

Zusammenschlüsse zum Eigenverbrauch (ZEV)

ZEV (ehemals «EVG»)

Technische Grundlagen



11. April 2019 , Prof. Dominique-Stephan Kunz



Prof. Dominique-Stephan Kunz

Dipl. El. Ing. (HTL)

dominique.kunz@fhwn.ch

- Forschungsschwerpunkte
 - Digitales planen, bauen und betreiben von Gebäuden
 - Internet of Things im Gebäude
 - Energieeffizienter Gebäudebetrieb
- Dozent für technische Gebäudesysteme
 - Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
 - Datenkommunikation
 - Gebäudeautomation und Heimautomation
 - Betriebsoptimierung
 - Frequenzumrichter
- Nebenamtlicher Dozent an der ABB HF
- Nebenamtlicher Dozent beim VSE EEB
- Experte Schweizer Jugend forscht
- Experte EFZ Elektroniker BS/BL

Antwort auf folgende Frage:

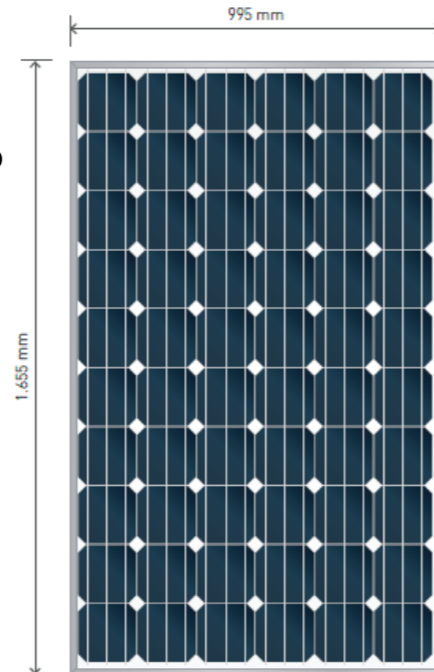
Warum sollte man eine **gute Beratung, Planung und Dienstleistung** bei Umsetzung eines **ZEV** beanspruchen?

Photovoltaik (PV), als erneuerbarer Stromlieferant

EnV Energieverordnung 730.01:

Art15: Der **Zusammenschluss zum Eigenverbrauch** ist zulässig, sofern die **Produktionsleistung** der Anlage oder der Anlagen bei mindestens **10 Prozent** der **Anschlussleistung** des Zusammenschlusses liegt.

- PV-Panel in Wattpeak
 - Effizienz 17 bis 20%
 - 285Wpeak
 - 1.64m²



Quelle: AXSun Solar

Haus	Absicherung	Anschlussleistung / kW		Anzahl Module / Stück	Fläche / m ²
			davon 10%		
EFH	3x25A	17.25	1.725	7	9.9
EFH/MFH	3x40A	27.6	2.76	10	15.9
MFH	3x63A	43.47	4.347	16	25.0
...	3x80A	55.2	5.52	20	31.8
...	3x100A	69	6.9	25	39.7
...	3x160A	110.4	11.04	39	63.6
...	3x250A	172.5	17.25	61	99.4
...	3x315A	217.35	21.735	77	125.2

Die Anforderung für einen ZEV sind technisch leicht erreichbar.

Eigenverbrauch

$$\text{Autarkiegrad} = \frac{\text{Eigenverbrauch} \quad \text{▨}}{\text{Gesamtverbrauch} \quad \text{■} + \text{▨}}$$

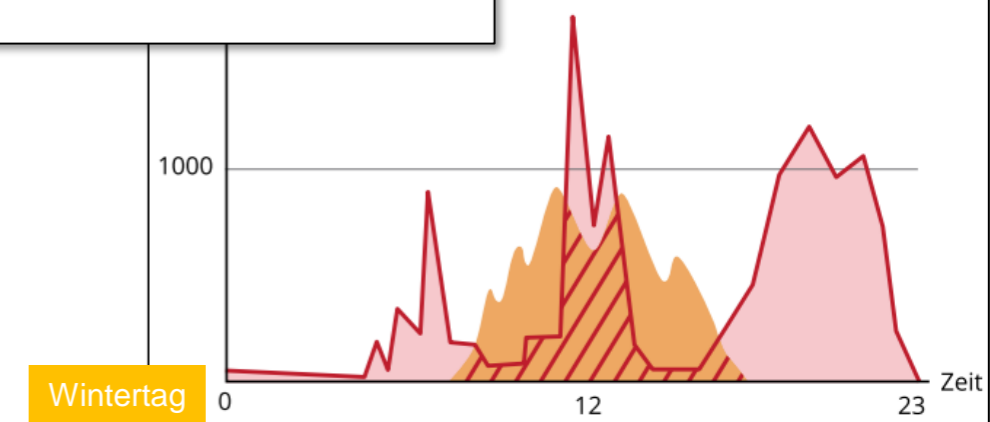
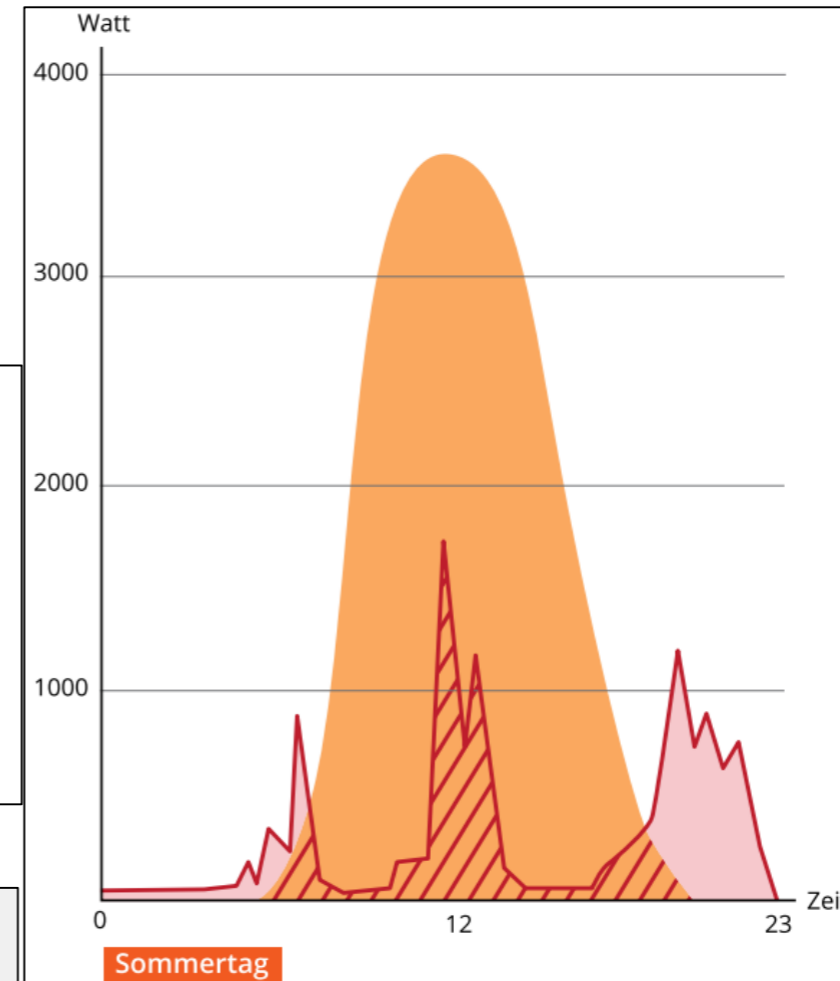
oder auch Eigenbedarfsdeckung,

Bedeutet: Wie unabhängig bin ich vom Netz.

$$\text{Eigenverbrauchsanteil} = \frac{\text{Eigenverbrauch} \quad \text{▨}}{\text{erzeugter Solarstrom} \quad \text{■}}$$

Bedeutet: Wie gut nutze ich meine PV Anlage aus?

Ein nicht sehr sinnvolle Kennzahl



Quelle: EnergieSchweiz-Broschuere-Solarstrom_Eigenverbrauch_optimieren

Eigenverbrauch: 3 Hauptelemente

2. Bedarf

Bedarf mit Anreizen oder Zwangskonsum steuern

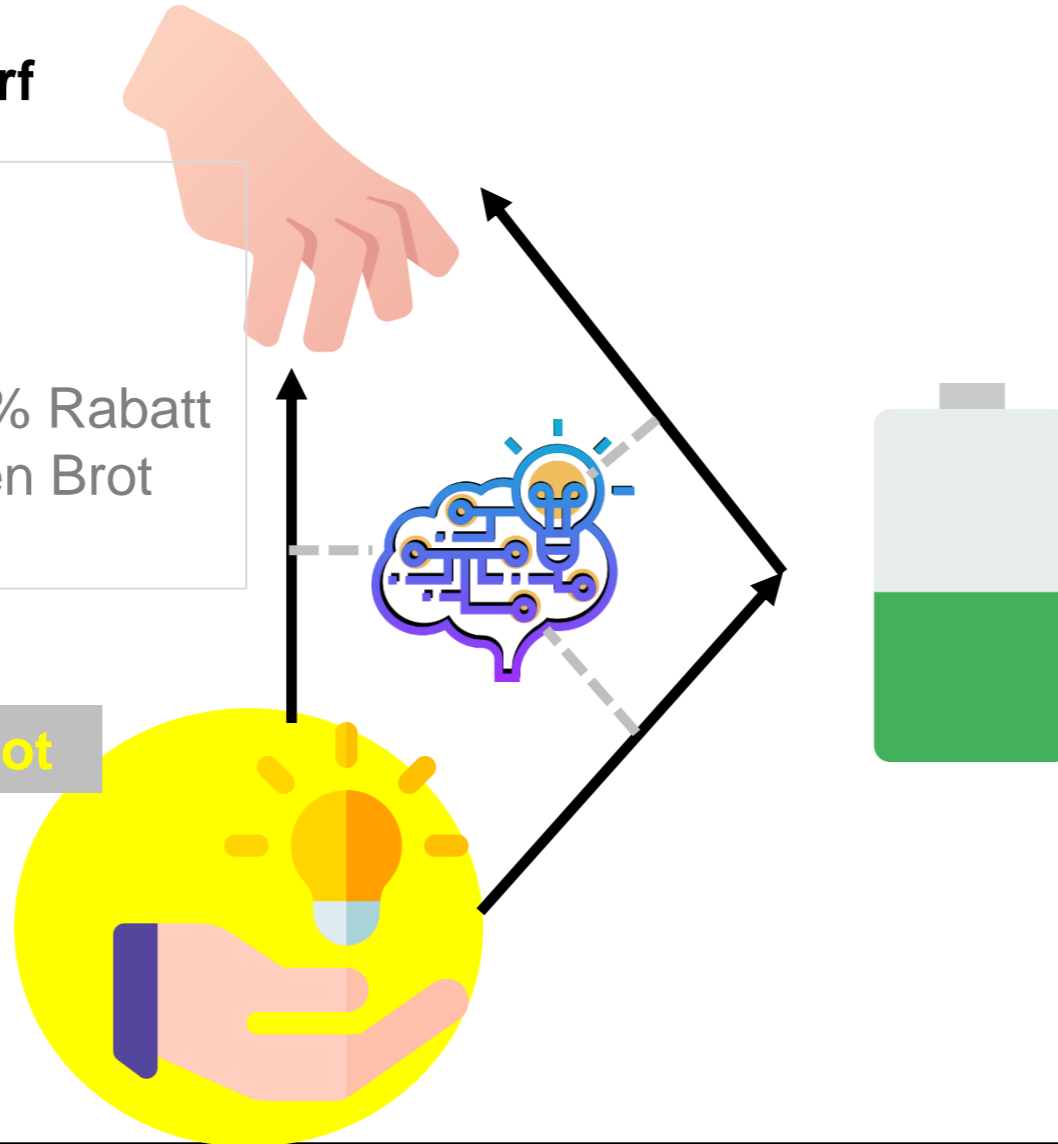
Beispiele:

