Kurzstudie

Photovoltaikanlagen auf dem

Theodor Heus Gymnasium Sulzbach und der

Gemeinschaftsschule Schillerschule Heusweiler

Ausgangslage:

Im Mai 2010 wurden in einer Studie der ARGE SOLAR e.V. durch Herrn Dr. Alexander Dörr die Dächer aller 48 Schulgebäude des Regionalverbandes Saarbrücken (RVSB) mit insgesamt 250 einzelnen Dachflächen auf die Möglichkeit, dort eine solare Stromerzeugungsanlage zu installieren (Photovoltaikanlage kurz PVA), gemeinsam mit der GBS des RVSB unter Günter Henrich hin untersucht.

Die Untersuchungskriterien waren:

- Technische Lebensdauer der jeweilig untersuchten Dacheindeckung
- Statik des Daches (grobe Abschätzung der statischen Reserve um zusätzliche PV-Module nebst Unterkonstruktion aufzunehmen)
- Verschattung und Ausrichtung der zu installierenden Module in südlicher Richtung
- Größe der zu installierenden PV-Anlage und Netzanschlussmöglichkeiten (Bem.: Die jeweilige Netzverträglichkeitsprüfung muss bei Projektierung beim jeweiligen Netzbetreiber aktuell beantragt werden)
- Grobe Wirtschaftlichkeit möglicher PV-Anlagen bei gegebener Volleinspeisung nach dem EEG (Stand 2010)
- Abschätzung der Größenordnung aller möglichen PV-Anlagen und deren Gesamtproduktion an Solarstrom im Kontext zum Gesamtstromverbrauch aller Schulgebäude

Die Studie wurde im Juni 2010 den entsprechen Gremien des RVSB vorgestellt.

Insgesamt wurden bis 2014 dreizehn Schulen mit größeren PV-Anlagen ausgestattet, wovon acht PV-Anlagen dem RVSB gehören und von ihm betrieben werden. Fünf Schuldächer sind von privaten Betreibern angemietet. Zudem wurde das VHS Gebäude durch den RVSB mit einer Solarstromanlage ausgestattet.

War die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlagen in den Jahren 2000 bis 2015 schon mit den EEG – Erlösen des komplett ausgespeisten Solarstromes gegeben, rückt nun zunehmend der Eigenstromverbrauch des solarerzeugten Stromes in den Vordergrund.

Nach der letzten Novelle des EEG im Rahmen des Energiesammelgesetzes 2018/2019 und der zusätzlichen Kürzung der Vergütung für PV-Anlagen größer 40 kWpeak ist die Eigennutzung des solar erzeugten Stromes ein entscheidender Gesichtspunkt bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer zu projektierenden PV-Anlage.

Der Regionalverband Saarbrücken hat durch Herrn Christian Schreiner - FD 60 Regionalentwicklung und Planung - am 14. März 2019 den Verfasser der Studie wiederum kontaktiert und gebeten dem RVSB bei den Überlegungen, an dem THG Sulzbach und der GemS Heusweiler PV-Anlagen zu errichten, behilflich zu sein.

Herr Dr. Alexander Dörr ist Sektionsleiter der DGS e.V. Sektion Saarland in Saarbrücken (die DGS ist auch förderndes Mitglied der ARGE SOLAR e.V.) und steht für diese Aufgabe ehrenamtlich und ohne Honorar zur Verfügung.

Die in einem gemeinsamen Fachgespräch am 19.03.2019 im Büro des Herrn Schreiner und im Beisein von Herrn Thomas Müller getroffene Vorgangsweise ist die, dass Herr Dr. Dörr (DGS e.V. Sektion Saarland) kurzfristig eine Studie verfasst, die die Größe, den solaren Stromertrag mit dem Grad der Solarstromselbstnutzung sowie der daraus hergeleiteten Wirtschaftlichkeit von möglichen PV-Anlagen auf dem THG Sulzbach und der GemS Heusweiler betrachtet. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass auf diesen Schulen in naher Zukunft die Dacheindeckungen erneuert werden und der RVSB mit dem Betrieb von PV-Anlagen seine Betriebskosten dort reduzieren möchte.

Mit der Kenntnis der jeweiligen Luftbilder der Dächer dieser Schulen und der sich daraus herleitenden Belegung mit PV-Modulen sowie der Kenntnis der aktuellen Jahresstrom-verbräuche wird in dieser Studie eine erste Empfehlung zu diesen Projekten erarbeitet.

gez.: Dr. Alexander Dörr Saarbrücken, 21.03.2019

Deutsche Gesellschaft für Sonnenergie e.V. , DGS Sektion Saarland

saarland@dgs.de

Das Theodor Heuss Gymnasium (THG) Sulzbach:

Zuerst ein aktuelles Luftbild mit eingeblendeter Maßeinheit (google)

Es sind hier 6 Dächer zu sehen mit folgenden Flächen:

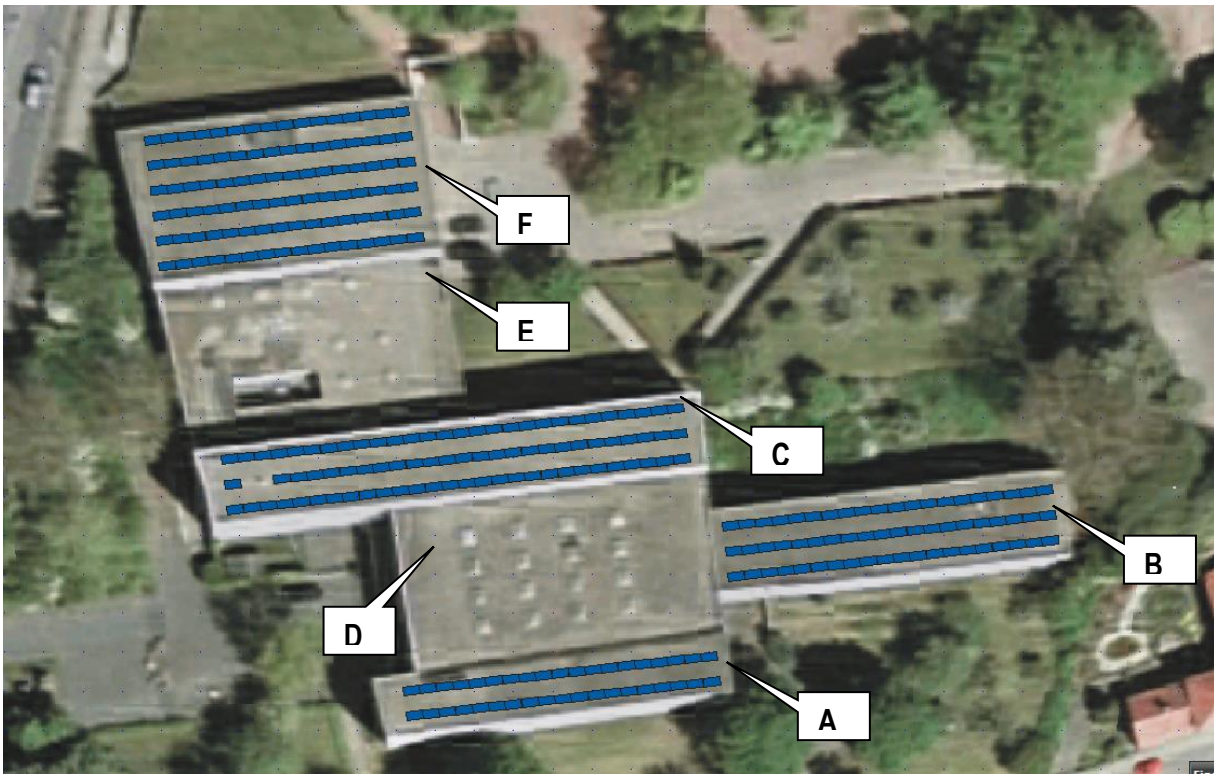
Dach A: Schulgebäude	328 m²
Dach B: Schulgebäude	410 m²
Dach C: Schulgebäude	513 m²
Dach D: Aula	684 m²
Dach E: Verbindungsbau	558 m²
Dach F: Sporthalle	496 m²

Das Dach D der Aula lässt sich aufgrund der Verschattung durch das Dach A und der vielen Lichtkuppeln nur im geringen Ausmaß mit PV-Modulen belegen.

