfung der Anlage
- ❖ Abnahme und Mängelbehebung
- ❖ Rückbau Montagehilfen und Gerüst

Technische Rahmenbedingungen / Checkliste 7

Betrieb

- **Überwachung der Anlagensysteme**
 - ❖ Nutzung von Monitoring-Systemen zur Überwachung der Leistung und Funktionsweise
 - ❖ Analyse der Performance-Daten zur Früherkennung von Fehlern oder Leistungsverlusten
- **Wartung**
 - ❖ Regelmäßige Wartungsintervalle (Inspektion der Module, Reinigung bei Bedarf, Überprüfung des Wechselrichters)
 - ❖ Überprüfung der Verkabelung und elektrischen Sicherheit
 - ❖ Technische Nachjustierungen bei Bedarf (z.B. Firmware-Updates des Wechselrichters)
- **Versicherung**
 - ❖ Versicherung der PV-Anlage gegen mögliche Schäden (z.B. Feuer, Diebstahl, Vandalismus)
 - ❖ Haftpflichtversicherung im Falle von Betriebsfehlern oder Schäden
- **Dokumentation der gesamten Planung und Ausführung**
 - ❖ Erstellung eines umfassenden Abschlussberichts, der alle technischen und wirtschaftlichen Aspekte umfasst
 - ❖ Bereitstellung aller relevanten Zertifikate, Normen, Abnahmen und Prüfberichte
- **Finanzielle Dokumentation**
 - ❖ Dokumentation der Investitionskosten, laufenden Betriebskosten und Einsparungen
 - ❖ Erstellung eines Finanzplans zur Überwachung der Rentabilität und Amortisation
- **Performance-Optimierung**
 - ❖ Identifikation von Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz der PV-Anlage (z.B. durch Software-Optimierung oder Hardware-Anpassungen)
 - ❖ Berücksichtigung zukünftiger Erweiterungen oder Integrationen von Speichertechnologien
- **Regelmäßige Systemüberprüfung**
 - ❖ Durchführung regelmäßiger Überprüfungen zur Sicherstellung, dass die Anlage weiterhin die gewünschten Leistungen erbringt
 - ❖ Anpassung an neue gesetzliche oder technische Anforderungen (z.B. neue Einspeisevergütung, Netzintegration)

A photograph of a tram at a modern station during sunset. The tram is white with a red overlay on the left side. The station has a glass and metal structure with benches. The sun is low on the horizon, casting long shadows. The tram has the number 3006 visible on its side.

Best Practice Beispiele.

PV auf Perrondach Herisau (Markus Allenspach, SOB)