- Brötchen ab 18:00 Uhr 50% Rabatt
- Jeder Soldat hat 2 scheiben Brot zu konsumieren

1. Angebot

Angebot auf Bedarfsprofil anpassen

Beispiel: Bäcker backt Brötchen auf 7:00, 9:00 und 17:00 Uhr



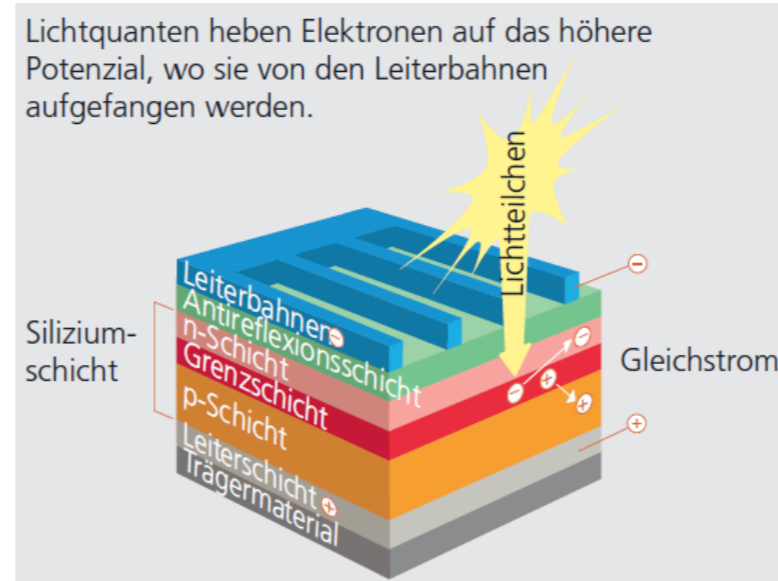
3. Speicher

Auf Vorrat legen

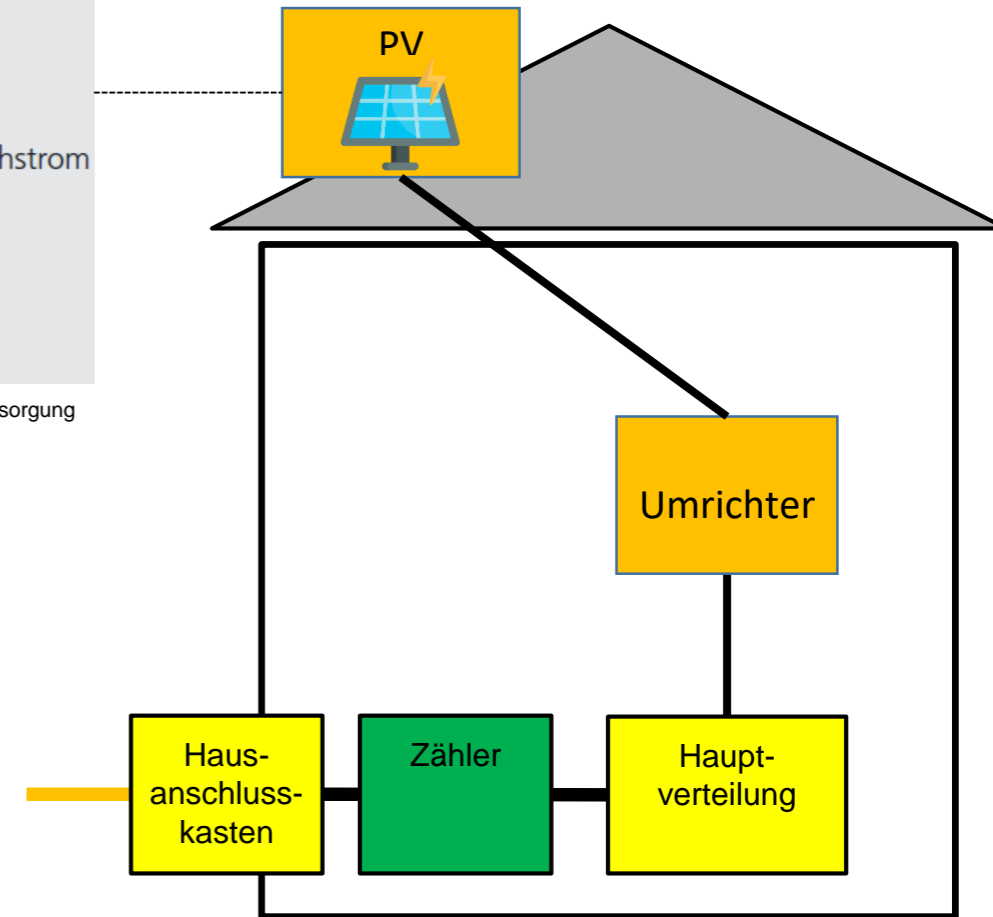
Beispiel: Brötchen werden bis 6:00 für den Tagesbedarf gebacken

Photovoltaik (PV)

- Globalstrahlung
 - Direktes Sonnenlicht
 - Indirektes Sonnenlicht
- PV Lebensdauer typisch 30 Jahre
 - Garantie typisch 15 Jahre
- Verschiedene Abmessungen
1-1.8 m²
- Verschiedene Leistungen in W_{peak}
180-280 W_p
- Umrichter

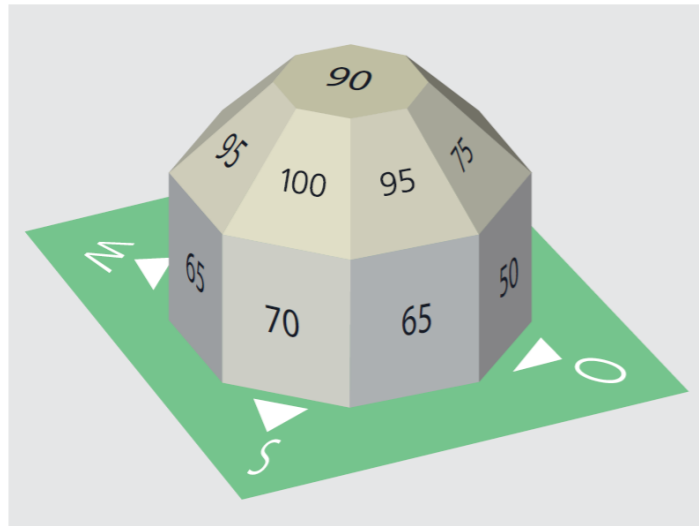


Quelle: EnergieSchweiz, Erneuerbare Energien Umweltfreundliche Versorgung

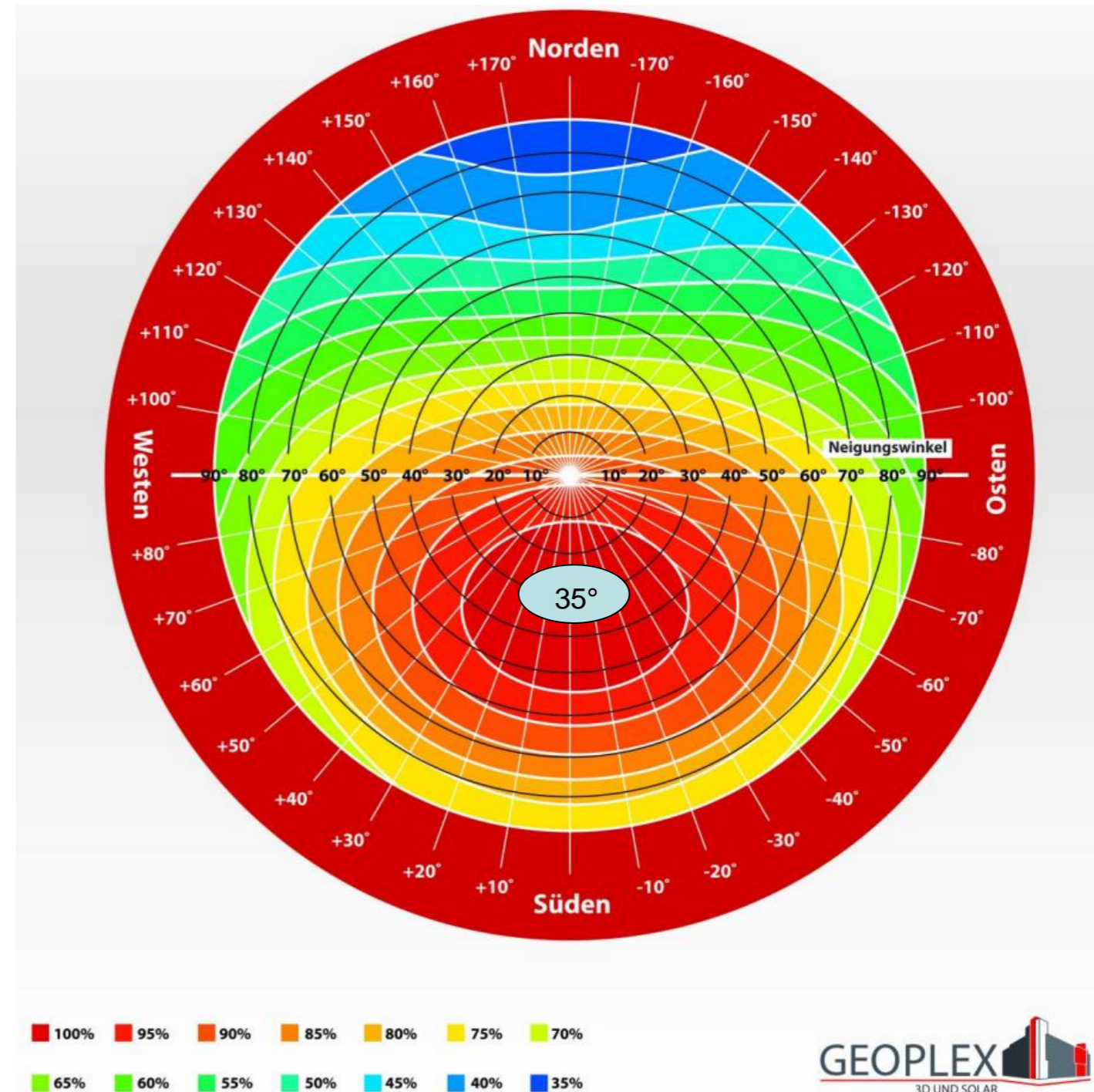


Photovoltaik (PV), Ausrichtung

- Es gibt keine «optimale» PV Panel Ausrichtung → Globalstrahlung
- Es gibt schlechtere und besser Ausrichtungen abhängig von:
 - Baulichen Gegebenheiten
 - Optimierungsziel