Für das Dach E des Verbindungsbaues gilt das Gleiche. Durch die enorme Verschattung durch das Schulgebäude C sollte hier von einer Belegung mit PV-Modulen abgesehen werden.

Das Dach F der Sporthalle muss vorab nochmal auf seine statische Eignung überprüft werden. Sie wird auch bei den Betrachtungen hier nicht benötigt und kann später (ein Jahr nach Installation der PV-Anlage durch den RVSB) an einen Fremdbetreiber evtl. Energiegenossenschaft als Fläche für eine EEG – PV-Anlage verpachtet werden.

Eine mögliche Belegung der Flächen der Dächer des THG könnte grob wie folgt aussehen:



(Bild: Vortrag Dr. Alexander Dörr Juni 2010)

Die drei vorderen Dächer A, B und C der Schulgebäude lassen eine Installation von (2 * 19 + 3 * 18 + 3 * 28 -2) Modulen = 174 Modulen zu. Die Module haben die Maße 1,001 m mal 1,650 m und werden mit etwa 15° Aufständerung nahezu südlich in Reihen auf die Flachdächer montiert. Der Sicherheitsabstand zur Attika ist einzuhalten. Mit einer Leistung von 300 Wpeak pro Modul ergibt sich hier eine PV-Anlage der Leistung von etwa 52,8 kWp. Mit einer solaren Jahresstromerzeugung von ca. 950 kWh/kWpeak ergibt sich eine Gesamtsolarstromerzeugung der PV-Anlage von ca. 50.000 kWh. (Die mögliche PV-Anlage auf dem Dach F Sporthalle ergibt 96 Module und damit eine Größe von 28,8 kWp mit einer Jahresstromerzeugung von 26.600 kWh).

Der Jahresstromverbrauch des THG liegt etwa bei 52.000 kWh. In der absoluten Nachtzeit haben wir ein Anschlussleistung von knapp 3 kW (22:00 Uhr bis 05:00 Uhr) und damit einen Jahresstromverbrauch NT von etwa 7.000 kWh/anno. Betrachtet man nun den "Tagstrom" HT (05:00 Uhr bis 22:00 Uhr), ergibt sich hierfür grob ein Jahresverbrauch von 44.000 kWh. Die Erzeugungswerte der angenommenen 52,8 kWpeak PV-Anlage, der Tagstromverbrauch übers Jahr und die angenommenen mittleren Anschlussleistungen im Schulbetrieb, in den schulfreien Tagen und in der Dämmerungszeit (05:00 – 07:00 Uhr und 20:00 – 22:00 Uhr)

sowie die angenommene solare Stromselbstnutzung ist in folgender Tabelle als Näherungswert ermittelt.

Eigenverbrauchstool					
Schule			THG Sulzbach		
Lage gegen Süd +/- in °			-10		
Neigung in °			15 °		
PV-Anlagenleistung in kWpeak			54,0		
spez. Solarstromertrag im Jahr in kWh/kWpeak			960		
theoretischer Solarstromertrag im Jahr in kWh			51840		
Stromverbrauch HT (05:00 Uhr bis 22:00 Uhr) in kWh ca:			45.000		
Küchenbetrieb			Nein		
Kategorie	**Bezeichnung**	**Tage im Jahr**	**Zeit in h**	**mittlerer Anschlusswert in kW ca:**	**Strom-verbrauch**
I	regulärer Schultag	190	13	13	32.110
II	Wochenendsport	20	13	9	2.340
III	Sekretariat offen in Ferien	15	13	5	975
IV	Ferien tagsüber	140	13	3	5.460
V	Dämmerung	365	4	2,8	4.115
				∑ kWh	**45.000**
Kategorie	**jeweil. Anteil Solar in %**	**solare Nutzung**	**EV-Nutzungsgrad**	**ca. Solarstromeigenverbauch**	
I	40,00%	12.844	24,78%	**35%**	
II	30,00%	702	1,35%		
II	60,00%	585	1,13%		
IV	70,00%	3.822	7,37%		
V	2,00%	82	0,16%		
solare Gesamtnutzung im Jahr kWh		**18.035**	**34,79%**		

Tabelle 1: Eigenverbrauchsquote des solar erzeugten Stromes

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, beträgt die Eigenverbrauchwertes des solar erzeugten Stromes 35 %, d.h. ca. 18.000 kWh (35% von 51.840 kWh) Solarstrom der PV-Anlage wird im Schulgebäude übers Jahr selbst verbraucht. Je nach genauem Nutzungsprofil und in Zukunft durchgeführter Maßnahmen zur Energieeinsparung (Beleuchtung auf LED, hocheffiziente Umwälzpumpen und Server) kann dieser Wert abweichen.

Mit der Annahme der 35% Solarstromselbstnutzung, den Kosten für den Strombezug von 21 ct/kWh vom Stromanbieter und den jeweiligen Annahmen von Installationskosten, Betriebskosten und Zinskosten, ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Eine Rendite auf Eigenkapital wird nicht gerechnet, da die Projekte voll finanziert werden.

Die wichtigsten Parameter im Einzelnen (siehe Werte in Tabelle 2):

Größe der PVA: 52,8 kWpeak

Spez. Ertrag der PV-Anlage: 950 kWh/kWpeak/anno mit 0,25 % Degr.

Anschaffungskosten der PVA ca.: 50.000 € netto (ohne Zählerumbaukosten)

Zinskosten über Laufzeit von 10 Jahre: 1 %

jährliche Betriebskosten und Rücklagen ca.:800 €/a netto

jährliche Inflation auf die Betriebskosten: 2 %

EEG- Vergütungssätze für Inbetriebnahme Juni 2019

Strombezugspreis netto: 21 ct/kWh

EEG- Umlage auf selbstgenutzten Strom: 40 % von derzeit 6,405 ct/kWh

auf die Bewertung der über die Laufzeit mögliche Strompreisentwicklung wird verzichtet

Eigenverbrauchsquote solaren Stromes: 35%

Solar-Check 2019: DGS-Saar für die geplante Solarstromanlage von: **RVSB Juni 2019**