Bsp. Reflexionsstudie

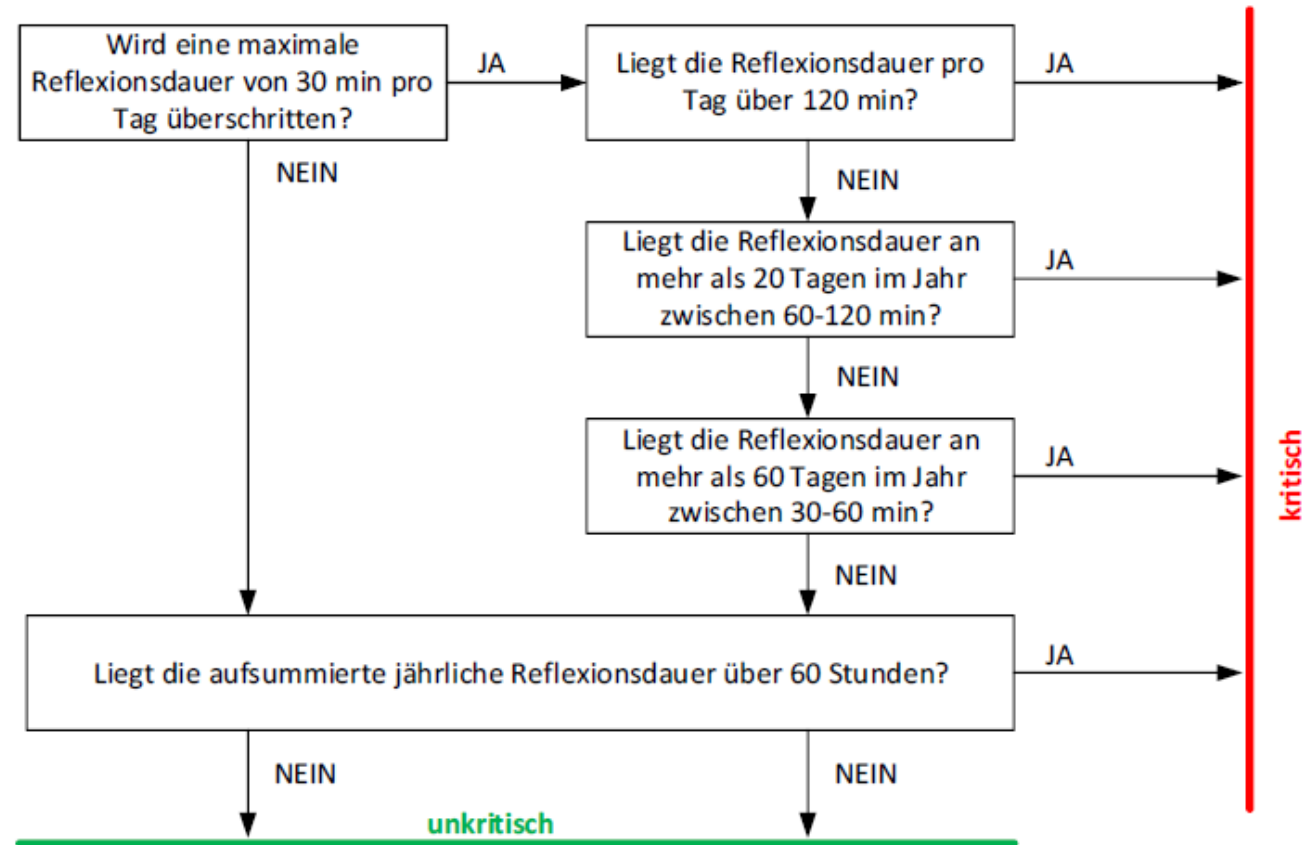


Abb. 5 Einschätzung Reflexionen nach dem Leitfaden für Solaranlagen von Swissolar

PV auf Perrondach Variante Aufständering 90 Grad



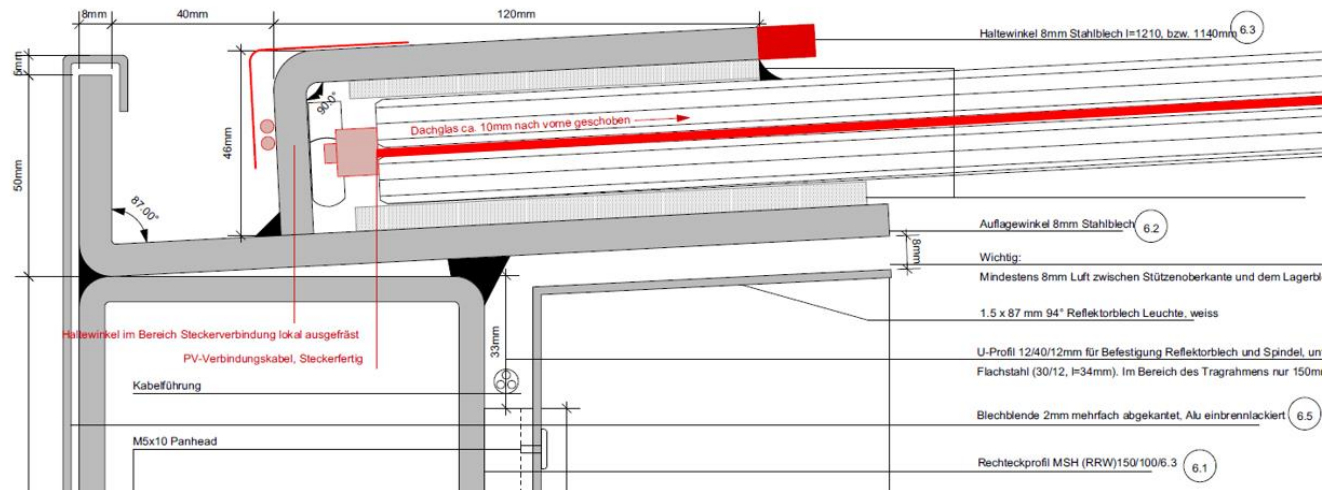
PV-Anlage auf Normwartehalle der Basler Verkehrs-Betriebe (Rolf Frömcke, BVB)