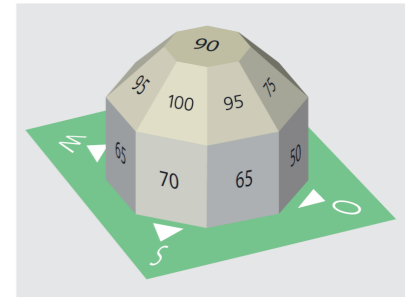


Quelle: EnergieSchweiz, Erneuerbare Energien Umweltfreundliche Versorgung



Quelle: Geoplex

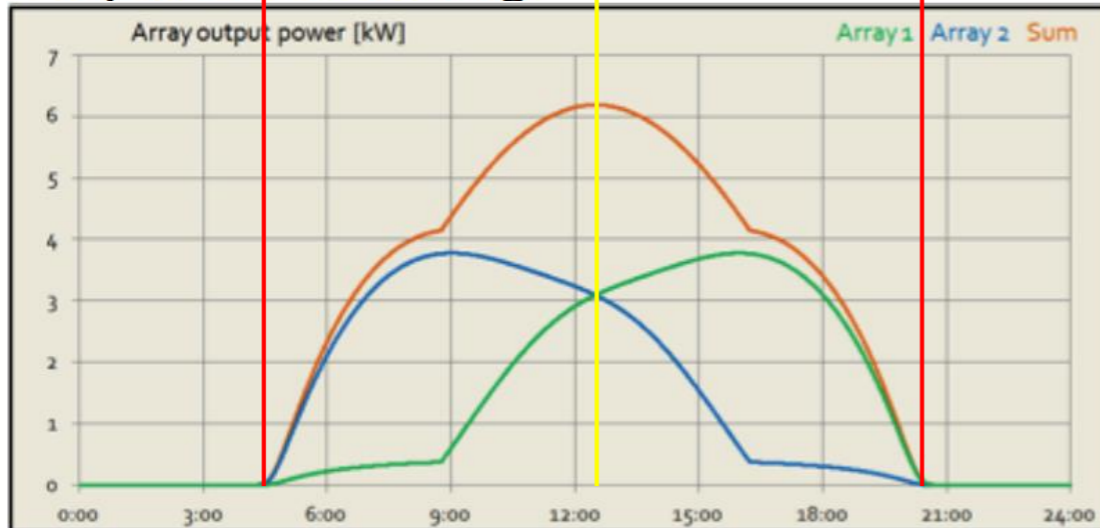
Photovoltaik (PV), Ausrichtung für Eigenverbrauchsoptimierung



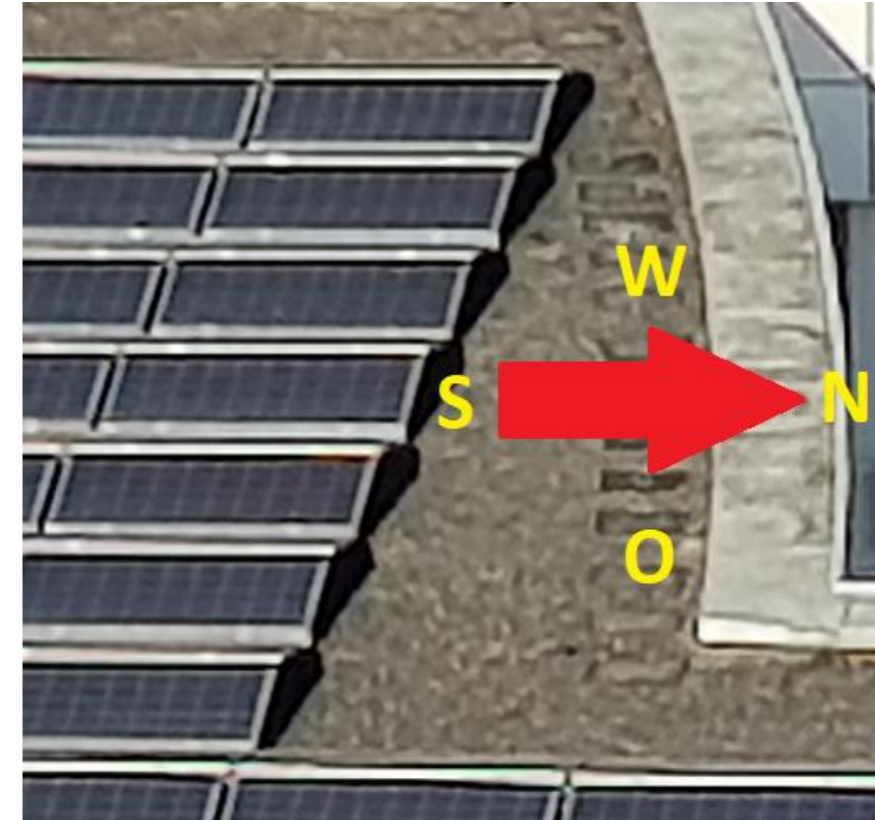
Quelle: EnergieSchweiz, Erneuerbare Energien Umweltfreundliche Versorgung



9 kWp mit Südausrichtung



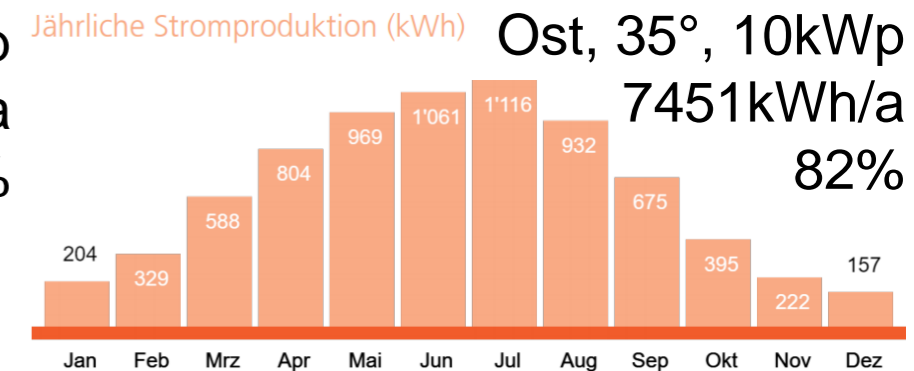
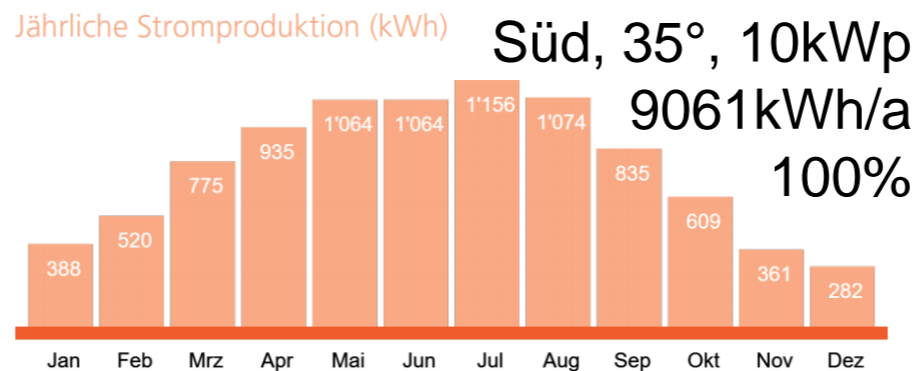
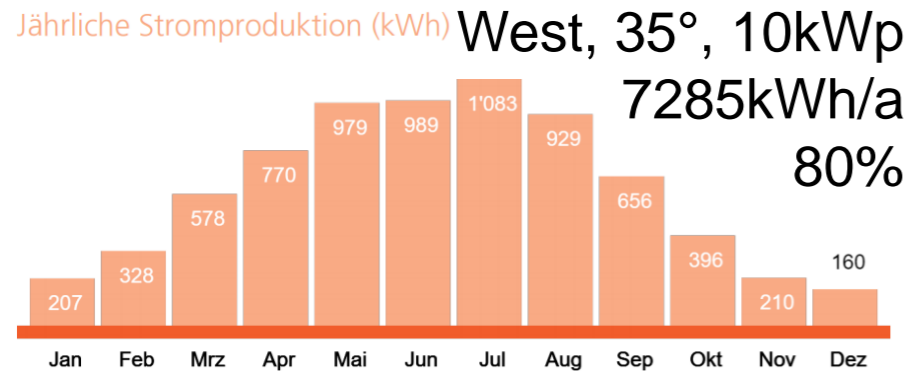
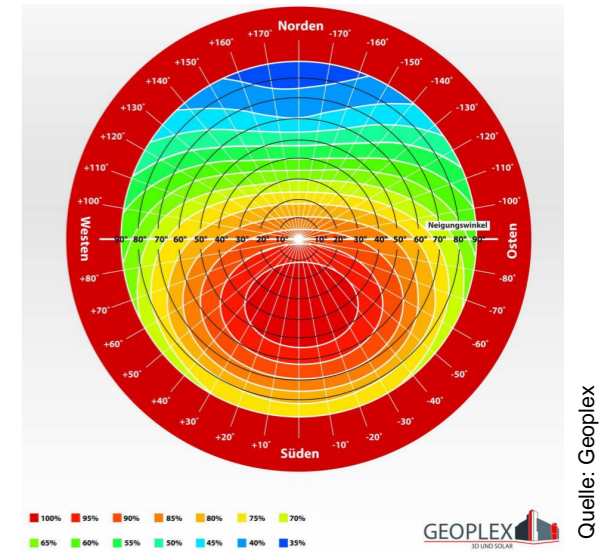
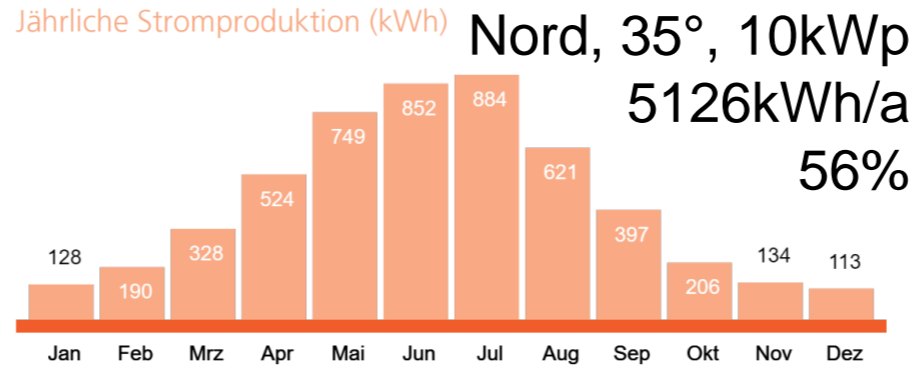
9 kWp aufgeteilt auf ein Ost-West-Dach



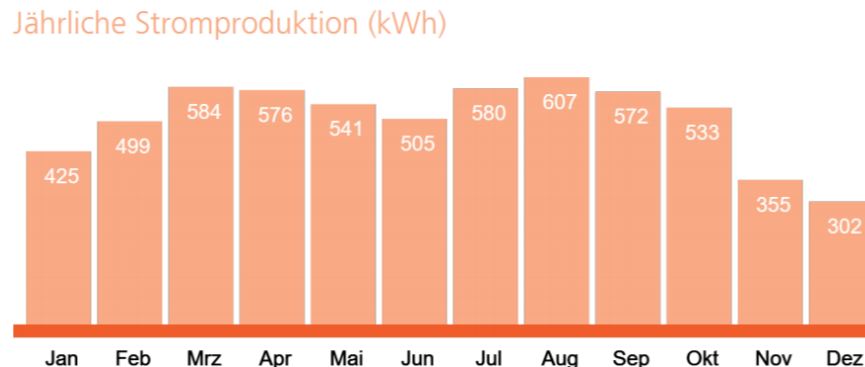
Für eine optimale Eigenverbrauchsdeckung am Tag, ist eine Ost-West Ausrichtung der PV-Panels besser als reine Süd Ausrichtung.