PVA THG Sulzbach 52,8 kW	Ihre Solaranlage		Eingabefelder	PV-Anlage	SSSO, 15° 174 * 300 Wp mit 290 m² Modulfläche
Peak-Leistung des Solargenerators	52,800	kWp	Dach / FreiF=0/1	0	Eingabe: 0 für Dach, 1 für PVFF 48,172
Jährlicher spezifischer Stromertrag: 1. Jahr	950	kWh/kWp	Saarbrücken: Südausrichtung, 29° Neigung, ohne Schatten; PR=80% max. 960 kWh/kWp/a		
GU-Nettokosten Solargenerator kompl.	50.000,00	EUR	entgültige Netto-Kosten der fertige und inbetrebgenommenen PV-Anlage		
Projektierung	0,00	EUR	nur PV-FFA: Kosten für Planung, FNP, B-Plan, Umweltverträglichkeit, Ausgleichsmaßnahr		
Förderung Bund	0,00	EUR	Mittelspannungsleitung der GroßPVA: Trafostation PVA --> Einspeisepunkt Mittelspannun		
Abbaurücklage PV-FFA	0,00	EUR	*) Die Mehrwertsteuer wird aufgrund der		
Summe PV-Anlage Netto	50.000,00	EUR	Unternehmerregelung vom Finanzamt zurückerstattet und		
Summe PV-Anlage Brutto *)	59.500,00	EUR	daher in die Finanzierung nicht einbezogen.		
Spezifischer Nettopreis pro 1 kWp PV	946,97	EUR/kWp	Gewerbeanmeldung i.d.R. bei Pacht und großen PVA		
Eigenkapital	0,00	EUR	Welchen Betrag haben Sie als Eigenkapital vorgesehen?		
Benötigtes Fremdkapital	50.000,00	EUR	Bankkredit: Solarkredit Hausbank, KfW-Kredit		
Zinssatz Fremdkapital	1,00		Zinssatz für Ihr Fremdkapital, Solarkredit : 1,5 % bis 2,5 % nom..		
Laufzeit Fremddarlehen: 1<=Zeit<=20	10	Jahre	i.d.R.:10 oder 15 Jahre		
Disagio	0	%	einbehaltenes Disagio (z.B. 4% Disagio bei 96% Kreditauszahlung)		
Tilgungsfreie Zeit	0	Jahre	Beginn der Rückzahlung des Kredites: (direkt, nach einem Jahr, nach zwei Jahren)		
Bürgerbeteiligung à 500 €	0,00	EUR			
Zinssatz eff. Kosten Klimasparbrief	2,50	%			
Laufzeit f e s t auf 5 Jahre !!!	5	Jahre			
Einspeisevergütung EEG < = 10 kWp	0,1089	EUR	Vergütungssatz 100% für PV-Dachanlagen bis 10 kWp: in ¢/kWh		
Einspeisevergütung EEG von 10 - 40 kWp	0,1059	EUR	Vergütungssatz 100% für PV-Dachanlagen ab 10 kWp bis 40 kWp in ¢/kWh		
Einspeisevergütung EEG von 40 - 750 kWp	0,0767	EUR	Vergütungssatz 100% für PV-Dachanlagen ab 40 kWp bis 750 kWp in ¢/kWh		
Einspeisevergütung EEG 1-750kWp, PVFFA	0,0753	EUR	Vergütungssatz 100% für PVFFA / sonstige in ¢/kWh		
Wert der Stromverdrängung abzgl Umlage EE	0,1844	EUR	Wert der Stromverträngung (bei >10 kWp abzgl. 40 % der EEG-Unlage)		
Erzeugungserlös (EEG+Verb.) der PV-Anlage	0,12915	EUR	EEG - Vergütungssatz für die hier projektierte aufbauliche bzw FF- PV-Anlage in ¢/kWh		
Summe jährlicher Ertrag: 1. Jahr	6.478,01	EUR			
Abschreibungsdauer der Anlage linear	20	Jahre	AfA: hier linear (z.B. auf 20 Jahre = 5 % / anno linear)		
Jährliche Leistungsminderung	0,25	%	Leistungs-Garantie 20-Jahre für 80% der Modulleistung; (laut Lit. aber ca. 95% nach 20 a)		
Inflationsrate für Nebenkosten	2,00	%	Inflationsrate für Position Neben-Kosten		
Pachtzins: Prozente vom jährl. EEG- Ertrag	0,00	%	Pachtzins: bei Dach: max. 8 %, bei Freigelände: max. 5 % der jährlichen Solarstromvergütung		
ca. jährliche Pacht+Nebenkosten (1.Jahr):	803,18	EUR	Zählergebühren, Steuerberater, Versicherung, Betriebsführung, Rücklagen Instandh., Pacht,....		
Eigennutzungsanteil in und nach EEG_Zeit!	35	%	Wieviel % des Stromes können Sie jetzt und nach 20 Jahren selbst nutzen ?		
Eigengenutzer Strom nach EEG-Zeit	16.741	kWh	hier ist die Leistungsminderung nach 20 Jahren berücksichtigt		
Zu verkaufender Strom nach EEG-Zeit	31.090	kWh			
Kosten "Steckdosenstrom" ab 2040	0,25	EUR/kWh	Wieviel EUR würden Sie netto zahlen, wenn Sie den eigenerzeugten Strom zukaufen **)		
Vergütung Stromverkauf ab 2040	0,10	EUR/kWh	Wievel EUR zahlt Ihnen der Stromnetzbetreiber netto für die eingespeiste kWh **)		
			**) Achtung: Schätzung der Strompreise für das Jahr 2040 !!!		
Annuität (Zins + Tilgung des Kredites)	5.279,10	EUR/Jahr	jährl. Belastung duch Zins und Tilgung während der Kreditlauf		Stand: 20.03.2019 AD

Tabelle 2: Eingangsdaten der Wirtschaftlichkeitsberechnung

In der nun folgenden Tabelle 3 sind die Solarstromgewinne (EEG-Vergütung des ausgespeisten Solarstromes zzgl. der Einsparung für den selbstgenutzten Solarstrom) abzgl. der Kreditkosten und Tilgung sowie der Betriebskosten gerechnet. Somit ergeben sich die liquiden Mittel aus dem Projekt, die – vor Abschreibung und sonstigen steuerlichen Betrachtungen -über 20 Jahre ca. 54.000 € (Verlauf siehe auch folgendes Diagramm) bzw. beim Betrieb auf 25 Jahre hin ca. 83.000 € ergeben.