PV-Anlage auf Normwartehalle der Basler Verkehrs-Betriebe (Rolf Frömcke, BVB)

Allgemeine Informationen

- 1.3kWp PV-Anlage
- Einbau der Solarzellen zwischen Glasdächern
- Technik im Sockel der Wartehalle



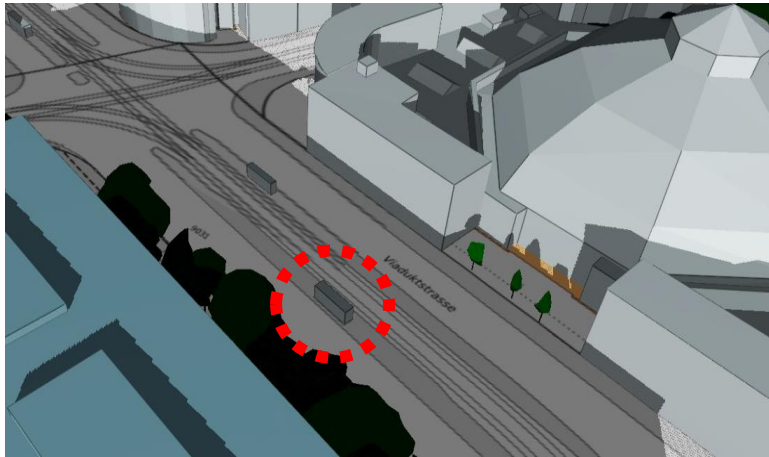
PV-Anlage auf Normwartehalle der Basler Verkehrs-Betriebe (Rolf Frömcke, BVB)

Besonderheiten

- Keine optimale Ausrichtung (Neigung der Dachfläche)
- Starke Beschattung in den Wintermonaten (Oktober - März)