Photovoltaik (PV), Jahres und Monats- Erträgen

Nord, 0°, 10kWp
7834kWh/a
86%



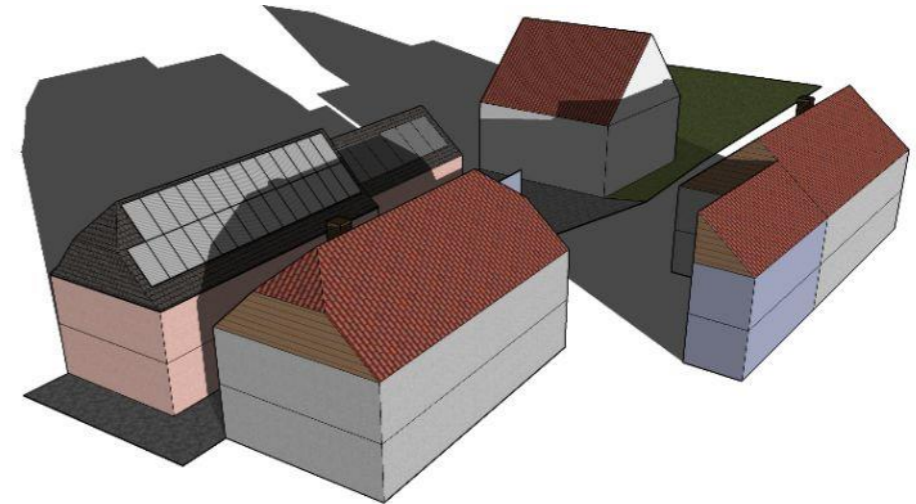
Süd, 90°, 10kWp
6078kWh/a
67%
Fassaden PV



**Bei der Jahresbetrachtung ist die
Fassaden PV auf der Südseite, für
den Eigenverbrauch, attraktiv**

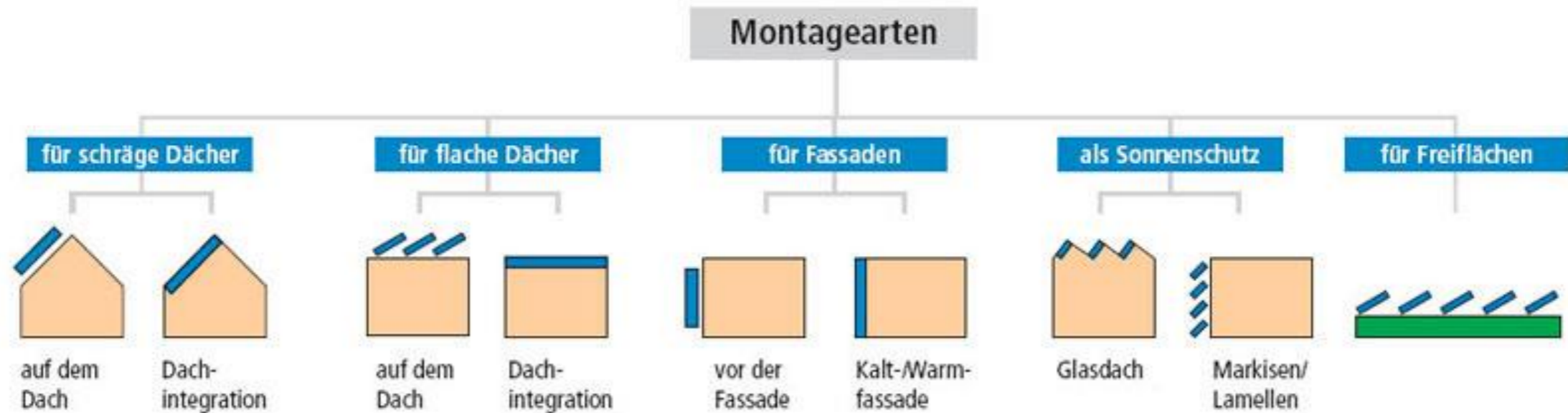
Photovoltaik (PV), Fremdverschattung im urbanen Umfeld beachten!

- PV- Ammortiationszeit 10-30 Jahre
 - Ausrichtung
 - Anordnung
 - Elektrische Verschaltung der Module



Quelle: EnergieSchweiz, Erneuerbare Energien Umweltfreundliche Versorgung

Photovoltaik (PV), Montagearten

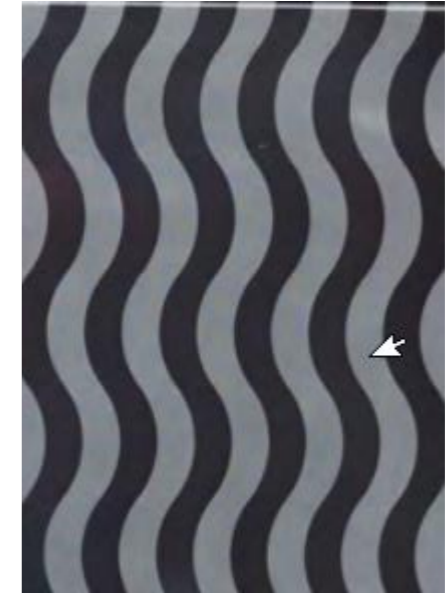
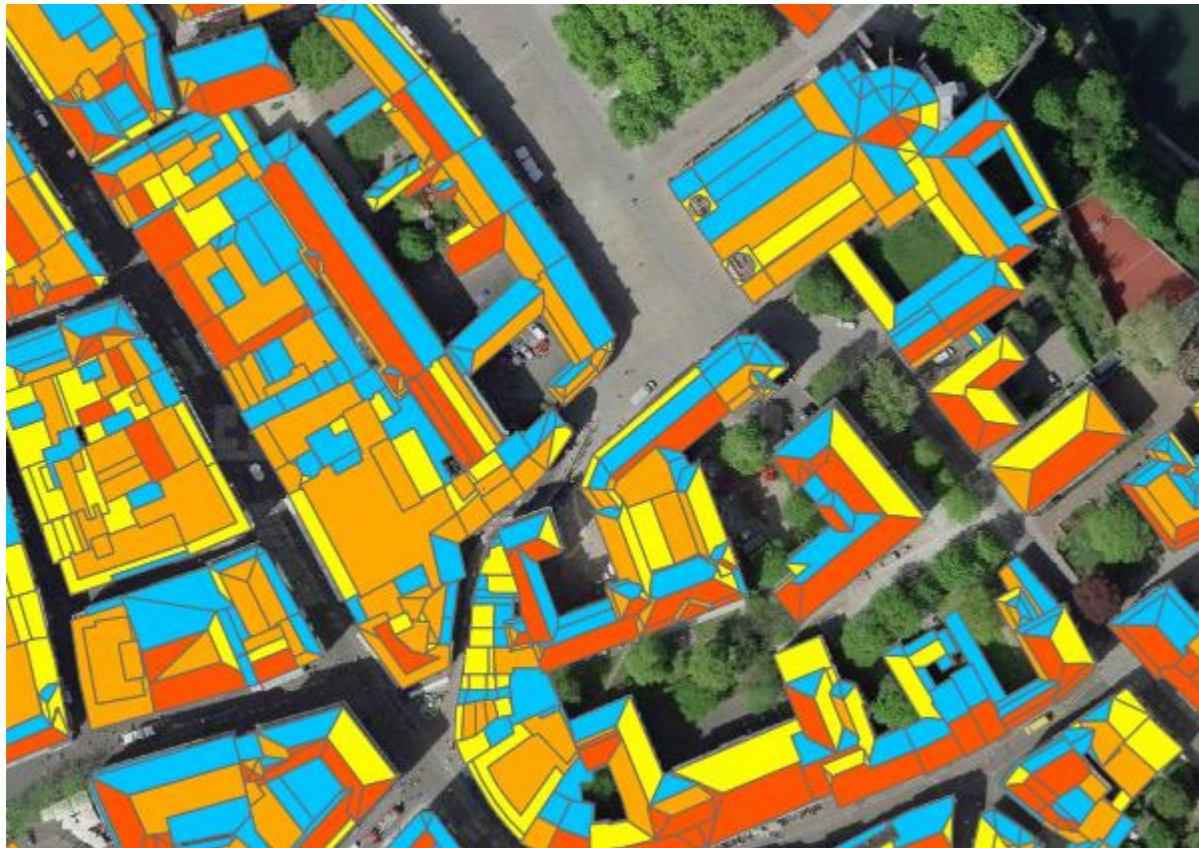


Quelle: <http://www.solarteam3.de>

Wichtig bei der Dachintegration sind die Förderbedingungen zu beachten, wann eine PV als integriert gilt!

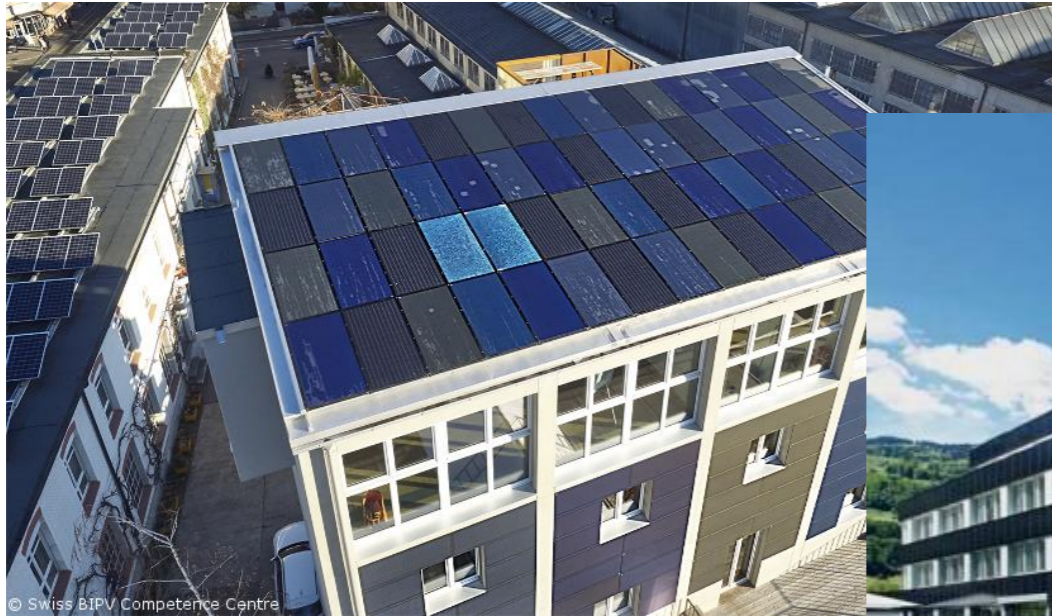
Fassaden PV

- Gestaltungselement
- Informationswerkzeug: www.sonnenfassade.ch,
ab Mitte 2019 für ganze Schweiz nutzbar.



