



Best-Practice-Vorstellung I:

Kombination aus PV-Anlage, Speicher und Elektroladesäule in der Gemeinde Au im Breisgau

Dr. Matthias Seelmann-Eggebert

Diplom-Physiker

Gemeinderat & 2. stellvertretender Bürgermeister der
Gemeinde Au

Fotos/Film: Klaus Schneider



Au im Breisgau

- 1400 Einwohner

Potentialstudie/Strombilanz 2012

- 3,7 Mio kWh/J (10000 kWh/Tag)
 - 64% Wohnen, 34% Gewerbe
- 32 PV Anlagen (376 kWp Leistung, 300 MWh/J)
- PV Bürgerhaus 12,24 kWp
- 2 Biogas Anlagen (61 kW (440 MWh/J))
- 20 % des Stromverbrauchs werden gedeckt

Perspektive:

- 100% Deckung des Strombedarfs ist durch PV-Aufdachanlagen möglich
- Für Autarkie der ges. Gemeinde:
Kurzspeicher \approx 5000 kWh

Freiburg



Photovoltaikpotential Au



Solarflyer:
Arbeitskreis
Klimaschutz
Au



Stromverbrauch Kommunale Einrichtungen (2012)



- Straßenbeleuchtung: 60 MWh/J
 - Bürgerhaus/Kindergarten: 27 MWh/J
 - Gemeindesaal/Kirche: 7 MWh/J
 - Bauhof/Feuerwehr: 7 MWh/J
 - Rathaus : 3 MWh/J
 - Einsegnungshalle: 1 MWh/J
-
- Summe Verbrauch Liegenschaften:
ca. 100000 kWh/J (ca. 25 000 €, 35 t CO₂)
 - Gesamter Stromverbrauch der Gemeinde:

Notstromversorgung Au



- Notstrom durch Diesellaggregate
- Umbaukosten+ Investition: ca 100 k€
- jährliche Wartungskosten
- Wird (hoffentlich) nie benutzt
- totes Kapital

Idee: Mai 2018

- Alternative: Großspeicher mit Notstromoption
- Großspeicher bringt täglich Nutzen
- Verwendung als Netzspeicher, z.B.
 - 50% als Notstromreserve
 - 50% als Netzspeicher
 - wird tagsüber (Stromüberschuss) aus dem Netz beladen
 - speist nachts (Strommangel) Strom wieder ein
- Vision für die Notfallsituation:
 - Trennung des Ortsnetz von Versorgungstrafo
 - Inselbetrieb mit Versorgung durch 376 kW PV und 64 kW Biogas
- Realistischer Plan:
 - Versorgung durch möglichst große PV-Anlage auf dem Bürgerhaus

