



Projektentwicklung & Management
Erneuerbare Energien & Elektromobilität

Machbarkeitsstudie Photovoltaik

Objekt:

Kläranlage Billerbeck

Hamern 21a

48727 Billerbeck

Variante 4
progres.nrw (40 %)
+
Billigkeitsrichtlinie

Anlagenkonzept – Variante 4, Übersicht



Anlagengröße	50,17 kWp
Ausrichtung/Neigung	Flachdach: Ost-West / 10° Schrägdach: Südwest / 10°

Anlagenkonzept	Eigenverbrauch + Überschusseinspeisung
----------------	---

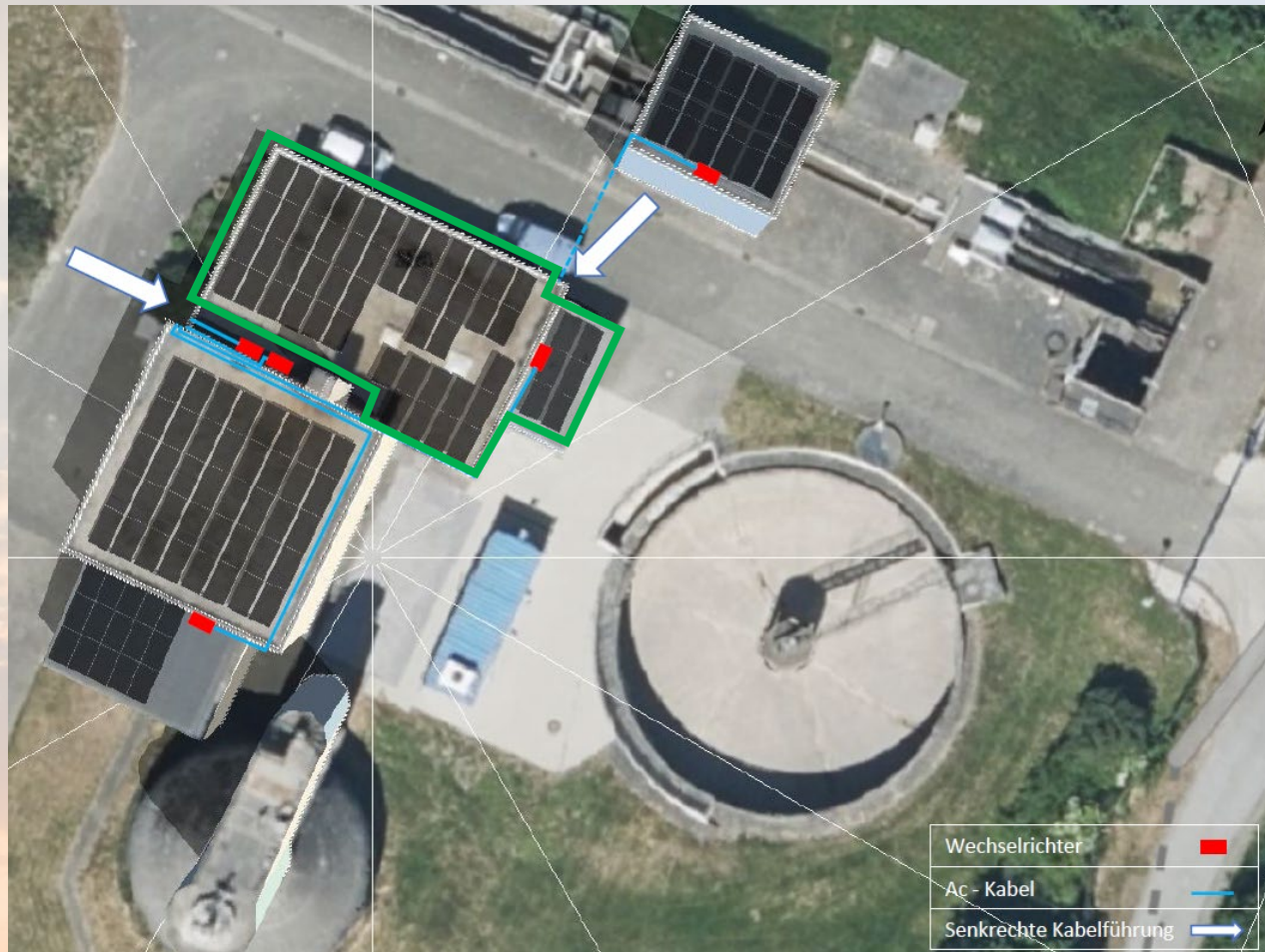
Solarwechselrichter	5 Stk
Micro Wechselrichter	54 Stk