Quelle FHNW, PVSEC 2016: «VISUAL DESIGN OF PV-MODULES – A CRUCIAL FACTOR FOR FAÇADE APPLICATION ACCEPTANCE»

Photovoltaik (PV), Beispiele



Solar Silo
Basel
PV Fassade
PV Dach

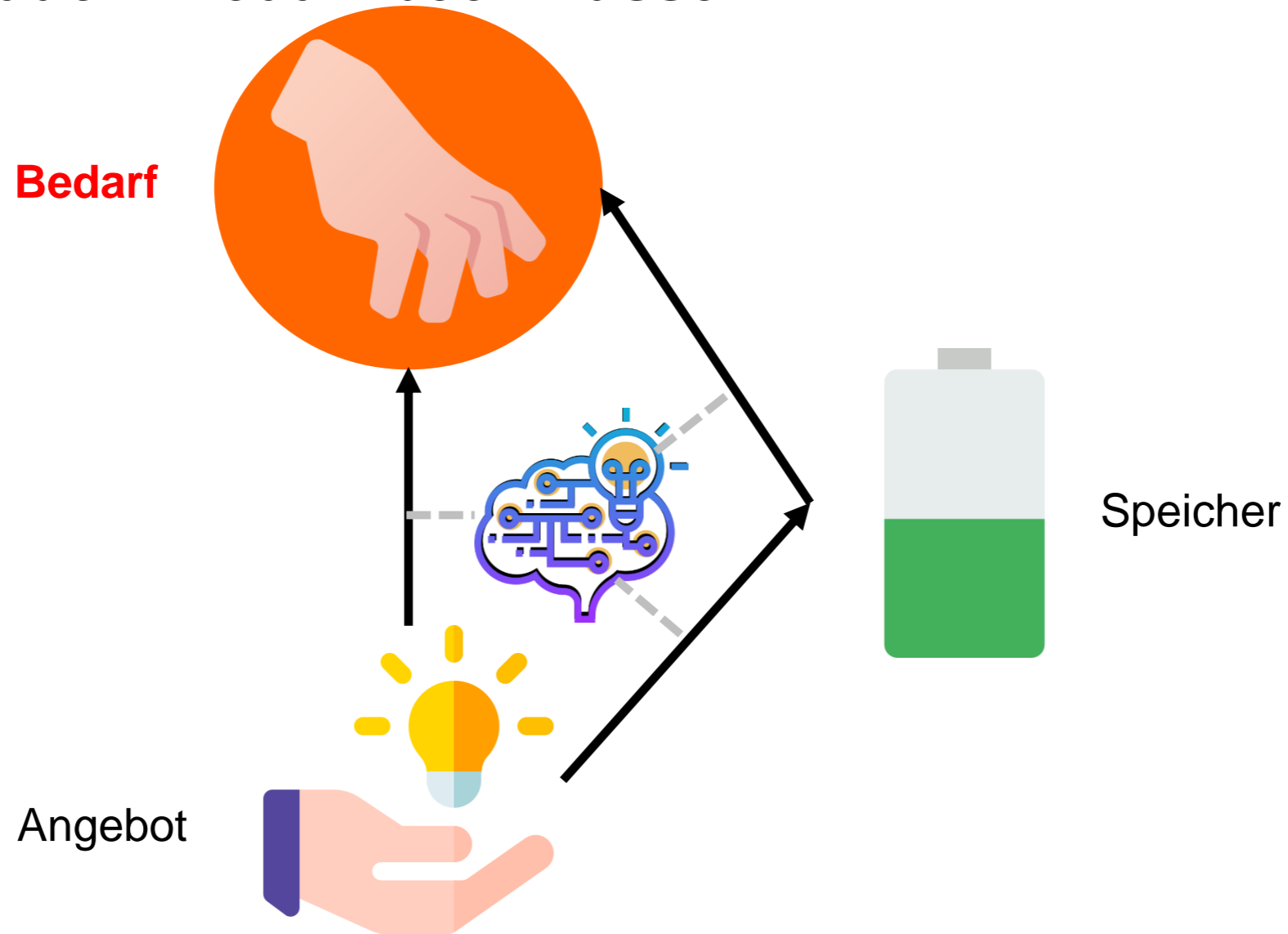


Flumroc HQ
Flums
PV Fassade
PV Dach



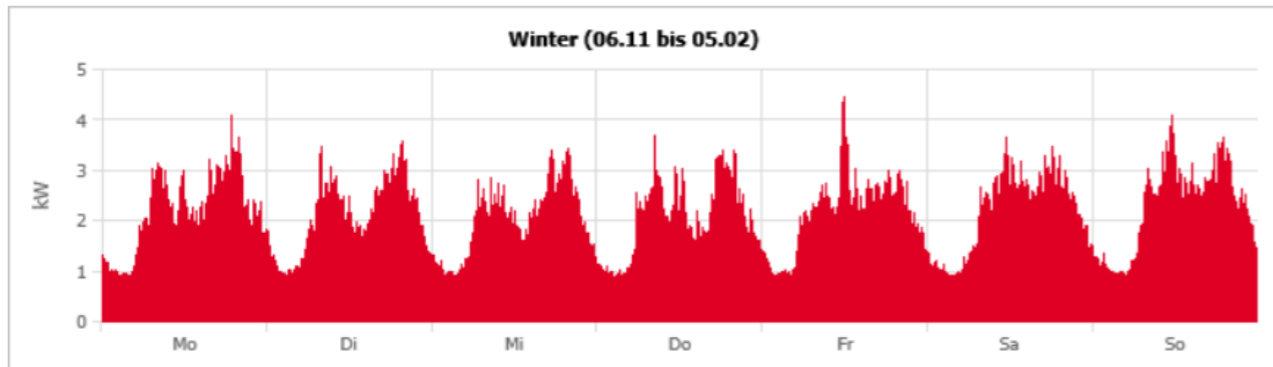
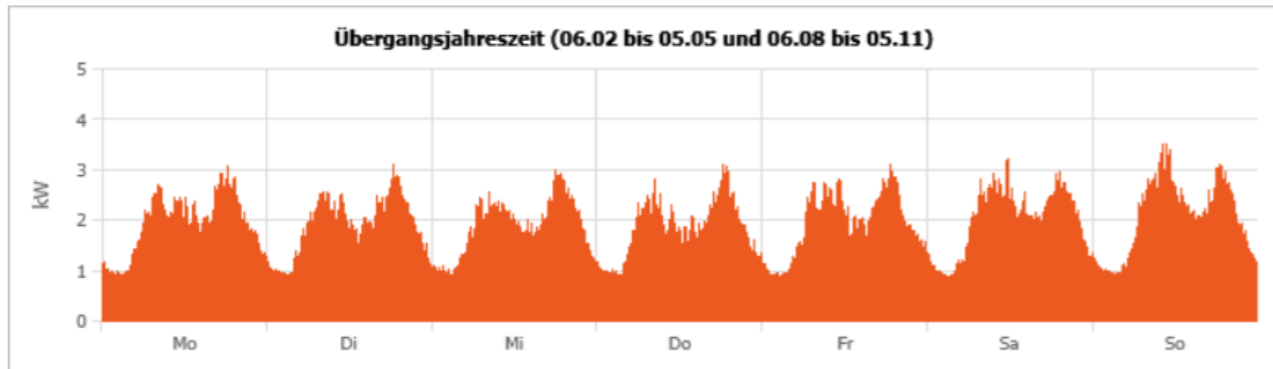
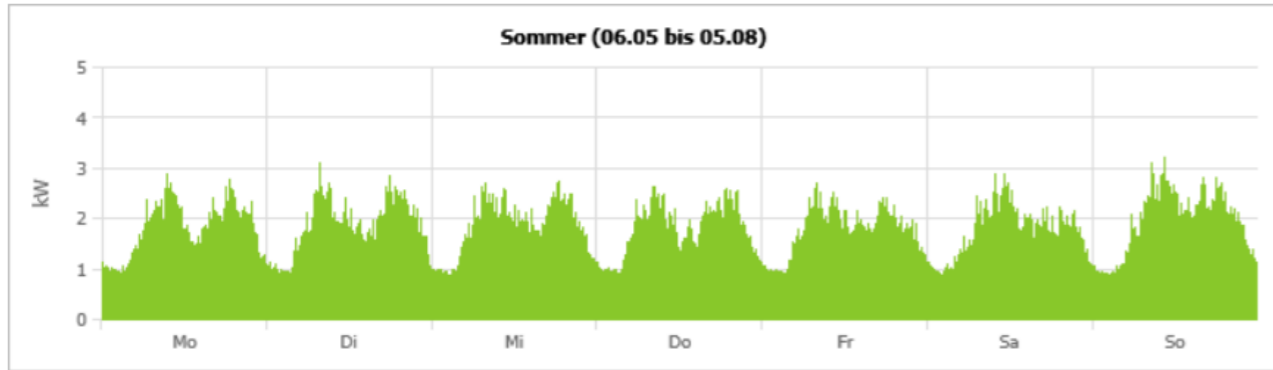
FEAT HQ
Lugano
PV Sonnenschutz