Dachflächen Bürgerhaus



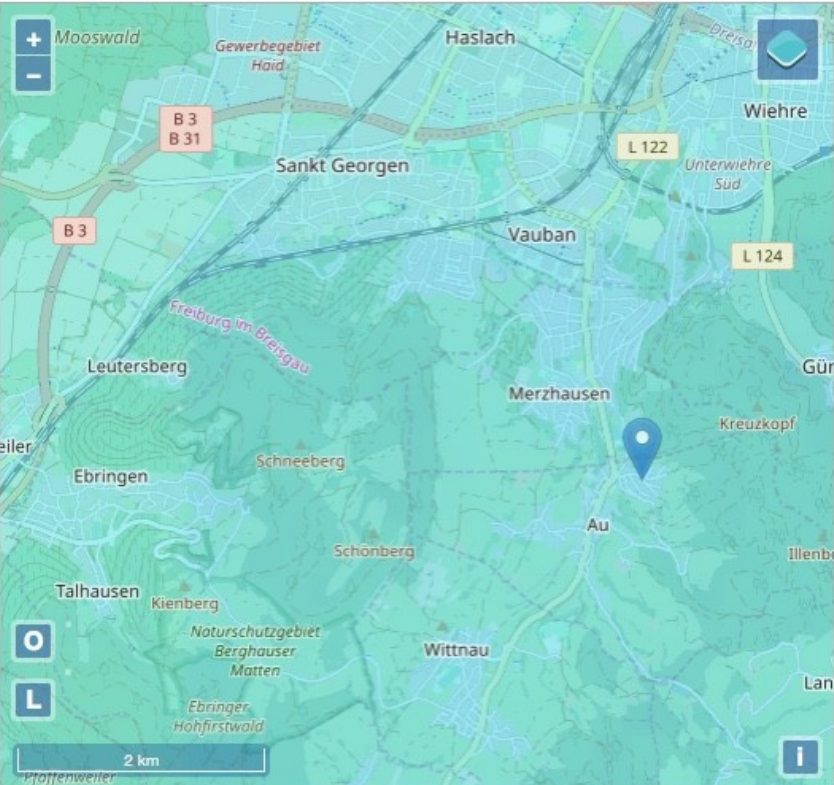
PV-GIS



European Commission

European Commission > EU Science Hub > PVGIS > Interactive tools

Home Tools Downloads Documentation Contact us



Cursor:
Selected: 47.958, 7.834
Elevation (m): 312

Use terrain shadows:
 Calculated horizon
 Upload horizon file

[Download CSV](#) [Download JSON](#)
Durchsuchen... Keine Datei aus...

GRID CONNECTED

- TRACKING PV
- OFF-GRID
- MONTHLY DATA
- DAILY DATA
- HOURLY DATA
- TMY

PERFORMANCE OF GRID-CONNECTED PV

Solar radiation database* **PVGIS-SARAH**

PV technology* **Crystalline silicon**

Installed peak PV power [kWp]*

System loss [%]*

Fixed mounting options

Mounting position* **Free-standing**

Slope [°]*

Azimuth [°]*

PV electricity price

PV system cost (your currency)

Interest [%/year]

Lifetime [years]

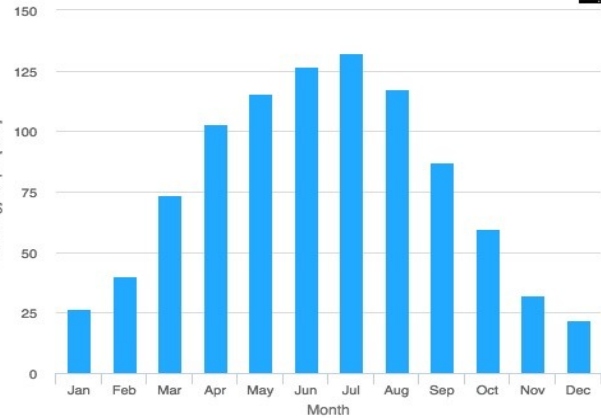
[Visualize results](#) [Download CSV](#) [Download JSON](#)

Address: [Go!](#) Lat/Lon: [Go!](#)

PV Ausrichtung und Monatsausbeute

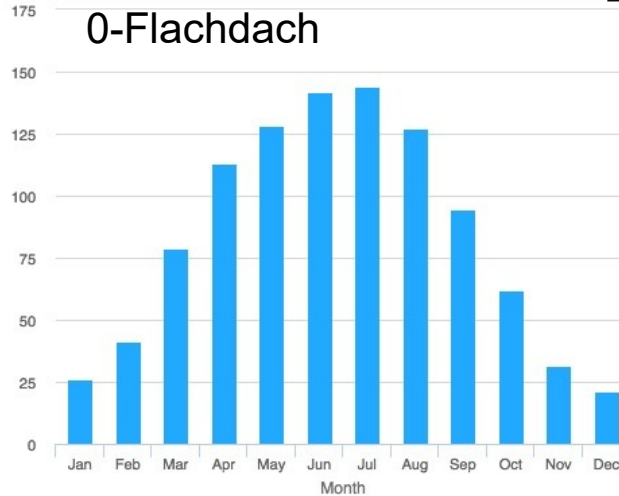


3-Ost (35°)