											Steuerliche Betrachtung				
	Jährliche Einspeise-vergütung	eta von 100 %	Tilgung Fremdkapital	Restschuld FK am Jahresende	Zinsen Fremd-kapital	Tilgung Bürgebetei-ligung	Zinsen Bürgebetei-ligung	Disagio + Pacht + jährl. Kosten	Liquide Ergebnisse	Kumulierte Liquide Ergebnisse	Abschrei-bung (AfA)	Buchwert der Anlage	Steuerl. wirksame Ausgaben	Ergebnis vor Steuern	Kumulierte Ergebnis v. Steuern
Jahr	EUR	%	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
1	6.478	100,00	4.779	45.221	500		0	**803**	396	396	2.500	47.500	1.303	2.675	2.675
2	6.462	99,75	4.827	40.394	452		0	819	363	759	2.500	45.000	1.271	2.690	5.365
3	6.446	99,50	4.875	35.519	404		0	836	331	1.090	2.500	42.500	1.240	2.706	8.071
4	6.430	99,25	4.924	30.595	355		0	852	298	1.388	2.500	40.000	1.208	2.722	10.793
5	6.413	99,00	4.973	25.622	306	0	0	869	265	1.653	2.500	37.500	1.175	2.738	13.531
6	6.397	98,76	5.023	20.599	256			887	232	1.885	2.500	35.000	1.143	2.754	16.286
7	6.381	98,51	5.073	15.526	206			905	198	2.083	2.500	32.500	1.111	2.771	19.057
8	6.365	98,26	5.124	10.402	155			923	164	2.246	2.500	30.000	1.078	2.788	21.844
9	6.350	98,02	5.175	5.227	104			941	129	2.376	2.500	27.500	1.045	2.805	24.649
10	6.334	97,77	5.227	0	52			960	95	2.471	2.500	25.000	1.012	2.822	27.470
11	6.318	97,53	0	0	0			979	5.339	7.809	2.500	22.500	979	2.839	30.309
12	6.302	97,28	0	0	0			999	5.303	13.113	2.500	20.000	999	2.803	33.113
13	6.286	97,04	0	0	0			1.019	5.268	18.380	2.500	17.500	1.019	2.768	35.880
14	6.271	96,80	0	0	0			1.039	5.232	23.612	2.500	15.000	1.039	2.732	38.612
15	6.255	96,56	0	0	0			1.060	5.195	28.807	2.500	12.500	1.060	2.695	41.307
16	6.239	96,31	0	0	0			1.081	5.158	33.965	2.500	10.000	1.081	2.658	43.965
17	6.224	96,07	0	0	0			1.103	5.121	39.087	2.500	7.500	1.103	2.621	46.587
18	6.208	95,83	0	0	0			1.125	5.083	44.170	2.500	5.000	1.125	2.583	49.170
19	6.193	95,59	0	0	0			1.147	5.045	49.216	2.500	2.500	1.147	2.545	51.715
20	6.177	95,36	0	0	0			1.170	5.007	54.223	2.499	1	1.170	2.508	54.224
	126.529		**50.000**		**2.791**	**0**	**0**	**19.515**	**Kontostand:**	**54.222,57**	**Eigen-Kapital-Rendite:**		**#DIV/0!**	**% in den 20 Jahren EEG**	
	Summe EEG				Summe Zins			Summe NK					**#DIV/0!**	**% in den 20 Jahren EEG**	
													EK-Rendite + Restwert		
	Eingesparte Stromkosten + Vergütung aus Stromverkauf							Sonstige jährliche Kosten	Liquide Ergebnisse	Kumulierte Liquide Ergebnisse	Abschrei-bung (AfA)	Buchwert der Anlage	Steuerl. wirksame Ausgaben	Ergebnis vor Steuern	Kumulierte Ergebnis v. Steuern
21	7.294	95,12						1.193	6.101	60.323	0	1	1.193	6.101	60.324
22	7.148	94,88						1.217	5.931	66.254	0	1	1.217	5.931	66.255
23	7.005	94,64						1.242	5.764	72.018	0	1	1.242	5.764	72.019
24	6.865	94,41						1.267	5.599	77.616	0	1	1.267	5.599	77.617
25	6.728	94,17						1.292	5.436	83.052	0	1	1.292	5.436	83.053
Zwischenergebnis nach 25 Jahren (Hinweis für Restwert nach EEG-Zeit)									**Kontostand:**	**83.052**					

Der spezifische Ertrag ist ein über Jahre erfasster Durchschnittswert
Der tatsächliche Ertrag ist von den meteorologischen Gegebenheiten abhängig und kann nicht garantiert werden
Die zu Grunde liegenden Werte basieren auf dem EEG vom 01.01.2018
Für Fehler wird keine Haftung übernommen. Es wird dringend empfohlen, die Daten mit Ihrer Hausbank und Ihrem Steuerberater durchzusprechen *Ohne Gewähr, Irrtum Vorbehalten!!!*

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeitsberechung mit kumulierten Erträgen auf 20 bzw. 25 Jahre

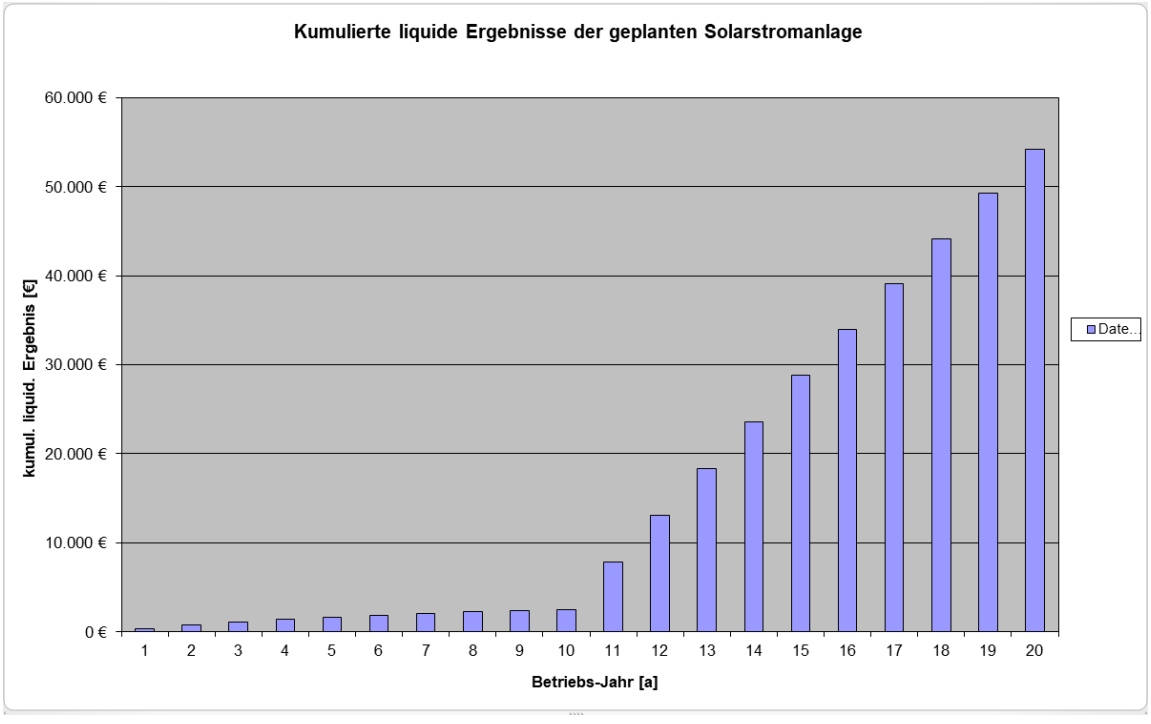
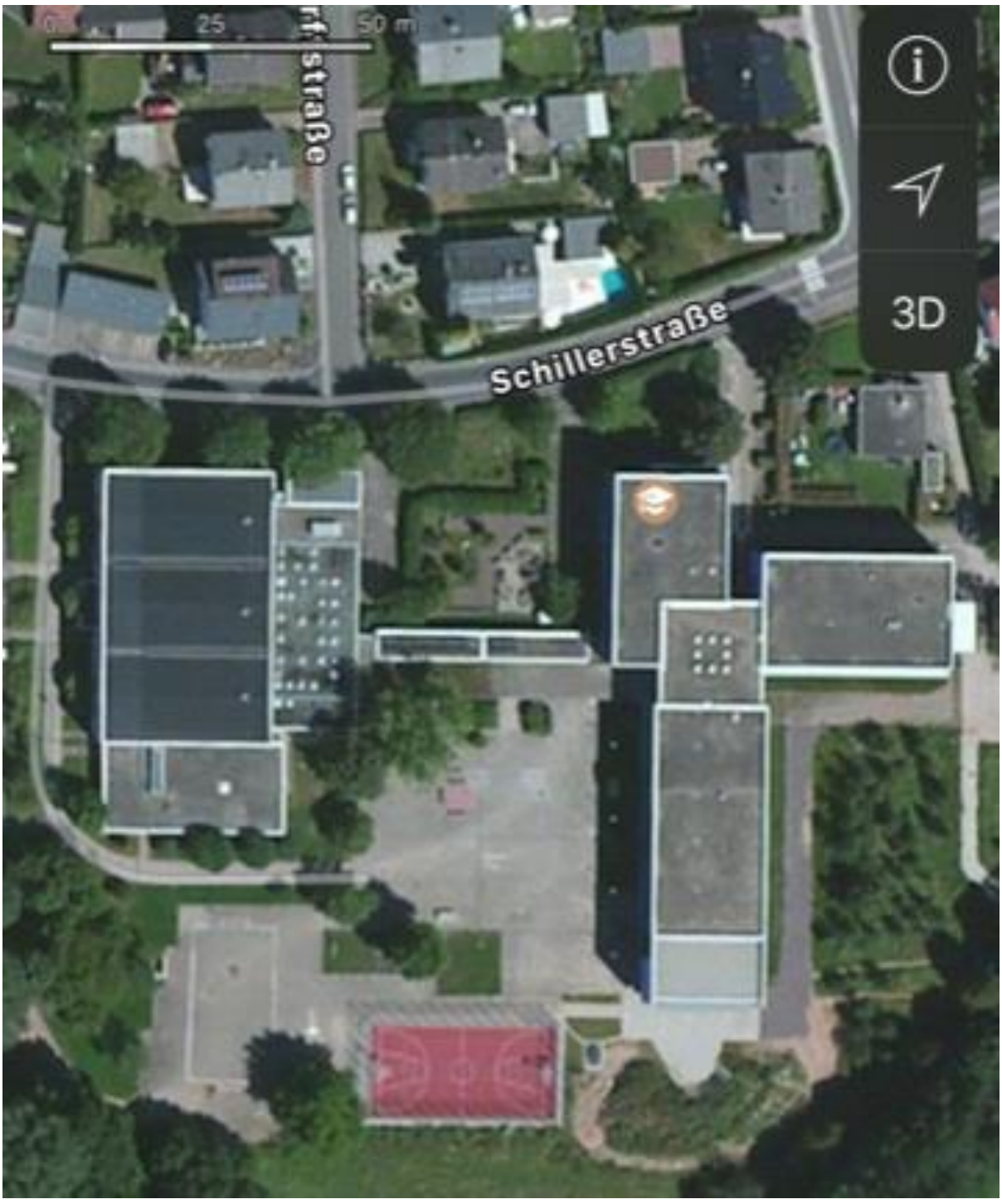