Eigenverbrauch: Bedarf beeinflussen

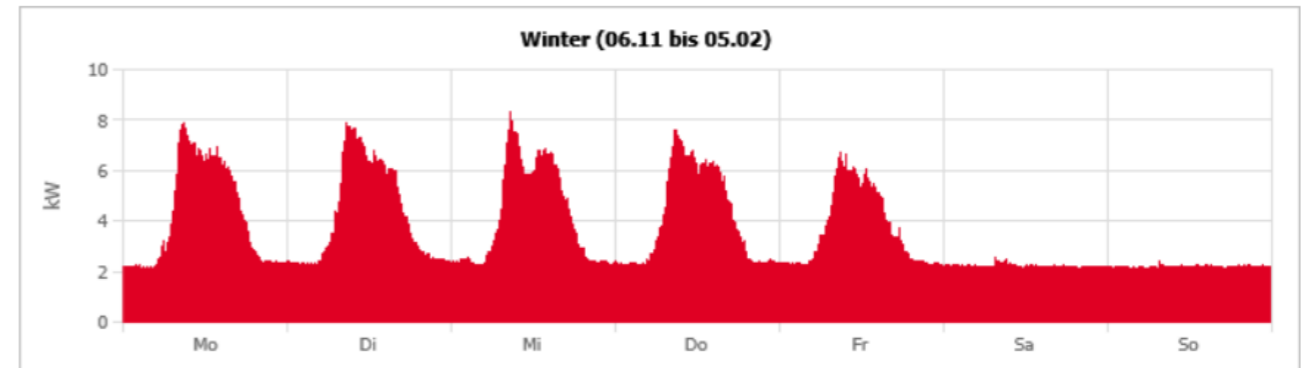
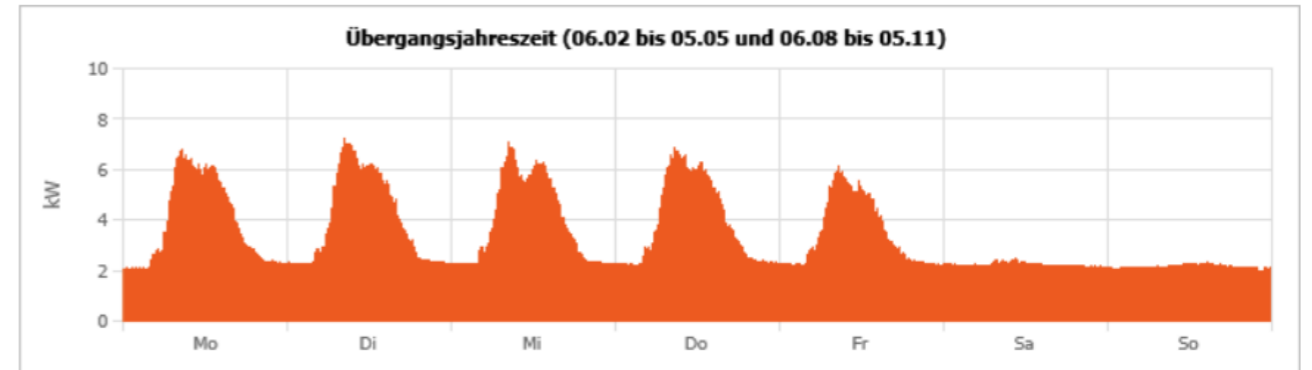
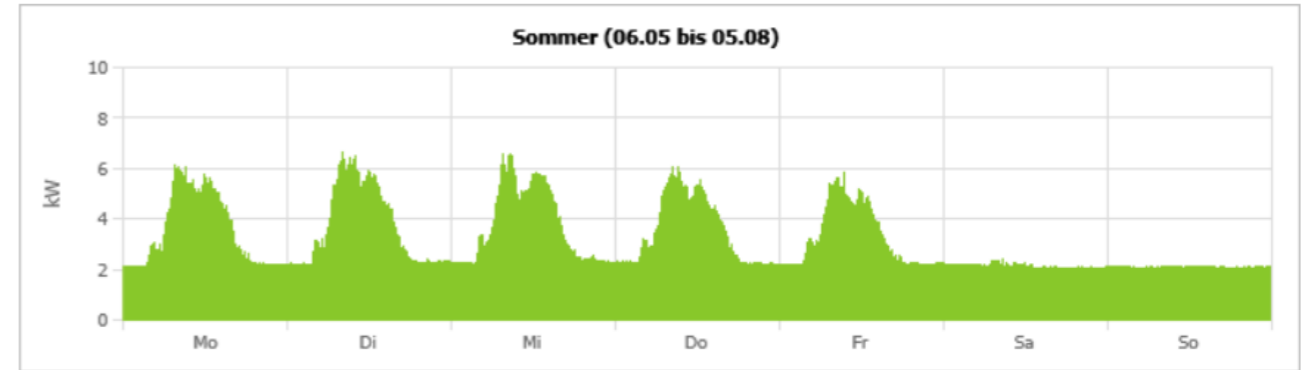


Eigenverbrauchoptimieren: Beispiele Lastprofile 1/2

Mehrfamilienhaus

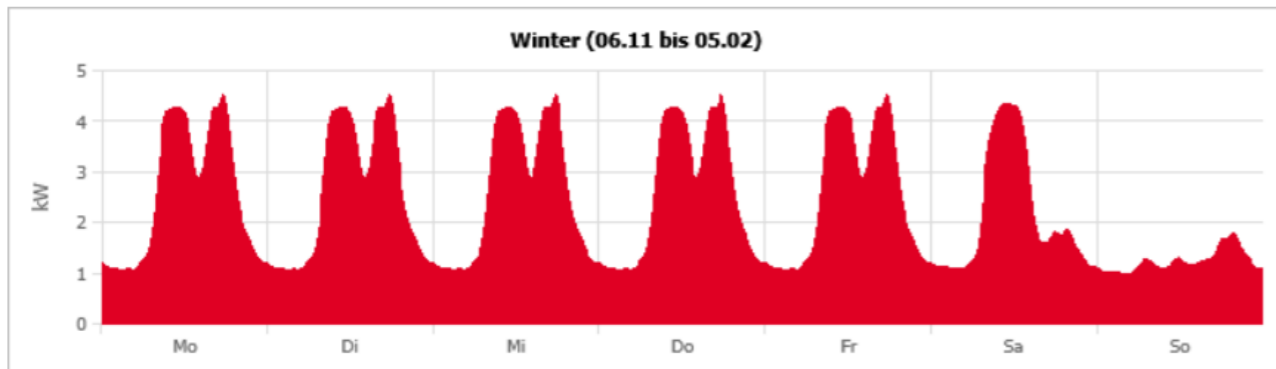
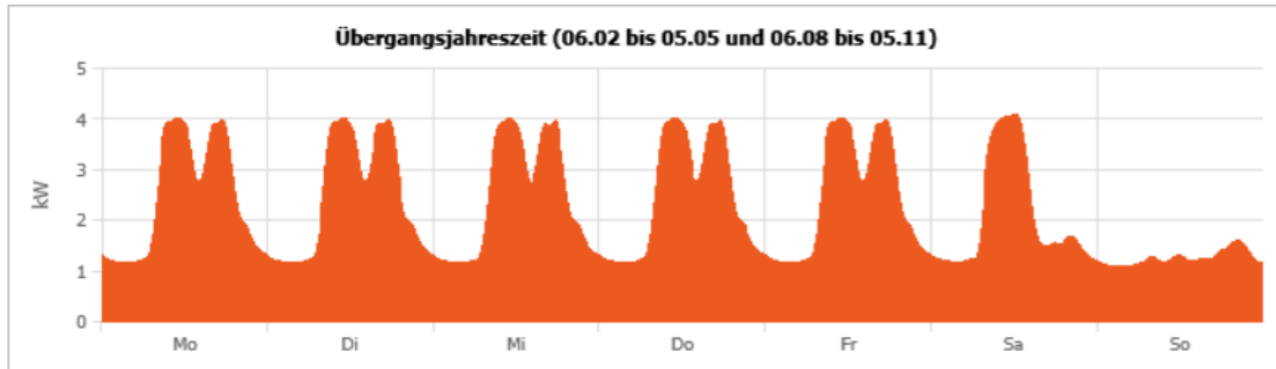
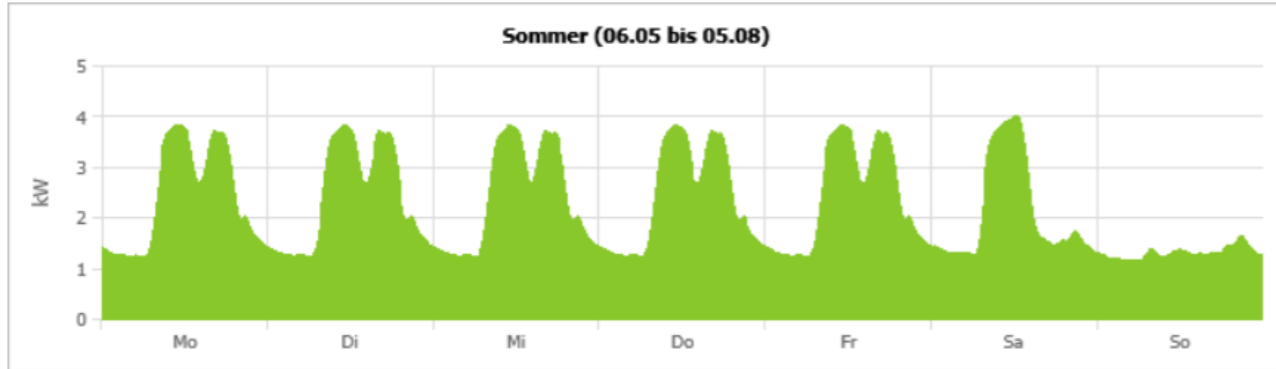


Bürogebäude

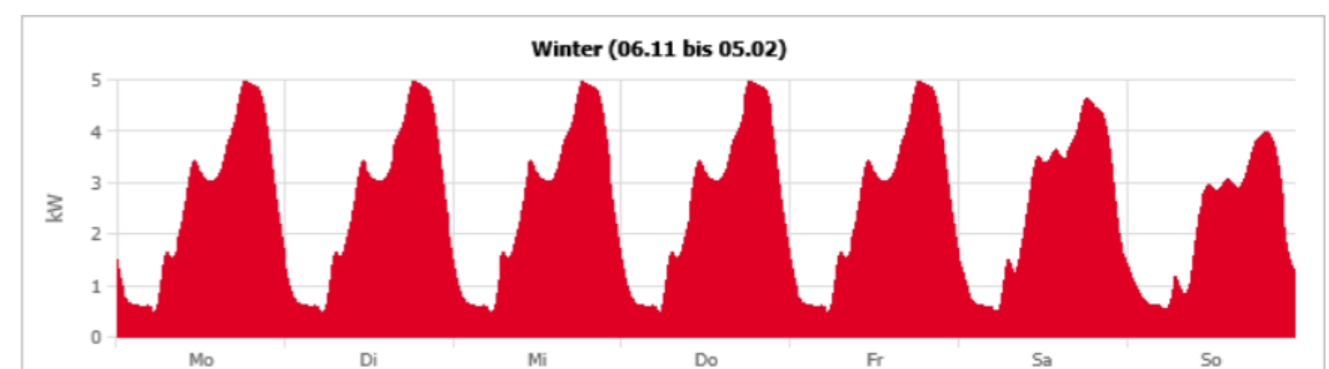
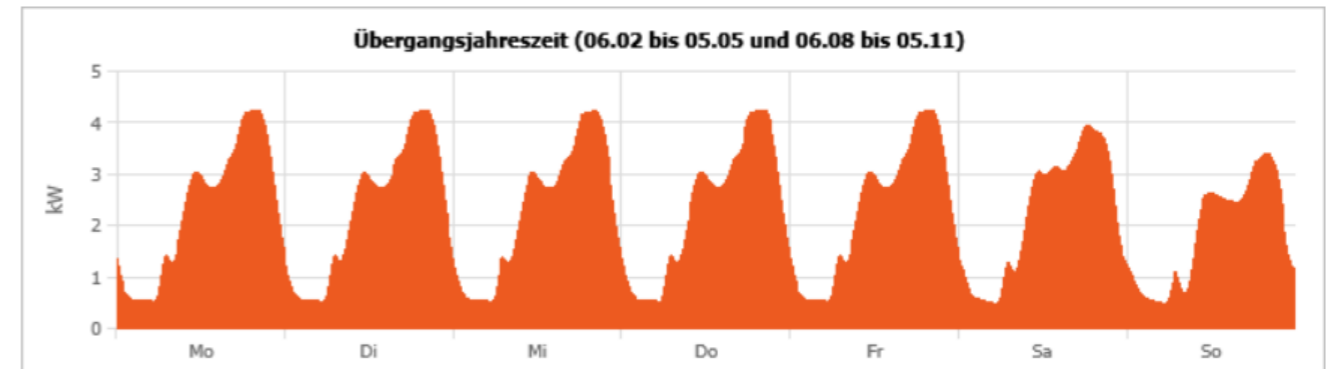
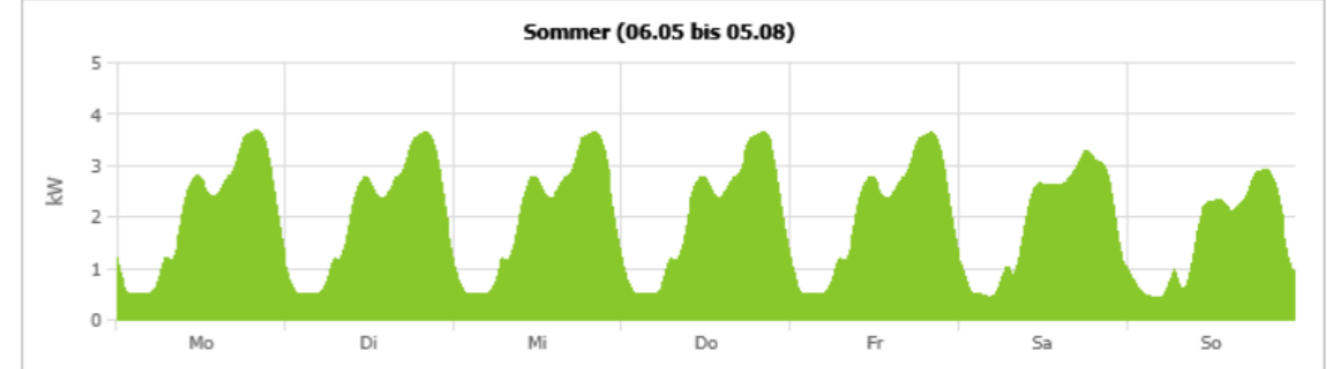