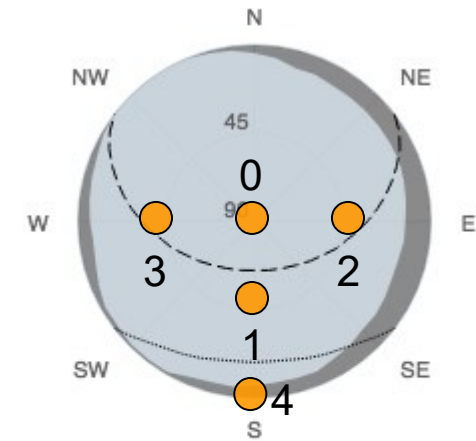


80% Jul: 133/ Dez: 20 kWh

0-Flachdach

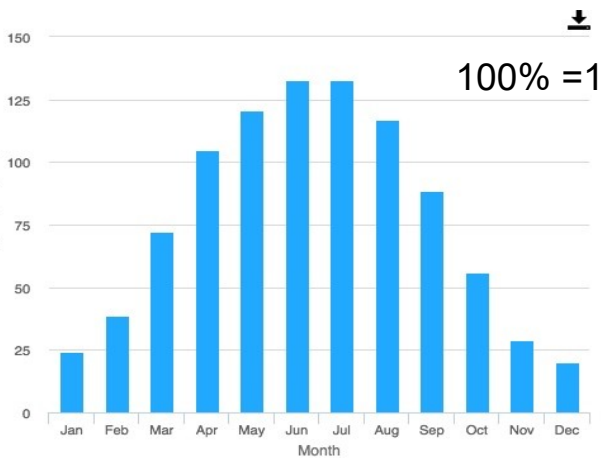


85% Jul: 144/ Dez: 21 kWh



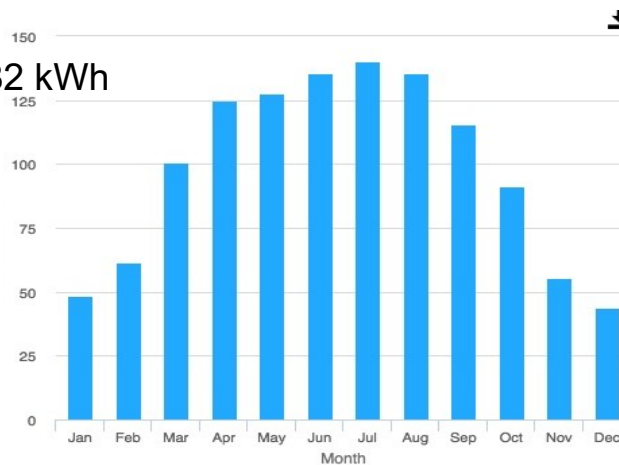
■ Horizon height
 - - - Sun height, June
 Sun height, December

2-West (35°)



79% Jul: 132/ Dez: 21 kWh

1-Optimum Süd (35°)



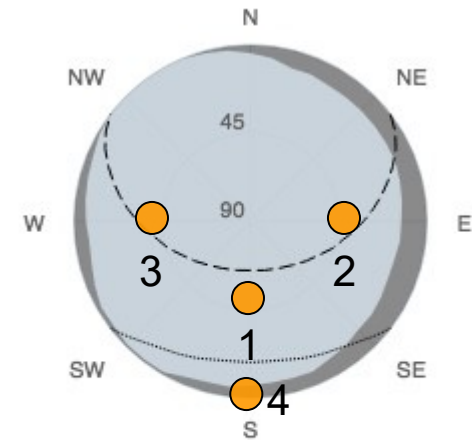
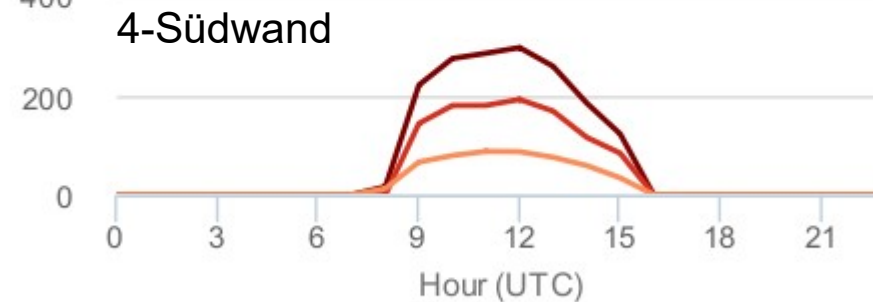
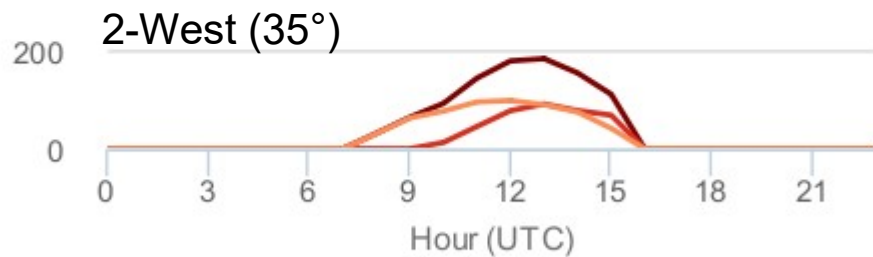
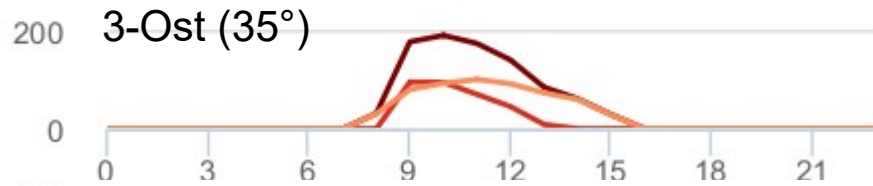
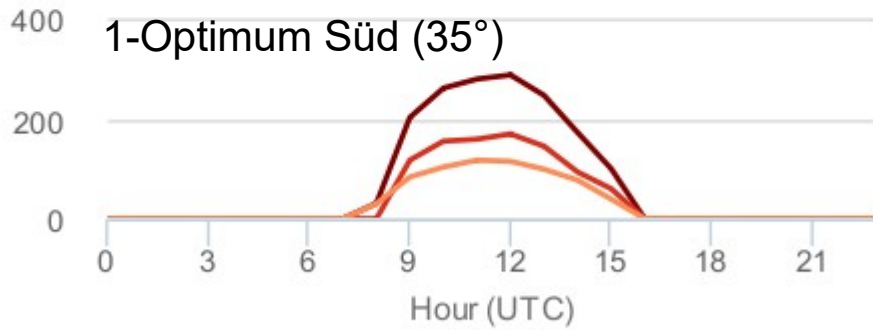
100% kWh Jul: 140/ Dez: 43 kWh