Diagramm 1: kumulierte liquide Ergebnisse der PV-Anlage über 20 Jahre gerechnet

Fazit: Parallel zur anstehenden Sanierung und Dämmung der Dächer die PV-Anlage projektieren und in der Größe von ca. 50 kWpeak ausschreiben, parallel dazu Netzanfrage bei den SW-Sulzbach Netzbetrieb, dann zeitnaher Aufbau und Inbetriebnahme der Solarstromanlage und Einsparmaßnahmen (LED-Beleuchtung, Pumpen, Server etc.) angehen.

Die Gemeinschaftsschule Schillerschule (GemS) Heusweiler

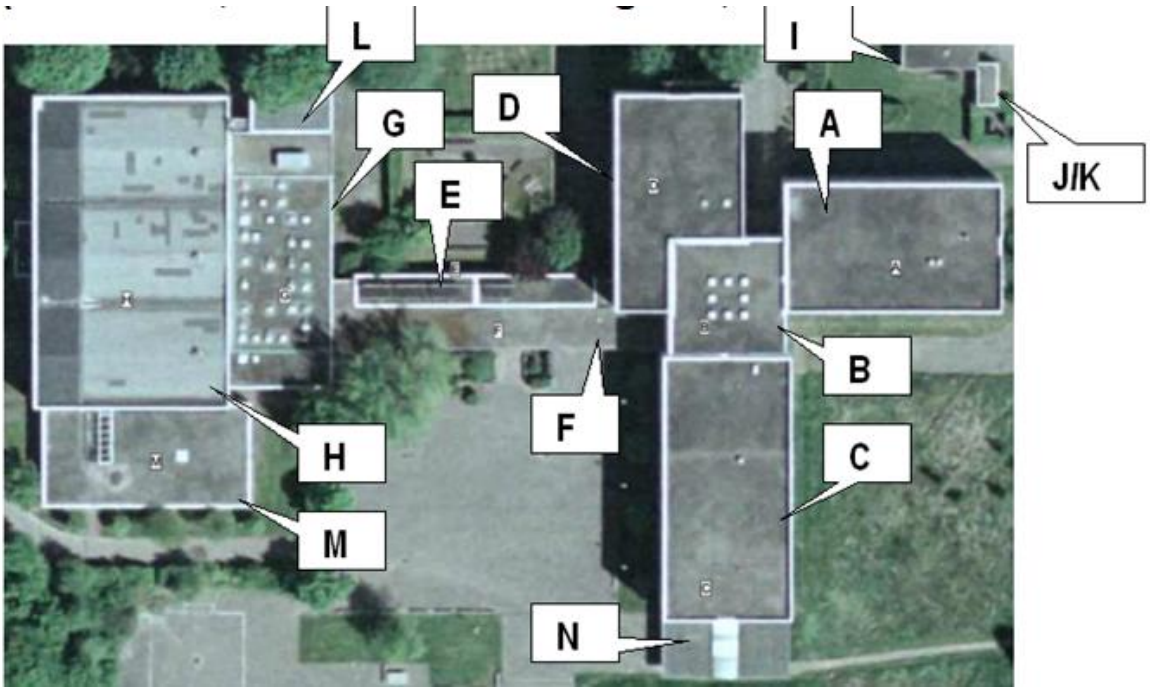
Zuerst ein aktuelles Luftbild mit eingeblendeter Maßeinheit (google)



Es sind hier 15 Dächer zu sehen mit folgenden Flächen:

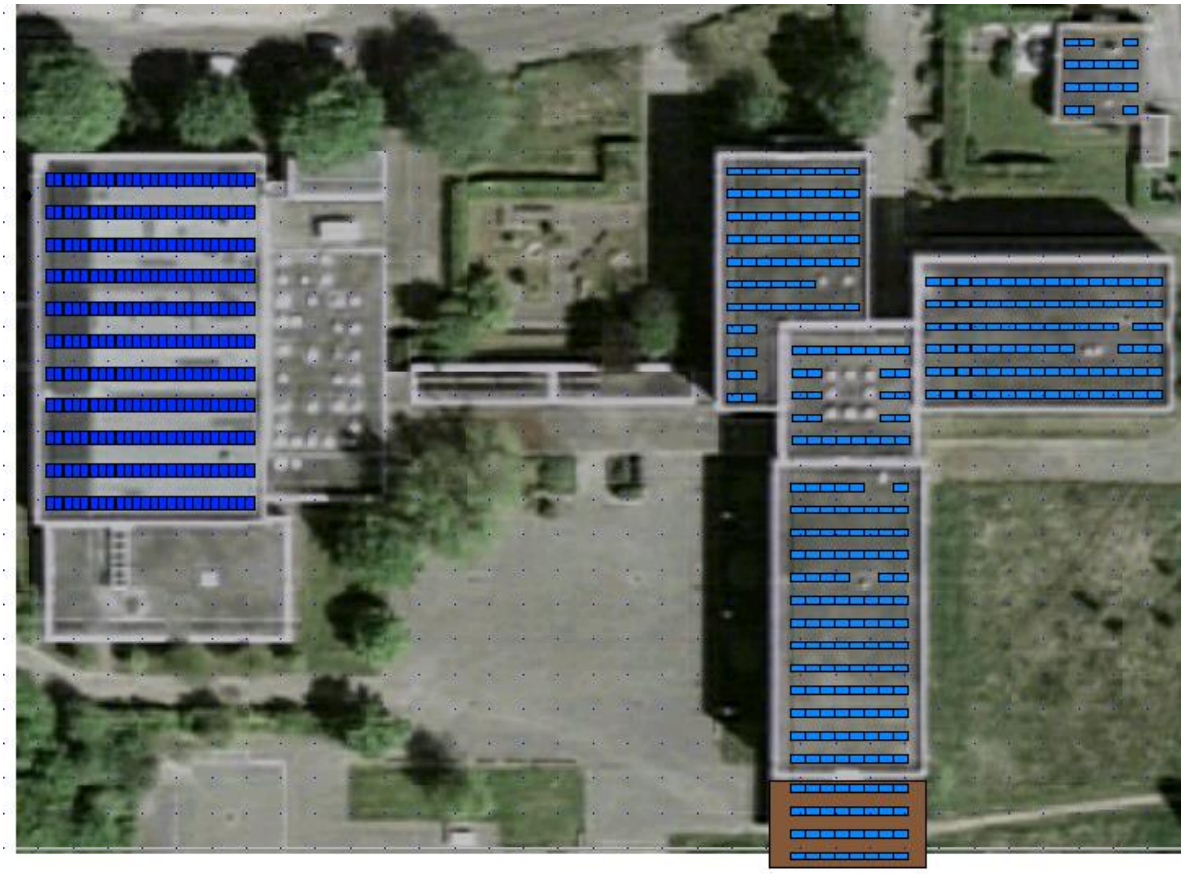
Dach A: Schulgebäude	510 m²	
Dach B: Schulgebäude	256 m²	
Dach C: Schulgebäude	648 m²	
Dach D: Schulgebäude	432 m²	
Dach E: Schulgebäude	165 m²	
Dach F: Pause	255 m²	
Dach G: Umkleide	490 m²	
Dach H: Sporthalle	1.140 m²	(2009 erneuert)
Dach I: Hausmeister	110 m²	
Dach J/K: Garagen	42 m²	
Dach l: Heizung	69 m²	
Dach M: Cafeteria	180 m²	(Neubau 2009)