Eigenverbrauchoptimieren: Beispiele Lastprofile 2/2

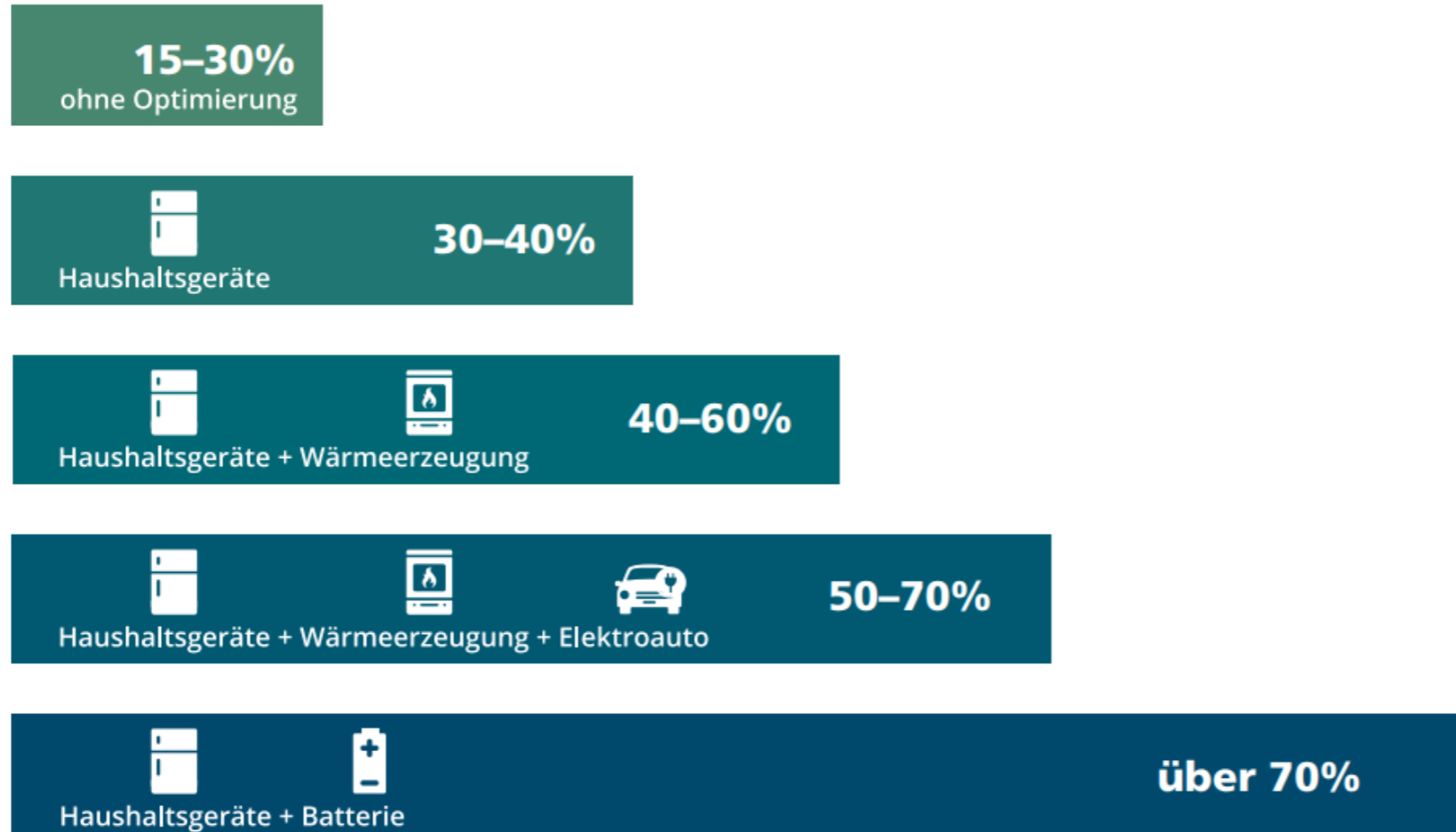
Gewerbebetrieb: Laden



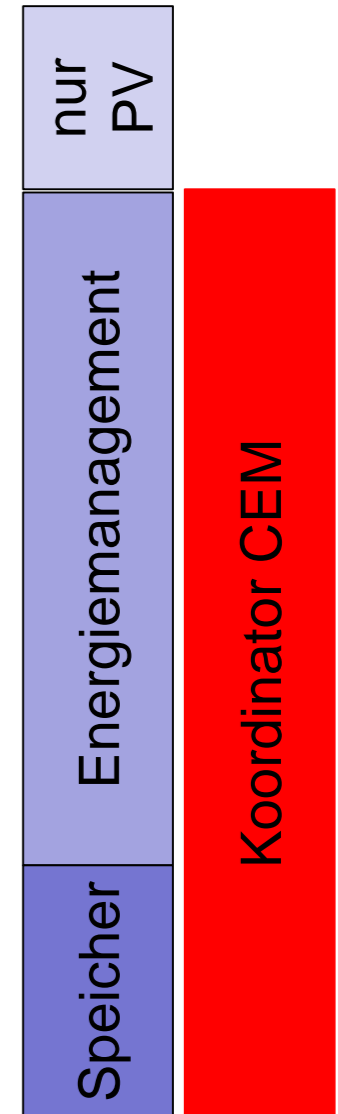
Gewerbebetrieb: Hotel, Gaststätten



Eigenverbrauchsoptimierung



Quelle: EnergieSchweiz-Broschüre-Solarstrom_Eigenverbrauch_optimieren



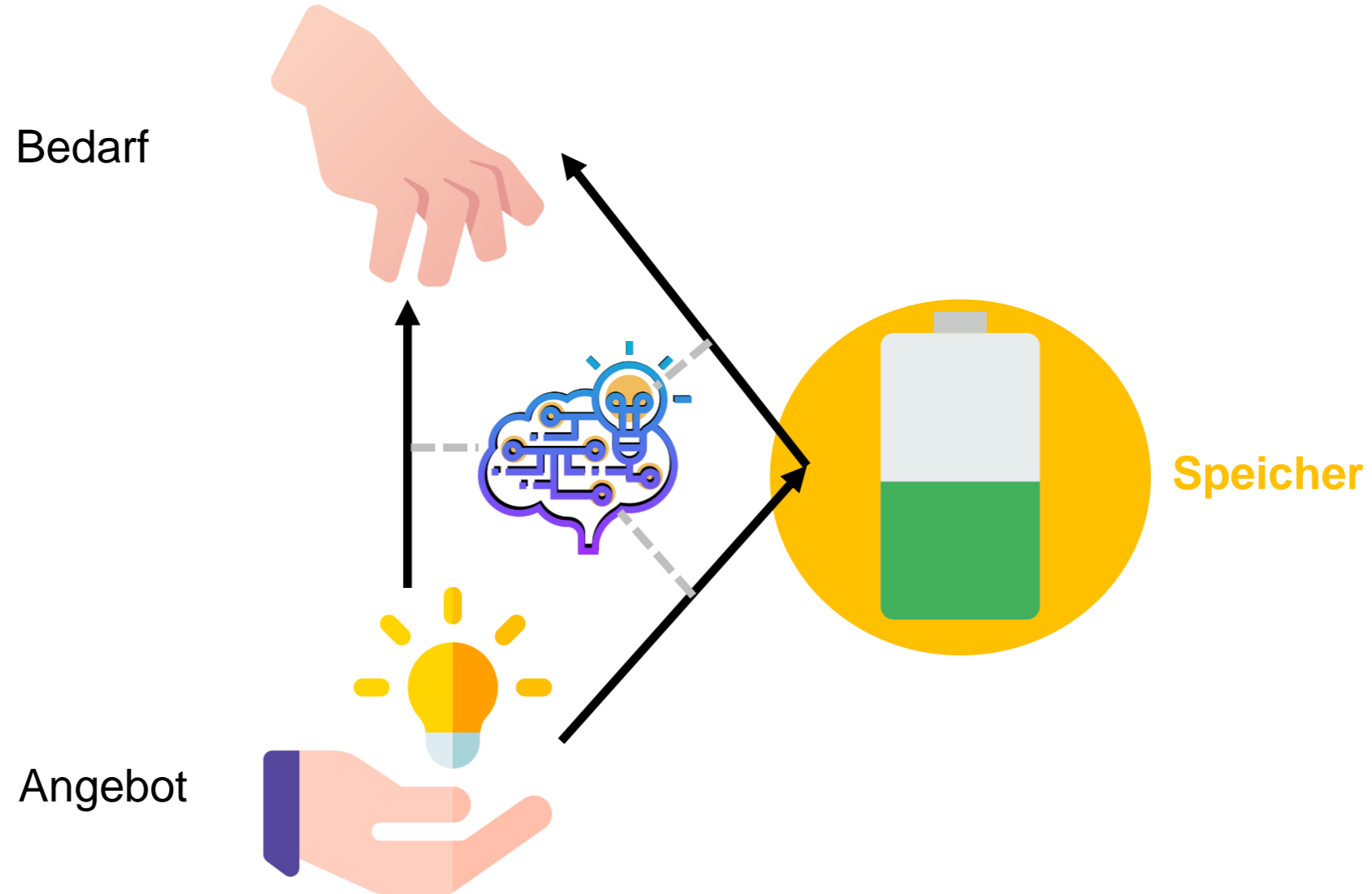
Gilt für Wohnbauten, bei Gewerbe müsste der Wert höher sein

Relation des Energiebedarfs der Geräte im EFH

	Energie p.a. / (kWh/a)	el. Energie p.a. / (kWh/a)
Elektromobil		2190
Wärmepumpe für Heizung	6000	2000
Wärmepumpe für Warmwasser	3000	1000
Elektrizitätsbedarf im Haushalt, Total		4000
Wäschetrockner A++		212
Geschirrspüler		208
Waschmaschine A+++		171
Kühlschrank A+++ mit Gefrierfach		133
Internetrouter für Telefonie...		100
Router Home Automation		78.8
Kaffeemaschine Jura 2000 Standby		28
Google Home		21.9
Rasenmähroboter		28.2
El. Garagentor		15.4

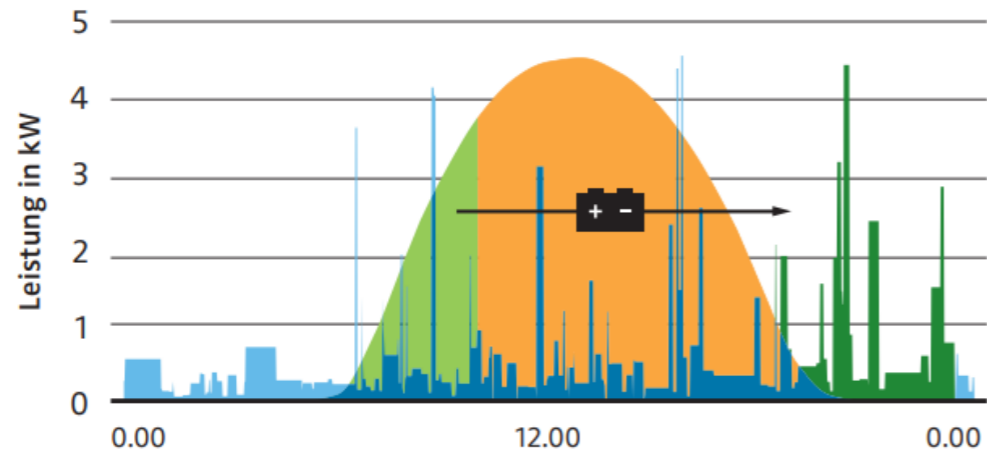
Energiebedarf Elektromobil gemäss
Mittelwert aus der Pendlerstatistik.