4-Südwand



70% Jul: 66/ Dez: 43 kWh

Ausrichtung und Tagesausbeute Januar



■ Horizon height
 - - Sun height, June
 Sun height, December

Daily irradiance profile, inclined plane

© PVGIS, 2021

Irradiance (Click on series to hide)

- Global
- Direct
- Diffuse

Abschätzung der Installationsleistung



- Installierte Leistung: so hoch wie möglich
- Gesamte verfügbare Dachfläche 679 qm
- 1 kWp (3 Module) benötigt 5 qm \Rightarrow 100 kWp möglich
- Jahresertrag: ca. 100 000 kWh
- durchschnittlicher Tagesertrag: 274 kWh
- trüber Wintertag: 81 kWh
- Speicherkapazität \approx 250 kWh



Angebot ADSTEC

- Datenblatt SRS0112:
 - 13 000 ! Ladezyklen (80% Restkapazität)
 - Lebensdauer 20 Jahre!
 - Kapazität: 120 kWh, Ausgangsleistung: max 200 kW
 - Preis: ca. 60 k€

Technische Daten

		SRS0054	SRS0075	SRS0112
System	Systemart Ansteuerung / Funktionen Netzwerkansbindung Wechselrichter	DC-Batteriespeicher ADS-TEC Slave-Interface, weitere auf Anfrage Ethernet, RJ45 nicht integriert, kompatible Geräte auf Anfrage		
Batteriespeicher	Batterietechnologie Nomineller Energieinhalt Kapazität Betriebsspannungsbereich DC-Strom (kontinuierlich)	Lithium-Ionen 54,3 kWh 68 Ah 583,2 bis 907,2 V 170,0 A	Lithium-Ionen 74,7 kWh 94 Ah 583,2 V bis 907,2 V 94,0 A	Lithium-Ionen 111,4 kWh 159 Ah 518,4 V bis 806,4 V 300,0 A
Batteriezellen¹	Zellhersteller Zellkapazität Zellchemie Spezifizierte Zyklen bis 80% Restkapazität Erwartete Lebensdauer	Samsung SDI 68 Ah Lithium-NMC 6.000 (1C/1C @ 23 °C @ 80 % DOD) 20 Jahre	Samsung SDI 94 Ah Lithium-NMC 5.000 (1C/1C @ 23 °C @ 80 % DOD) 20 Jahre	SK Innovation 53 Ah Lithium-NMC 13.000 (2C/2C @ 23 °C @ 80 % DOD) 20 Jahre

Wandler BAT 100: Leistung 100 kW
Ohne Nachladung: 1 kW für 12 h

Investitionskosten (Schätzung)



- Anschaffung
 - PV-Module: 75 k€
 - Wechselrichter mit Notstromeinrichtung: 35 k€
 - Speicher 2 x 120 kWh mit Notstrom : 120 k€
 - Montage 15% : 35 k€
 - Summe 265 k€
- Finanzierung
 - Notstromversorgungsetat 100 k€
 - Photovoltaik-Etat 50 k€
 - Jährliche Einsparung ca. 15 k€ bis 20 k€