Die Dächer F (Pause), I (Hausmeister) J/K (Garagen) und L (Heizung) lassen sich aufgrund der Verschattung durch die umliegenden Gebäude und das Dach G (Umkleide) aufgrund der vielen Lichtkuppeln nur im sehr geringen Ausmaß mit PV-Modulen belegen. Für diese Dächer sollte von einer Belegung mit PV-Modulen abgesehen werden.



Friedrich Schiller GemS mit den einzelnen Gebäudeteilen

Eine mögliche Belegung der Flächen der Dächer des GemS könnte grob wie folgt aussehen:



(Bild: Vortrag Dr. Alexander Dörr Juni 2010)

Die drei Dächer A, C und D der Schulgebäude lassen eine Installation von (6 * 16 – 3) + (13 * 8 -2) + (7 * 9) Modulen = 258 Modulen zu. Nimmt man noch die Dächer N und B hinzu, lassen sich weitere 48 Module zusätzlich installieren. Die Module haben die Maße 1,001 m mal 1,650 m und werden mit etwa 15° Aufständerung nahezu südlich in Reihen auf die Flachdächer montiert. Der Sicherheitsabstand zur Attika ist einzuhalten. Mit einer Leistung von 315 Wpeak pro Modul ergibt sich hier eine PV-Anlage der Leistung von etwa 96,39 kWp. Mit einer solaren Jahresstromerzeugung von ca. 960 kWh/kWpeak ergibt sich ein Gesamterzeugungsstrom der PV-Anlage von ca. 92.500 kWh. (Die mögliche PV-Anlage auf dem Dach H Sporthalle hat min. 168 Module und damit eine Größenordnung von 50 kWp mit einer Jahresstromerzeugung von 48.000 kWh).

Der Jahresstromverbrauch der GemS liegt 2018 bei 178.800 kWh. In der absoluten Nachtzeit (22:00 Uhr bis 05:00 Uhr) haben wir ein Anschlussleistung von knapp 7 kW und damit einen Jahresstromverbrauch NT von etwa 16.500 kWh/anno. Betrachtet man als nun dem "Tagstrom" HT (05:00 Uhr bis 22:00 Uhr), ergibt sich hierfür grob ein Jahresverbrauch von 162.300 kWh. Die Erzeugungswerte der angenommenen 96,39 kWpeak PV-Anlage, der Tagstromverbrauch übers Jahr und die angenommenen mittleren Anschlussleistungen im Schulbetrieb, in den schulfreien Tagen und in der Dämmerungszeit (05:00 – 07:00 Uhr und

20:00 – 22:00 Uhr) sowie die angenommene solare Stromselbstnutzung ist in folgender Tabelle als Näherungswert ermittelt.

Eigenverbrauchstool					
Schule			GemS Heusweiler		
Lage gegen Süd +/- in °			Süd		
Neigung in °			15		
PV-Anlagenleistung in kWp			96,4		
spez. Solarstromertrag im Jahr in kWh/kWp/a			960		
theoretischer Solarstromertrag im Jahr in kWh			92534		
Stromverbrauch HT (05.00-22.00 Uhr) in kWh:			162.300		
Küchenbetrieb			Ja		
Kategorie	**Bezeichnung**	**Tage**	**Zeit im h**	**mittlerer Anschluss-wert in kW**	**Strom-verbrauch**
I	regulärer Schultag	190	13	40	98.800
II	Wochenendsport	20	13	22	5.720
III	Sekretariat offen in Ferien	15	13	18	3.510
IV	Ferien tagsüber	140	13	17	30.940
V	Dämmerung	365	4	16,0	23.330
				∑ kWh	**162.300**
Kategorie	**jeweil. Anteil Solar in %**	**solare Nutzung**	**EV-Nutzungsgrad**	**ca. Solarstromeigenverbauch**	
I	45,00%	44.460	48,05%	**74%**	
II	30,00%	1.716	1,85%		
II	60,00%	2.106	2,28%		
IV	65,00%	20.111	21,73%		
V	2,00%	467	0,50%		
solare Gesamtnutzung im Jahr kWh		**68.860**	**74,42%**		

Tabelle 1: Eigenverbrauchsquote des solar erzeugten Stromes

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, beträgt der Eigenverbrauchwertes des solar erzeugten Stromes 74 %, d.h. ca. 68.000 kWh (74 % von 92.534 kWh) Solarstrom der PV-Anlage wird im Schulgebäude übers Jahr selbst verbraucht. Je nach genauem Nutzungsprofil und in Zukunft durchgeführter Maßnahmen zur Energieeinsparung (Beleuchtung auf LED, hocheffiziente Umwälzpumpen und Server) kann dieser Wert abweichen.

Mit der Annahme der 74 % Solarstromselbstnutzung, den Kosten für den Strombezug von 21 ct/kWh vom Stromanbieter und den jeweiligen Annahmen von Installationskosten, Betriebskosten und Zinskosten ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Eine Rendite auf Eigenkapital wird nicht gerechnet, da die Projekte voll finanziert werden.