Eigenverbrauch: Energiespeicher

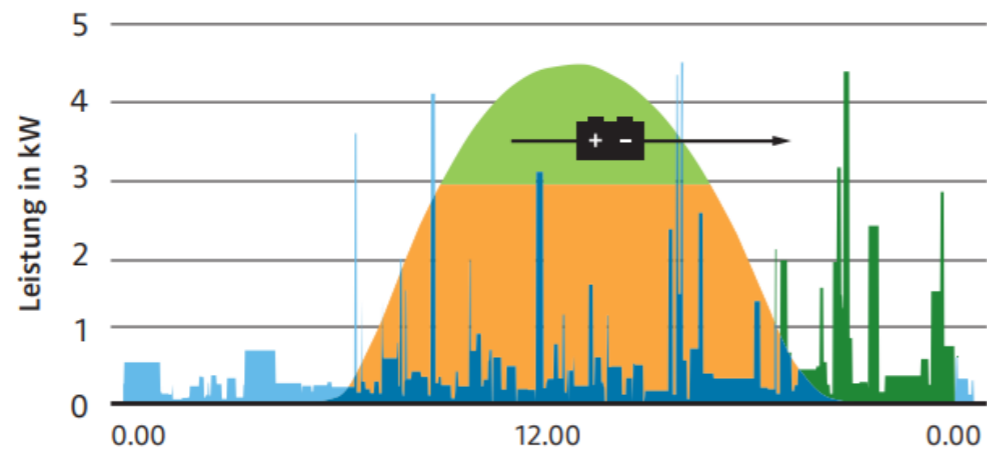


Energiespeicherbetrieb

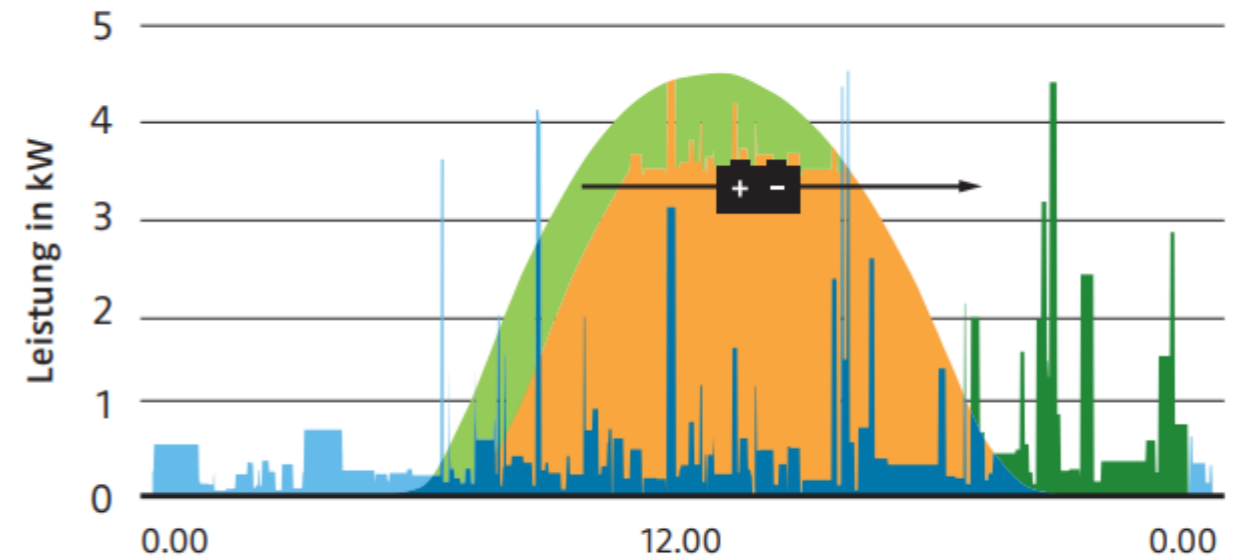
Speicherbetrieb: Maximierung Eigenverbrauch (a)



Speicherbetrieb: Netzentlastung (b)



Speicherbetrieb: Optimierung Eigenverbrauch und Netz (c)



■ PV-Rückspeisung
 ■ Speicher laden
 ■ Speicher entladen
■ Netzbezug
 ■ Eigenverbrauch

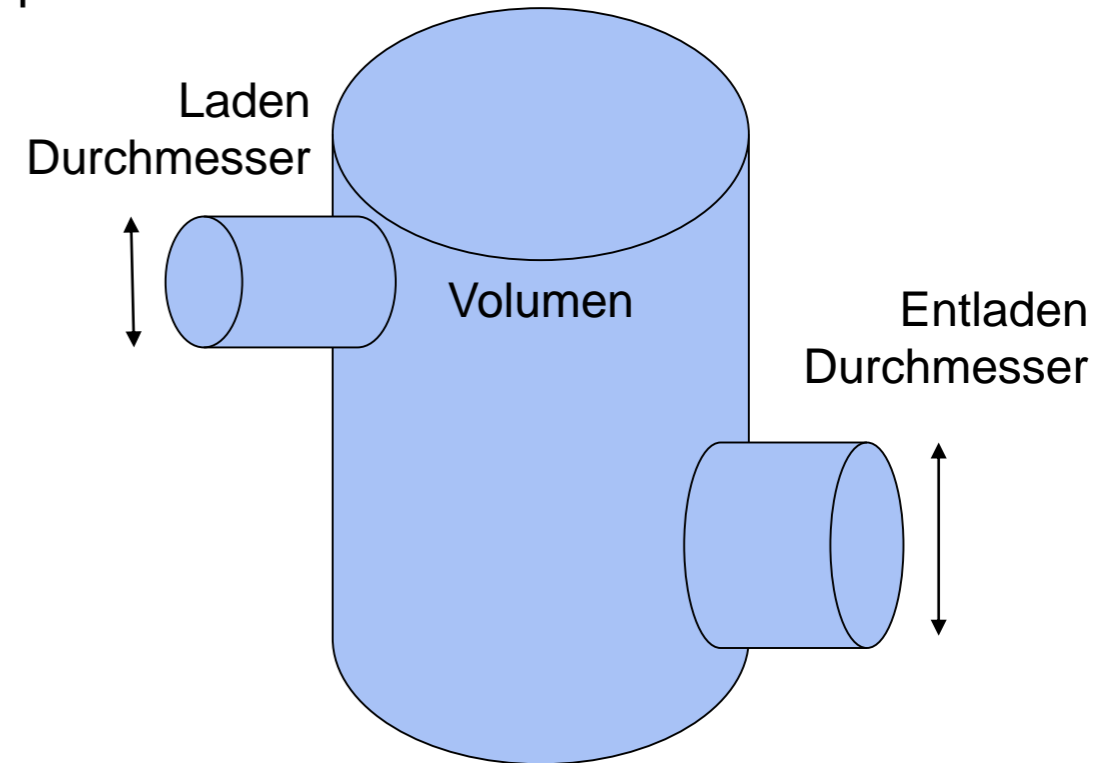
Quelle: /161219_Merkblatt_pv_speicher_def.pdf

Gebäudebatterie

Betriebsweisen / Ziele

- Eigenverbrauchsoptimierung
 - Überschuss speichern und bei Bedarf abgeben
 - Kleine Batterie erreicht viel (4kWh pro EFH)
- Spitzenbrechung (Peak Shaving):
Durch Laden und Entladen das Netz entlasten
- Netzanschlussoptimierung
- Primär Energieregulierung
- Backup (Netzausfall)
- Stromhandel
- Autarkie

Beispiel: Wassertank als Pendant zur Batterie



- Kapazität (Bsp. Wassertank-Volumen)
- Lade- und Entladeleistung (Bsp. Durchmesser der Leitungen)

Energieversorger

Bei einem ZEV mit einem **Stromverbrauch** von mehr als **100 MWh** pro Jahr ist der **Zugang zum freien Strommarkt** offen (vgl. Art. 18 Abs. 2 EnG i.V.m. Art. 6 Abs. 2 und 6 StromVG e contrario). Diese Schwelle dürfte in der Regel ab ca. 30 Wohnungen überschritten werden.

- Verhältnis Einspeisetarif <-> Bezugstarif?
 - PV-Strom selber nutzen oder einspeisen, oder beides
- Leistungstarif?
 - Spitzenbrechen → Lasten koordinieren, PV Strom nutzen, Batterie für Last glätten (peak shaving)
- Blindleistungstarif?
 - Moderne Komponenten (Lasten) einsetzen
 - Umrichter oder Kompensationsanlage?

ZEV Beispiele



Gewerbe: Metallbau & Büro

Untervermietung Büros

Laufenburg

Quelle: BKW, Zermec



Quartier: Erlenmattost

Basel

Quelle: ADEV

ZEV Beispiele



Wohnüberbauung (49 Wohneinheiten)

inkl. Gewerbe

Eschnbach Luzern

Quelle: engytec



Neubau MFH (13 Wohneinheiten)

Vordemwald (AG)

Quelle: engytec



MFH Oberbächli

Quelle: Smart-me

Zusammenfassung

- Kriterien für ZEV sind technisch leicht zu erfüllen
- PV Anordnung und Ausrichtung an Bedarf und Rahmenbedingungen orientieren
 - Lastprofil, Tagesertrags- und Jahresertragsprofil berücksichtigen
- Lasten koordinieren erhöht Eigenverbrauch
- Gebäudebatterie kann Wirtschaftlichkeit erhöhen
- Rahmenbedingungen durch Energielieferant beachten

Antwort: ZEV ist wirtschaftlich, wenn man weiss wie, weil es vieles zu beachten gibt!

→ Gute Beratung, Partner und Dienstleister

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dominique Kunz

dominique.kunz@fhnw.ch