Rückschläge

- für einen Inselbetrieb als Ortsnetz fehlen technische und gesetzliche Voraussetzungen
- Statische Hindernisse:
 - 42% der Dachfläche können nicht genutzt werden
 - Kies muss von begrünter Dachfläche geräumt werden
- Nur ein Teil der Straßenbeleuchtung kann angeschlossen werden, da Verteiler auf anderer Straßenseite
- dito Feuerwehrhaus und Bauhof
- Nur noch 55 000 kWh p.J. (statt 100 000 kWh)
- Eine Nutzung als netzdienlicher Speicher ist nicht möglich (Rückspeicherung von Netzstrom ist verboten, da in Konflikt mit EE Einspeisevergütung)

Statische Dachlast



- Au:
 - Schneelastzone 2: 0,861 kN/qm (90 kg/qm)
 - Von den Technischen Baubestimmungen darf abgewichen werden, wenn den Anforderungen von § 3 Abs. 1 LBO auf andere Weise ebenso wirksam entsprochen wird.

Schneeart	Gewicht pro m ³	Schneehöhe von 100 kg pro m ²
Trockener, lockerer Neuschnee	30–50 kg	ca. 2–3 m
Gebundener Neuschnee	50–100 kg	ca. 1–2 m
Stark gebundener Neuschnee	100–200 kg	ca. 0,5–1 m
Trockener Altschnee	200–400 kg	ca. 25–50 cm
Feuchtnasser Altschnee	300–500 kg	ca. 20–35 cm
Mehrjähriger Firn	500–800 kg	ca. 12–20 cm
Eis	800–900 kg	ca. 11–12 cm dick

Historie



- Mai 2018: Idee
- Ende 2018: Machbarkeitsstudie
- August 2019: Ausschreibung (PV 55 kWp, Speicher 150 kWh)
- Oktober 2019: Auftragserteilung
- Ausführungsschwierigkeiten
- März 2020: Inbetriebnahme PV 55 kWp
- Hauselektriker wirft das Handtuch, da Wandler erforderlich
- Mai 2020: Nachtragsangebot 61 000 €
- Juli 2020: Reduktion des Batteriespeichers auf 100 kWh
- Lieferschwierigkeiten
- Februar 2021: Lieferung Speicher
- August 2021: Inbetriebnahme Speicher