Speichersystem	1 Stk
Kapazität	96 kWh
Leistung	85 kW

In der vorliegenden Variante werden die verfügbaren Dachflächensegmente maximal mit PV-Modulen belegt. Um Verschattungsverluste zu minimieren, werden Leistungsoptimierer eingesetzt.

Ein weiterer Bestandteil dieses Systems ist ein Batteriespeicher mit einer Kapazität von 96 kWh. Der Autarkiegrad beträgt 28,5 %, wodurch ca. 7.358 kWh weniger aus dem Netz bezogen werden müssen.

Anlagenkonzept – Variante 4, Kabelplan und Anlagenoptimierung



Kabelplan und Anlagenoptimierung

Auf Basis der Erkenntnisse der Begehung des Standortes wird ein Kabelplan entwickelt.

Die Installation der Wechselrichter ist auf dem Dach bzw. an der Fassade vorgesehen (rot).

Für die hinzugekommenen und ausschließlich nach Südost ausgerichteten Module wird ein separater Wechselrichter installiert.

Um Performance-Verluste durch Verschattungen einzelner Module zu reduzieren, werden für das grün eingrahmte Modulfeld zudem insgesamt 54 sog. Leistungsoptimierer eingesetzt. Die Verschattungsverluste lassen sich auf diese Weise im Vergleich zu einem nicht optimierten Modulfeld von 11,8 auf 9,7 % reduzieren.

Anlagenkonzept – Variante 4, Batteriespeicher



Hersteller	Tesvolt
Modell	TESVOLT TS-I HV 100E (96,0 kWh) + TVPCS-85
Anzahl	1 Stk
Kapazität / Leistung	96 kWh / 85 kW
Max. C-Rate	1,0 C / 0,88 C (WR-seitig)
Erwartete Zyklen	6.000 Vollzyklen (1,0 C) 8.000 Vollzyklen (0,5 C)
Garantie, System	5 Jahre
Garantie, Kapazität	10 Jahre
Einsatzgebiete	Eigenverbrauchsoptimierung, Ersatzstrom, Peak-Shaving

Als stationärer Batteriespeicher wird ein Tesvolt TS-I HV 100E mit integrierten Wechselrichtern (WR) eingeplant.

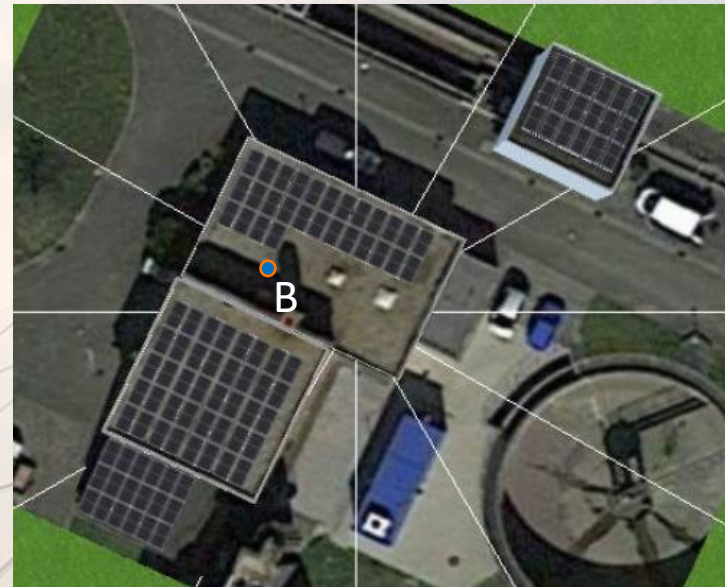
Das System ist für den Einsatz im gewerblichen Bereich konzipiert und erlaubt mit der technischen Ausstattung neben der Eigenverbrauchsoptimierung auch eine echte Ersatzstrommöglichkeit. Zudem kann der Batteriespeicher zur Lastspitzenkappung eingesetzt werden und in der Spitze 85 kW Leistung bereitstellen. Bisher aufgetretene Lastspitzen von 64 kW (z. B. bei Starkregenereignissen) lassen sich daher über den Speicher bedienen.