Die wichtigsten Parameter im Einzelnen (siehe Werte in Tabelle 2):

Größe der PVA:	96,39 kWpeak
Spez. Ertrag der PV-Anlage:	960 kWh/kWpeak/anno mit 0,25 % Degr.
Anschaffungskosten der PVA ca.:	90.000 € netto (ohne Zählerumbaukosten)

Zinskosten über Laufzeit von 10 Jahre: 1 %

jährliche Betriebskosten und Rücklage ca.: 1220 €/a netto

jährliche Inflation auf die Betriebskosten: 2 %

EEG- Vergütungssätze für Inbetriebnahme Juni 2019

Strombezugspreis netto: 21 ct/kWh

EEG- Umlage auf selbstgenutzten Strom: 40 % von derzeit 6,405 ct/kWh

auf die Bewertung der über die Laufzeit mögliche Strompreisentwicklung wird verzichtet

Eigenverbrauchsquote solaren Stromes: 74 %

Solar-Check 2019: DGS-Saar für die geplante Solarstromanlage von: **RVSB Juni 2019**

PVA GemS 96,39 kW	Ihre Solaranlage		Eingabefelder	PV-Anlage	Süd 306 Module * 315 Wp mit 505 m² Modulfläche
Peak-Leistung des Solargenerators	96,390	kWp	Dach / FreiF=0/1	0	Eingabe: 0 für Dach, 1 für PVFF 48,172
Jährlicher spezifischer Stromertrag: 1. Jahr	960	kWh/kWp	Saarbrücken: Südausrichtung, 29° Neigung, ohne Schatten; PR=80% max. 960 kWh/kWp/a		
GU-Nettokosten Solargenerator kompl.	90.000,00	EUR	entgültige Netto-Kosten der fertige und inbetirebgenommenen PV-Anlage		
Projektierung	0,00	EUR	nur PV-FFA: Kosten für Planung, FNP, B-Plan, Umweltverträglichkeit, Ausgleichsmaßnahr		
Förderung Bund	0,00	EUR	Mittelspannungsleitung der GroßPVA:Trafostation PVA --> Einspeisepunkt Mittelspannun		
Abbaurücklage PV-FFA	0,00	EUR	*) Die Mehrwertsteuer wird aufgrund der		
Summe PV-Anlage Netto	90.000,00	EUR	Unternehmerregelung vom Finanzamt zurückerstattet und		
Summe PV-Anlage Brutto *)	107.100,00	EUR	daher in die Finanzierung nicht einbezogen.		
Spezifischer Nettopreis pro 1 kWp PV	933,71	EUR/kWp	Gewerbeanmeldung i.d.R. bei Pacht und großen PVA		
Eigenkapital	0,00	EUR	Welchen Betrag haben Sie als Eigenkapital vorgesehen?		
Benötigtes Fremdkapital	90.000,00	EUR	Bankkredit: Solarkredit Hausbank, KfW-Kredit		
Zinssatz Fremdkapital	1,00		Zinssatz für Ihr Fremdkapital, Solarkredit : 1,5 % bis 2,5 % nom..		
Laufzeit Fremddarlehen: 1<=Zeit<=20	10	Jahre	i.d.R.:10 oder 15 Jahre		
Disagio	0	%	einbehaltenes Disagio (z.B. 4% Disagio bei 96% Kreditauszahlung)		
Tilgungsfreie Zeit	0	Jahre	Beginn der Rückzahlung des Kredites: (direkt, nach einem Jahr, nach zwei Jahren)		
Bürgerbeteiligung à 500 €	0,00	EUR			
Zinssatz eff. Kosten Klimasparbrief	2,50	%			
Laufzeit f e s t auf 5 Jahre !!!	5	Jahre			
Einspeisevergütung EEG < = 10 kWp	0,1089	EUR	Vergütungssatz 100% für PV-Dachanlagen bis 10 kWp: in €/kWh		
Einspeisevergütung EEG von 10 - 40 kWp	0,1059	EUR	Vergütungssatz 100% für PV-Dachanlagen ab 10 kWp bis 40 kWp in €/kWh		
Einspeisevergütung EEG von 40 - 750 kWp	0,0767	EUR	Vergütungssatz 100% für PV-Dachanlagen ab 40 kWp bis 750 kWp in €/kWh		
Einspeisevergütung EEG 1-750kWp, PVFFA	0,0753	EUR	Vergütungssatz 100% für PVFFA / sonstige in €/kWh		
Wert der Stromverdrängung abzgl Umlage EE	0,1844	EUR	Wert der Stromverträngung (bei >10 kWp abzgl. 40 % der EEG-Unlage)		
Erzeugungserlös (EEG+Verb.) der PV-Anlage	0,15962	EUR	EEG - Vergütungssatz für die hier projektierte aufbauliche bzw FF- PV-Anlage in €/kWh		
Summe jährlicher Ertrag: 1. Jahr	14.769,94	EUR			
Abschreibungsdauer der Anlage linear	20	Jahre	AfA: hier linear (z.B. auf 20 Jahre = 5 % / anno linear)		
Jährliche Leistungsminderung	0,25	%	Leistungs-Garantie 20-Jahre für 80% der Modulleistung; (laut Lit. aber ca. 95% nach 20 a)		
Inflationsrate für Nebenkosten	2,00	%	Inflationsrate für Position Neben-Kosten		
Pachtzins: Prozente vom jährl. EEG- Ertrag	0,00	%	Pachtzins: bei Dach: max. 8 %, bei Freigelände: max. 5 % der jährlichen Solarstromvergütung		
ca. jährliche Pacht+Nebenkosten (1.Jahr):	1.224,03	EUR	Zählergebühren, Steuerberater, Versicherung, Betriebsführung, Rücklagen Instandh., Pacht,...		
Eigennutzungsanteil in und nach EEG_Zeit!	74	%	Wieviel % des Stromes können Sie jetzt und nach 20 Jahren selbst nutzen ?		
Eigengenutzer Strom nach EEG-Zeit	65.295	kWh	hier ist die Leistungsminderung nach 20 Jahren berücksichtigt		
Zu verkaufender Strom nach EEG-Zeit	22.941	kWh			
Kosten "Steckdosenstrom" ab 2040	0,25	EUR/kWh	Wieviel EUR würden Sie netto zahlen, wenn Sie den eigenerzeugten Strom zukaufen **)		
Vergütung Stromverkauf ab 2040	0,10	EUR/kWh	Wievel EUR zahlt Ihnen der Stromnetzbetreiber netto für die eingespeiste kWh **)		
			**) Achtung: Schätzung der Strompreise für das Jahr 2040 !!!		
Annuität (Zins + Tilgung des Kredites)	9.502,39	EUR/Jahr	jährl. Belastung duch Zins und Tilgung während der Kreditlauf		Stand: 20.03.2019 AD

Tabelle 2: Eingangsdaten der Wirtschaftlichkeitsberechnung

In der nun folgenden Tabelle 3 sind die Solarstromgewinne (EEG-Vergütung des ausgespeisten Solarstromes zzgl. der Einsparung für den selbstgenutzten Solarstrom) abzgl. der Kreditkosten und Tilgung sowie der Betriebskosten gerechnet. Somit ergeben sich die liquiden Mittel aus dem Projekt, die – vor Abschreibung und sonstigen steuerlichen Betrachtungen -über 20 Jahre ca. 163.000 € (Verlauf siehe auch folgendes Diagramm) bzw. beim Betrieb auf 25 Jahre hin ca. 243.000 € ergeben.