Gesamtkosten 260 000 €

PV-Anlage



Stromspeicher



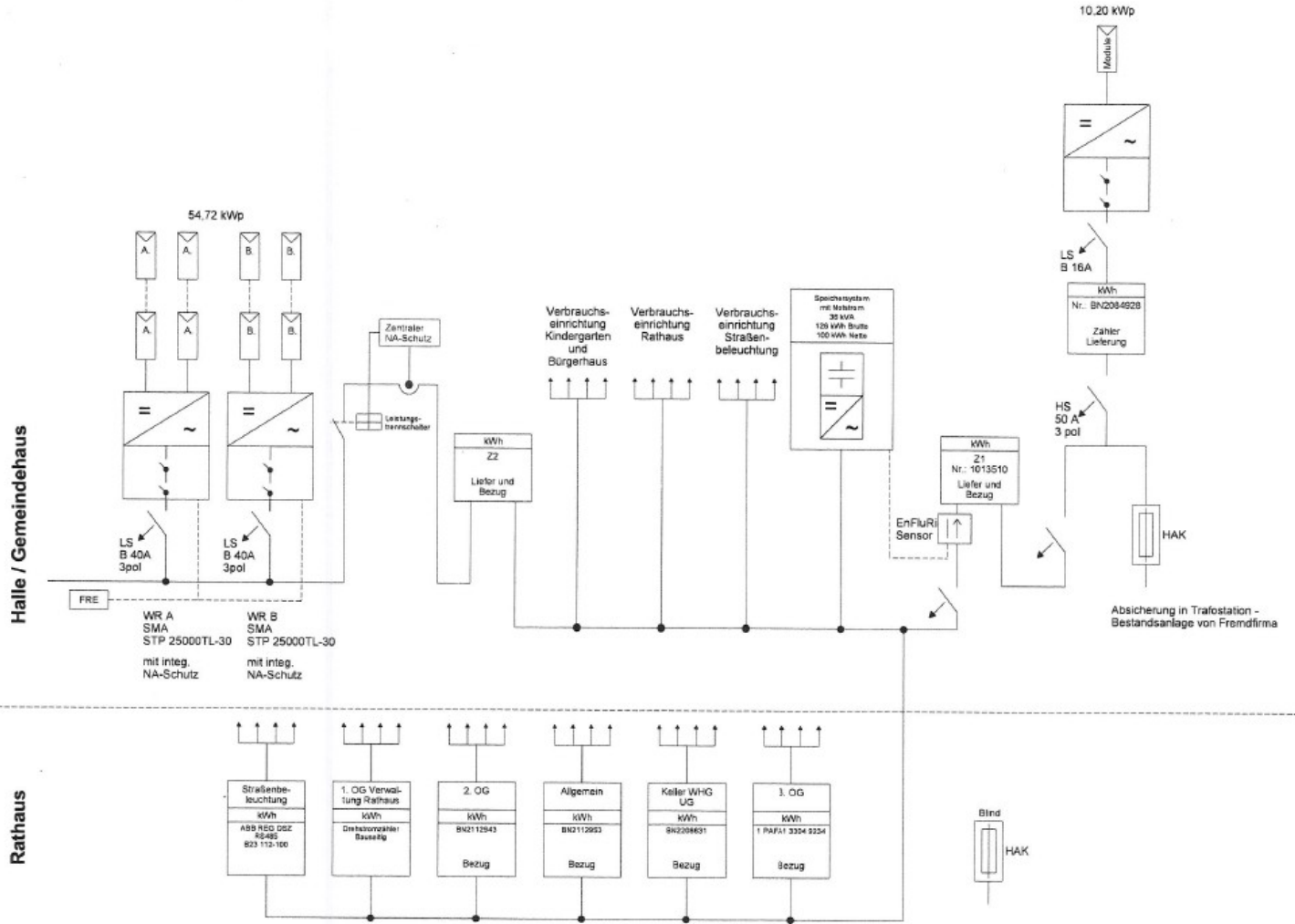
Anlage in Betrieb



Wechselrichter Batterie



Arealnetz



Daten der neuen Anlage



- PV Module
 - 171 Module a 320 W= 54,72 kWp
 - 87 West /84 Ost
 - 50 Optimierer
- 2 Stück Wechselrichter SMA STP 2500-30
 - 5 Strings West / 5 Strings Ost
- Speichersystem
 - 100 kWh
 - 36 Blöcke mit 7 Zellen= 252 Zellen a 0,4 kWh
 - 36 kW
 - AC in / AC out, 94% Wirkungsgrad
- Arealnetz:
Rathaus, Bürgersaal, Kindergarten, Straßenbeleuchtung/Ladesäule
- Automatische Netztrennung bei Stromausfall
- Synchronisation beim wiederhochfahren

Welchen Energiebedarf hat das Notfalllager?



•Untersuchung verschiedener Szenarien

72 Stunden Kriterium

Dimmbare Beleuchtung

- Bürgersaal inkl. Empore

Bereiche

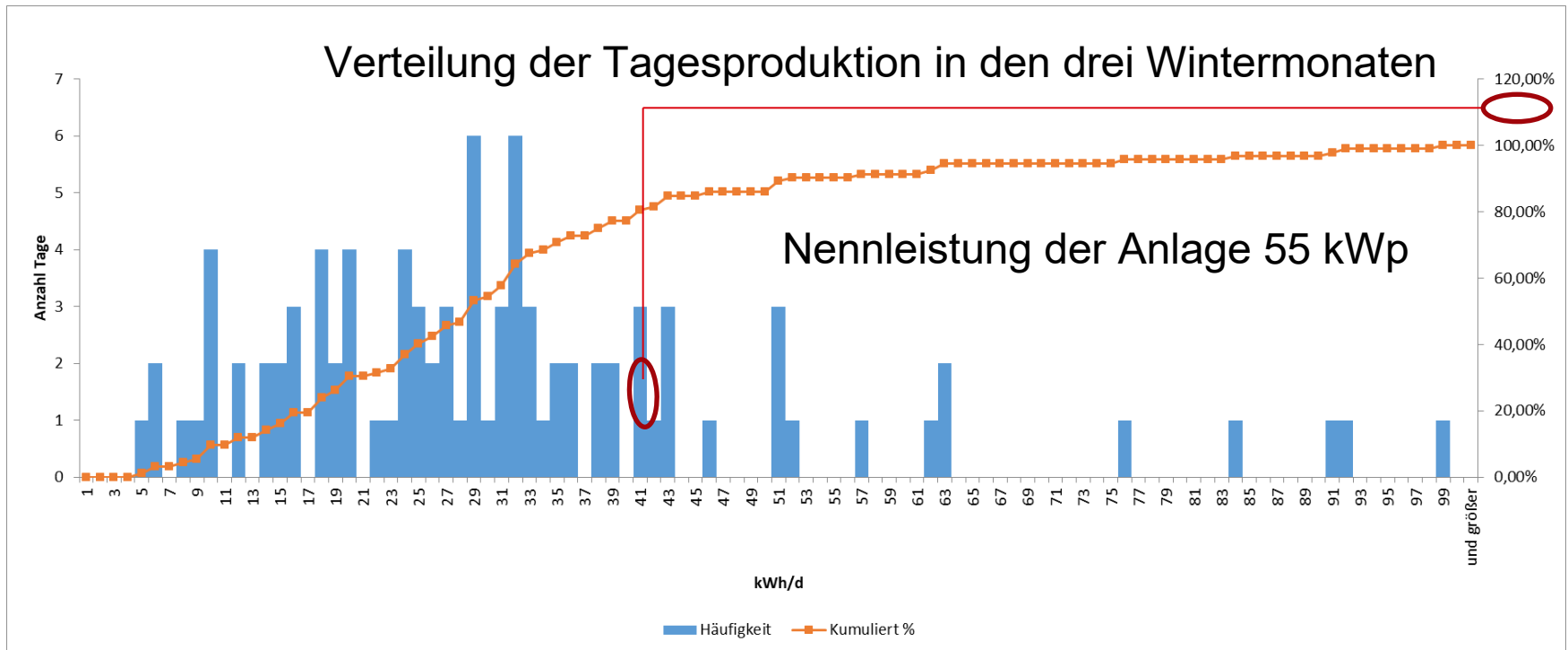
- Alles: Flur vor Saal, Bürgersaal inkl. Empore, Foyer, Küche
- Minimal: Bürgersaal inkl. Empore, Küche
- Kühlschrank für Medikamente