Insgesamt kann der Batteriespeicher bei maximalem Leistungsabruf 6.000 mal voll be- und entladen werden. Bei 56 Vollzyklen pro Jahr (gemäß PV*SOL Simulation) ergibt sich eine Zyklenlebensdauer von > 30 Jahren.

Die Batteriemodule des Speichersystems werden im Keller auf einen im Rahmen der Installation zu erweiternden Sockel montiert (blau). Dort findet auch der dazugehörige Schrank für die Leistungselektronik (hier: zwei Batteriewechselrichter Module) Platz.



22.11.2022



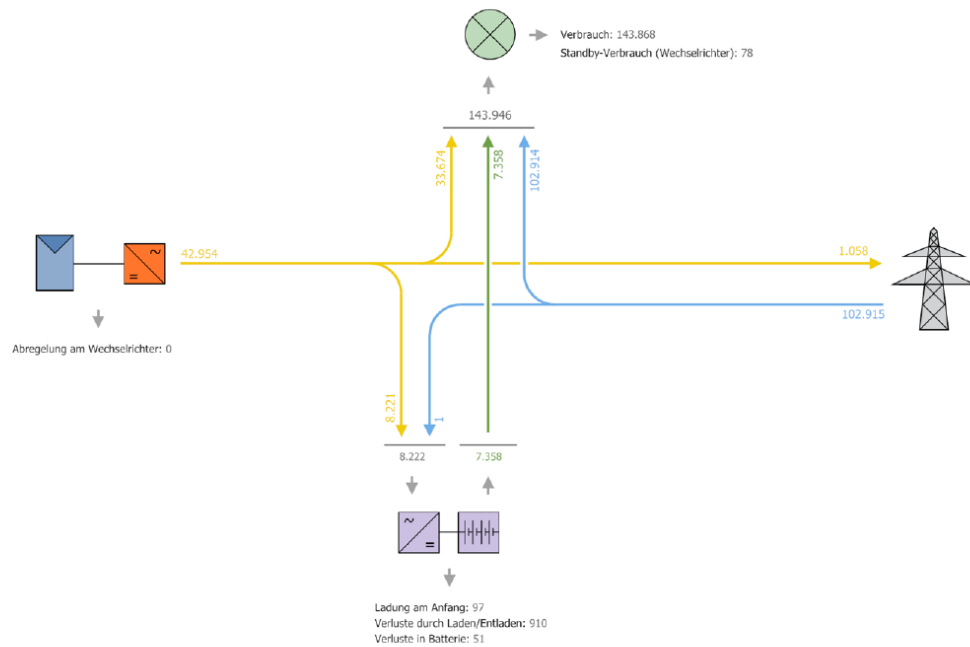
Bearbeiter, enlop GmbH

10

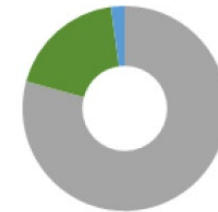
Anlagenkonzept – Variante 4, Simulationsergebnisse

Energiefluss-Grafik

Projekt: Kläranlage Billerbeck

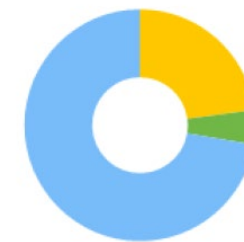


PV-Generatorenergie (AC-Netz)



■ Direkter Eigenverbrauch
■ Batterieladung
■ Abregelung am Einspeisepunkt
■ Netzeinspeisung

Gesamtverbrauch



■ gedeckt durch PV
■ gedeckt durch Batterie netto
■ gedeckt durch Netz

Anlagenkonzept: Eigenverbrauch mit Überschusseinspeisung

Der produzierte Strom wird über ein Energiemanagement wie folgt priorisiert:

1. Direkter Eigenverbrauch
2. Batterie laden (falls möglich)
3. Gemäß Vorschrift abregeln (falls nötig)
4. Ins öffentliche Netz einspeisen