Beispiel: 1. Dezember

10:00 Uhr



12:00 Uhr



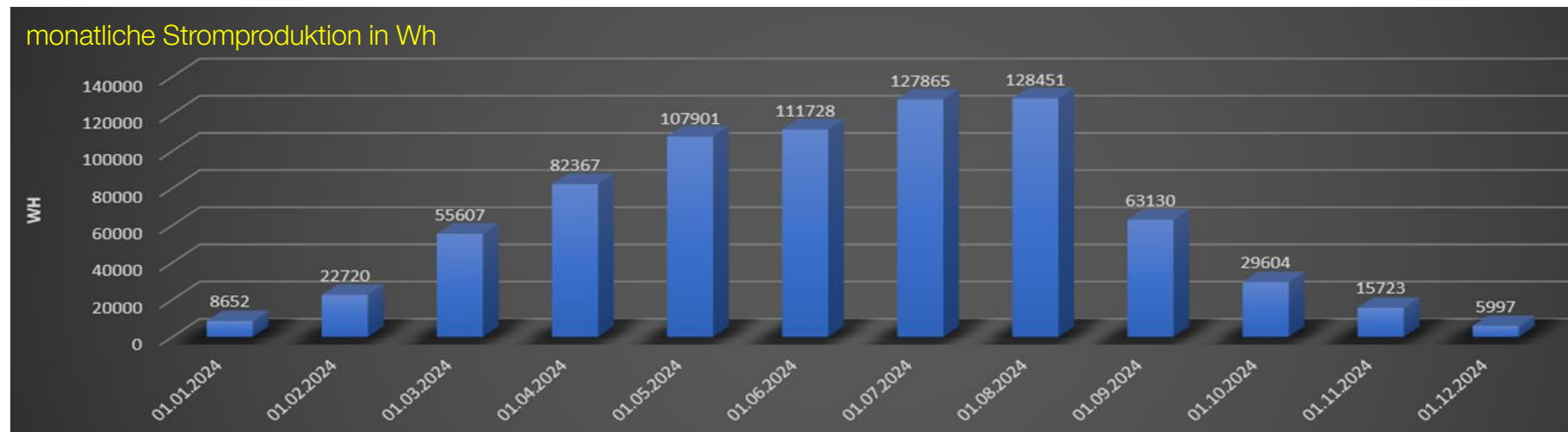
15:00 Uhr



PV-Anlage auf Normwartehalle der Basler Verkehrs-Betriebe (Rolf Frömcke, BVB)

Ertrag / Kosten

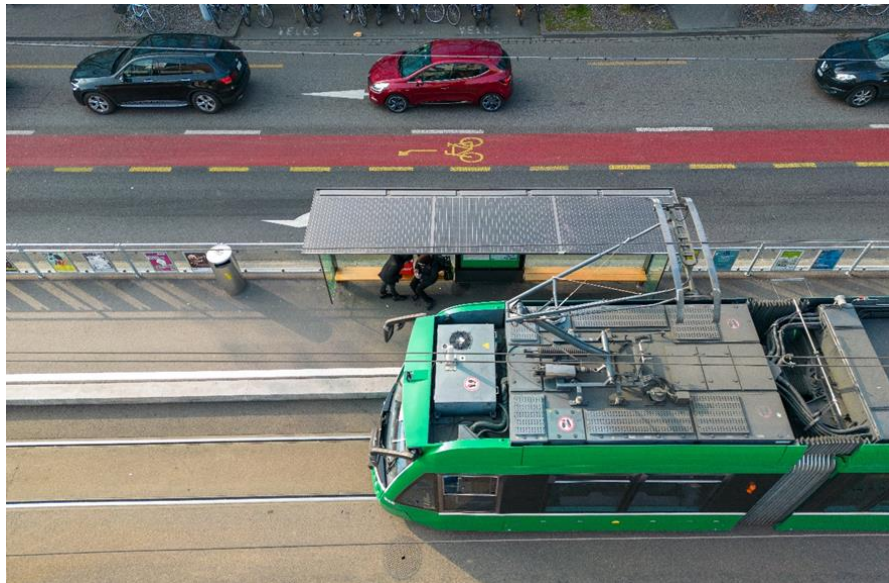
- Ertrag: 875 kWh pro Jahr
- Performance Ratio: 65%
- Gesamtkostenbetrachtung ergibt ein jährliches Defizit von rund CHF 300.-



PV-Anlage auf Normwartehalle der Basler Verkehrs-Betriebe (Rolf Frömcke, BVB)

Ergebnis

- Investitionskostenanteil für Individualisierte Bauform viel zu hoch
- Anlage kann nicht kostendeckend betrieben werden



PV-Perrondach mit Kunststoff-Aufständerung in Menznau (André Guidi, BLS)

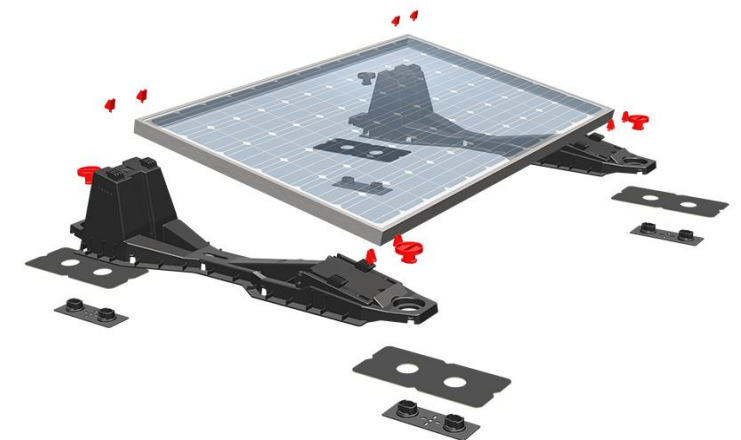


© Matthias Abplanalp, BLS

PV-Perrondach mit Kunststoff-Aufständerung in Menznau (André Guidi, BLS)