Szenario	Beleuchtung						Küchenbetrieb		Leistungsaufnahme pro Betriebsstunde [kWh/Betriebsstunde]
	Alle Bereiche			Minimal Bereich			Suppe		
	30%	60%	100%	30%	60%	100%	per Gas	per Strom	
S1 (alles, 100%)			x					x	4,05
S2 (alles, auf 60% gedimmt)		x						x	3,35
S3 (alles, auf 30% gedimmt)	x							x	2,82
S4 (alles, auf 30% gedimmt+Gas)	x						x		2,56
S5 (minimal, 100%+Gas)						x	x		2,67
S6 (minimal, auf 60%+Gas)					x		x		1,97
S7 (minimal, auf 30%+Gas)				x			x		1,44



Notstromreserve

- Reserveladung in Batterie richtet sich nach Tagesproduktion
- Tagesproduktion schwankt zwischen 5-300 kWh/d
- kann im Sommer klein gewählt werden, da hohe Tagesproduktion
- Winter: An 80% aller Wintertage wird zw. 5-41 kWh/d produziert
- Mittelwert Januar Tagesproduktion bei 55 kWp 41 kWh (bei 100 kWp 80 kWh)
- Batterie sollte im Winter bei schlechtem Wetter nie unter 80% entladen werden



Zusammenfassung



- Notstromversorgung durch Stromspeicher und PV-Anlage
 - Speicher muss groß genug gewählt werden
 - PV Anlage muss groß genug sein, um Mindestladung auch im Winter zu gewährleisten
 - Ein großer Teil des Speichers muss immer für den Notstrombetrieb reserviert bleiben
- Tagesbetrieb
 - Verbrauch bestimmt Größe von PV-Anlage und Speicher
 - Finanzierung von Notstromspeicher allein über Eigenverbrauch nicht möglich
- Realisierung Bürgerhaus Au:
 - 55 kWp PV Anlage decken bilanziell Verbrauch im Arealnetz
 - 100 kWh Speicher führt zu hohem Maß an Autarkie und Deckungsgrad
 - Speicher ist zu klein um 72 Std Kriterium zu erfüllen