											Steuerliche Betrachtung				
	Jährliche Einspeise-vergütung	eta von 100 %	Tilgung Fremdkapital	Restschuld FK am Jahresende	Zinsen Fremd-kapital	Tilgung Bürgebetei-ligung	Zinsen Bürgebetei-ligung	Diasagio + Pacht + jährl. Kosten	Liquide Ergebnisse	Kumulierte Liquide Ergebnisse	Abschrei-bung (AfA)	Buchwert der Anlage	Steuerl. wirksame Ausgaben	Ergebnis vor Steuern	Kumulierte Ergebnis v. Steuern
Jahr	EUR	%	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
1	14.770	100,00	8.602	81.398	900		0	**1.224**	4.044	4.044	4.500	85.500	2.124	8.146	8.146
2	14.733	99,75	8.688	72.709	814		0	1.249	3.982	8.026	4.500	81.000	2.062	8.171	16.316
3	14.696	99,50	8.775	63.934	727		0	1.273	3.920	11.946	4.500	76.500	2.001	8.196	24.512
4	14.659	99,25	8.863	55.071	639		0	1.299	3.858	15.804	4.500	72.000	1.938	8.221	32.733
5	14.623	99,00	8.952	46.119	551	0	0	1.325	3.795	19.600	4.500	67.500	1.876	8.247	40.980
6	14.586	98,76	9.041	37.078	461			1.351	3.732	23.332	4.500	63.000	1.813	8.274	49.254
7	14.550	98,51	9.132	27.946	371			1.378	3.669	27.001	4.500	58.500	1.749	8.301	57.555
8	14.513	98,26	9.223	18.723	279			1.406	3.605	30.606	4.500	54.000	1.685	8.328	65.882
9	14.477	98,02	9.315	9.408	187			1.434	3.541	34.146	4.500	49.500	1.621	8.356	74.238
10	14.441	97,77	9.408	0	94			1.463	3.476	37.622	4.500	45.000	1.557	8.384	82.622
11	14.405	97,53	0	0	0			1.492	12.913	50.535	4.500	40.500	1.492	8.413	91.035
12	14.369	97,28	0	0	0			1.522	12.847	63.382	4.500	36.000	1.522	8.347	99.382
13	14.333	97,04	0	0	0			1.552	12.781	76.162	4.500	31.500	1.552	8.281	107.662
14	14.297	96,80	0	0	0			1.583	12.714	88.876	4.500	27.000	1.583	8.214	115.876
15	14.261	96,56	0	0	0			1.615	12.646	101.522	4.500	22.500	1.615	8.146	124.022
16	14.226	96,31	0	0	0			1.647	12.578	114.100	4.500	18.000	1.647	8.078	132.100
17	14.190	96,07	0	0	0			1.680	12.510	126.610	4.500	13.500	1.680	8.010	140.110
18	14.155	95,83	0	0	0			1.714	12.441	139.051	4.500	9.000	1.714	7.941	148.051
19	14.119	95,59	0	0	0			1.748	12.371	151.422	4.500	4.500	1.748	7.871	155.922
20	14.084	95,36	0	0	0			1.783	12.301	163.723	4.499	1	1.783	7.802	163.724
	288.487		**90.000**		**5.024**	**0**	**0**	**29.741**	**Kontostand:**	**163.722,61**	**Eigen-Kapital-Rendite:**		**#DIV/0!**	**% in den 20 Jahren EEG**	
	Summe EEG				Summe Zins			Summe NK			**EK-Rendite + Restwert:**		**#DIV/0!**	**% in den 20 Jahren EEG**	
	Eingesparte Stromkosten + Vergütung aus Stromverkauf							Sonstige jährliche Kosten	Liquide Ergebnisse	Kumulierte Liquide Ergebnisse	Abschrei-bung (AfA)	Buchwert der Anlage	Steuerl. wirksame Ausgaben	Ergebnis vor Steuern	Kumulierte Ergebnis v. Steuern
21	18.618	95,12						1.819	16.799	180.522	0	1	1.819	16.799	180.523
22	18.246	94,88						1.855	16.390	196.912	0	1	1.855	16.390	196.913
23	17.881	94,64						1.892	15.988	212.900	0	1	1.892	15.988	212.901
24	17.523	94,41						1.930	15.593	228.493	0	1	1.930	15.593	228.494
25	17.173	94,17						1.969	15.204	243.697	0	1	1.969	15.204	243.698
Zwischenergebnis nach 25 Jahren (Hinweis für Restwert nach EEG-Zeit)									**Kontostand:**	**243.697**					

Der spezifische Ertrag ist ein über Jahre erfasster Durchschnittswert.
Der tatsächliche Ertrag ist von den meteorologischen Gegebenheiten abhängig und kann nicht garantiert werden.
Die zu Grunde liegenden Werte basieren auf dem EEG vom 01.01.2018.
Für Fehler wird keine Haftung übernommen. Es wird dringend empfohlen, die Daten mit Ihrer Hausbank und Ihrem Steuerberater durchzusprechen. *Ohne Gewähr, Irrtum Vorbehalten!!!*

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeitsberechung mit kumulierten Erträgen auf 20 bzw. 25 Jahre

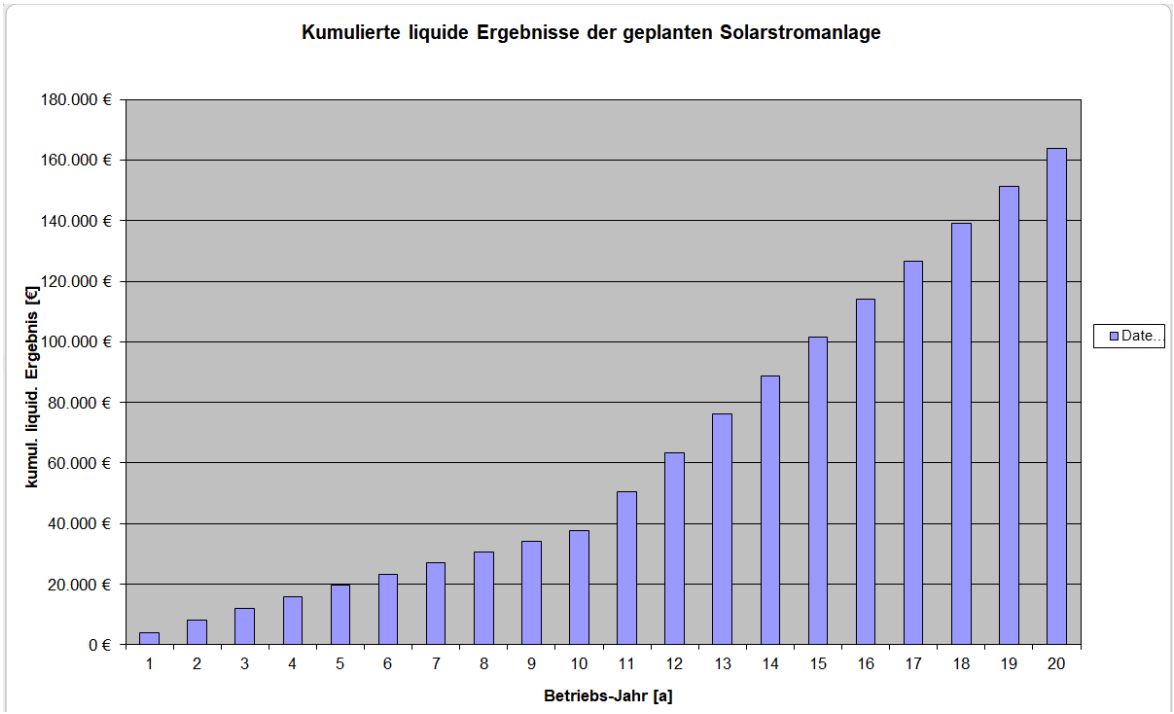


Diagramm 1: kumulierte liquide Ergebnisse der PV-Anlage über 20 Jahre gerechnet

Fazit: Parallel zur anstehenden Sanierung und Dämmung der Dächer die PV-Anlage projektieren und in der Größe von ca. 96 kWpeak ausschreiben, parallel dazu Netzanfrage bei den energis Netzbetrieben, dann zeitnaher Aufbau und Inbetriebnahme der Solar-stromanlage und Einsparmaßnahmen (LED-Beleuchtung, Pumpen, Server etc.) angehen.