Allgemeine Informationen

- 34.4kWp PV-Anlage
- Wechselrichter im Technikgebäude neben Perron
- Realisierung mit Kunststoff-Unterkonstruktion (Fa. Bauder)
 - Grundplatte direkt auf das PVC-Dach aufgeschweisst
 - Installation mit Bajonettverschluss
 - Gewicht 5kg / Stk., Material Polypropylen (PP)
 - Installation Ost / West, Neigungswinkel 12°
 - Installation und Systemgarantie durch Dachdecker



PV-Perrondach mit Kunststoff-Aufständerung in Menznau (André Guidi, BLS)

Rahmenbedingungen

- Vorgaben Dachdecker: Maximalalter Dach 4-6 Jahre
- Kompatibilität sicherstellen (Dachfolie, Bitumen)
- Lebensdauer Unterkonstruktion min. 30 Jahre
- Aufpassfeld Nähe Bahnstrom – Einbezug Bahnstrommeister
- Für die Bauphase ist eine Absperrung zur Fahrleitung notwendig (SiWä bis installiert)
- Absturzsicherung notwendig (für Bau + Inspektionen)
- Erdung nicht notwendig, da keine leitenden Elemente zum Dach
- Kontrolle der Schweisspunkte 1x Jahr -> Synergienutzung Inspektion Absturzsich.

PV-Perrondach mit Kunststoff-Aufständerung in Menznau (André Guidi, BLS)

Lessons Learnt

- Bauen wie auch Unterhalt auf einem Perrondach per se eine Herausforderung!
- Einbezug durch Bahnstrommeister hat sich bewährt
- Zusammenarbeit Solateur + Dachdecker als Rahmenbedingung
- Für die Verschweissung der UK muss das Dach trocken sein
- Beim Bau von Perrondächer künftig (grosszügige) Kabeldurchführungen (Leerrohre / Steigleitungen) vorsehen

PV-Perrondach mit Kunststoff-Aufständerung in Menznau (André Guidi, BLS)



© Matthias Abplanalp, BLS



Workshop – World Café.

Themen des World Café und «Betreuung»



Regulatorische Vorgaben und Bewilligung (Marcel Reinhard, SBB)



Finanzierung und Wirtschaftlichkeit (David Knechtli, SBB)



Technik, Bau und Betrieb
(André Guidi, BLS; Markus Allenspach, SOB, Michael Keller, SBB)

Abschluss.

- Zusammenfassung der paar wichtigsten Erkenntnisse aus den Ständen
- Wollen wir zu Photovoltaik auf Perrondächer eine Fachgruppe innerhalb der Arbeitsgruppe Nachhaltige Energie lancieren?
 - Ziel: Fachaustausch (Erfahrungen, Grundlagen, ...) und Intensivierung Zusammenarbeit für PV-Ausbau auf Perrondächer
 - 2 Meetings pro Jahr
 - Standort Bern und/oder Zürich; Hybrid
 - Organisation durch Michael Keller (SBB) und André Guidi (BLS)

A close-up photograph of a person's hand holding a red reusable coffee cup with an orange lid. The person is positioned by a window, looking out at a blurred cityscape. The scene is brightly lit by natural light, creating a warm and professional atmosphere. The text 'Vielen Dank für Ihre aktive Teilnahme am Workshop.' is overlaid in white, sans-serif font across the center of the image.

Vielen Dank für Ihre aktive
Teilnahme am Workshop.