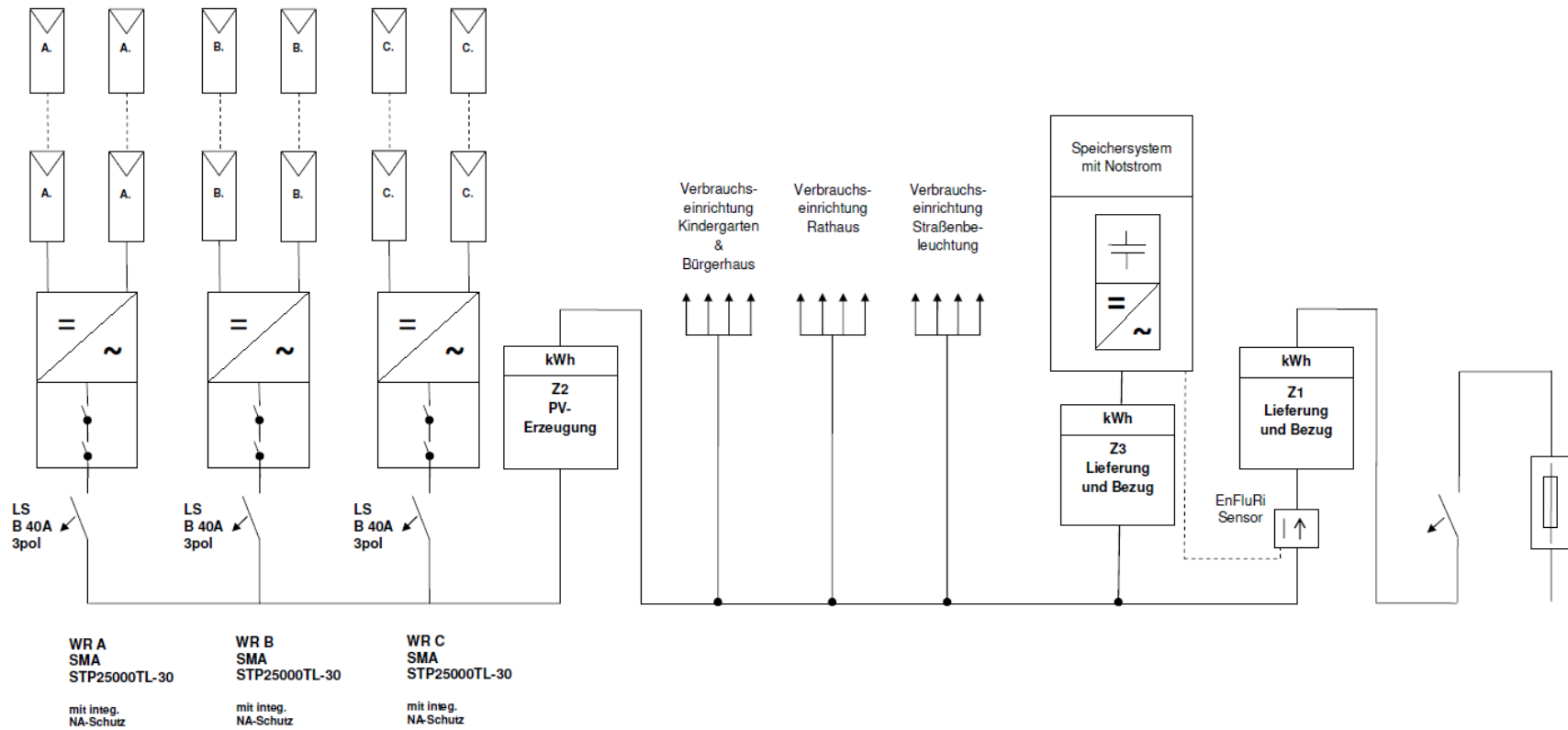
Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Steuerliche Behandlung der Anlage



- (A) Unternehmerische Verwendung: Einspeisung
- (B) Nicht unternehmerische Verwendung:
 - unternehmensfremd (privat)
 - nicht wirtschaftliche im engeren Sinn: hoheitliche Tätigkeiten Rathaus, Kindergarten, Straßenbeleuchtung
- Quotenregelung: Voraussichtliche Quote
60% Einspeisung, 40% Eigenverbrauch
- nur für Unternehmerischen Teil kann Vorsteuer zurückgeholt werden
- Quote zunächst geschätzt, dann nach 1. Jahr
 - Ausgleich über unentgeltliche Wertabgabe an Hand von Stromverbrauch

Schaltbild





- Ausschreibung 26.7.2019
 - PV: mindestens 44 kWp
 - Speicher: 140-150 kWh, Leistung 50 kW
 - Wechselrichter für Notstrom/Inselbetrieb
 - automatische Netztrennung/Resynchronisation
 - Projektförderung ITG

- Lieferung



- PV 100 kWp Anlage:
 - Jahresdurchschnitt 275 kWh pro Tag
 - 2 Speicher beladbar
 - trüber Wintertag: 120 kWh
- Summe aller PV-Anlagen in Au: 380 kWp
- Speicher ADS-TEC 120
 - Kapazität: 120 kWh, Ausgangsleistung: max 200 kW
 - Preis: ca. 60 k€
- Wandler BAT 100: Leistung 100 kW
- Ohne Nachladung: 1 kW für 12 h