PV-Generatorleistung	50,17 kWp
Jahresertrag	42.954 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	854,69 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	84,54 %
Ertragsminderung durch Abschattung	9,7 %/Jahr

Direkter Eigenverbrauch	33.674 kWh/Jahr
Batterieladung	8.221 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	97,5 %
Autarkiegrad	28,5 %

Vermiedene CO₂-Emissionen 19.700 kg/Jahr

Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung entspricht	1.058 kWh/Jahr 2,46 % des Jahresertrags

Vorplanung – Komponenten & Stückliste

#		Typ	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		Hanwha Q.CELLS	Q.PEAK DUO ML-G9 395 Rev1	127	Stk
2	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-15KTL-M0	2	Stk
3	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-5KTL-M0	1	Stk
4	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000-6KTL-M0	2	Stk
5	Leistungsoptimierer		Huawei Technologies	SUN2000 450W-P	54	Stk
5	Batteriesystem		Tesvolt	TESVOLT TS-I HV 100E (96,0 kWh) + TVPCS-85	1	Stk
6	Kabel			AC-Kabel 3-phasig 4 mm ² Kupfer	57	m
7	Kabel			Strangleitung 4 mm ² Kupfer	242	m
8	Kabel			AC-Kabel 3-phasig 6 mm ² Kupfer	122	m
9	Komponenten			Erzeugungszähler	1	Stk
10	Komponenten			Gebäudeanschluss	1	Stk
11	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stk
12	Kabel			MC4 Stecker	46	Stk

Anlagenkonzept – Variante 4, Wirtschaftlichkeit

Anlagendaten			#
PV-Generatorleistung	50,17	kWp	[1]
Verbrauch gedeckt durch PV-Anlage und Batterie	41.032	kWh/Jahr	[2]
Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	1.058	kWh/Jahr	[3]
Inbetriebnahme der Anlage	01.01.2023		[4]
Betrachtungszeitraum	20	Jahre	[5]
Zahlungsübersicht			
spezifische Investitionskosten (brutto)	3.669,89	€/kWp	[6]
Investitionskosten (brutto)	184.100,00	€	[7]
PV-System (inkl. Mirco Wechselrichter)	75.000,00	€	[8]
Leistungsoptimierer	3.500,00	€	[8.1]
Speichersystem	105.600,00	€	[9]
Förderungen	106.240,00	€	[10]
progres.nrw (40 %)	72.240,00	€	[10.1]
Billigkeitsrichtlinie	34.000,00	€	[10.2]
Jährliche Kosten	2.301,25	€/Jahr	[11]
Wirtschaftliche Kenngrößen			
Gesamtkapitalrendite	18,84	%	[12]
Kumulierter Cashflow	235.802,56	€	[13]
Amortisationsdauer	5,1	Jahre	[14]
Stromgestehungskosten	0,1582	€/kWh	[15]

Die Gesamtinvestition für das PV-Speichersystem beläuft sich auf [7].

Bezogen auf die PV-Leistung ergeben sich spezifische Investitionskosten von [6].

Die Stromgestehungskosten sind ein Modell, um die Kosten des PV-Speichersystems mit den gängigen Netzbezugskosten vergleichbar zu machen. Sie ergeben sich aus den Investitionskosten (abzgl. möglicher Förderungen), den laufenden Kosten über 20 Jahre und dem Gesamtertrag der Anlage im gleichen Zeitraum.

Eine Kilowattstunde aus dem PV-Speichersystems kostet den Anlagenbetreiber demnach [15].

Durch die Nutzung des PV-Speichersystems können demnach etwa 25,83 ct/kWh eingespart werden. Perspektivisch kann dieser Wert für die Einsparung weiter steigen, sofern die Strombezugspreise ebenfalls weiter anziehen.

Das Land NRW gewährt eine Förderquote von 40 % auf die Anschaffungskosten. Zudem stehen weitere 34.000 EUR über die Billigkeitsrichtlinie zur Verfügung. Demnach reduziert sich der Eigenanteil um insgesamt [10].

Die jährlichen Betriebskosten belaufen sich auf [11] pro Jahr und beinhalten Aufwendungen für regelmäßige Wartungen, Versicherungen und Reparaturen.

Anlagenkonzept – Variante 4, Wirtschaftlichkeit

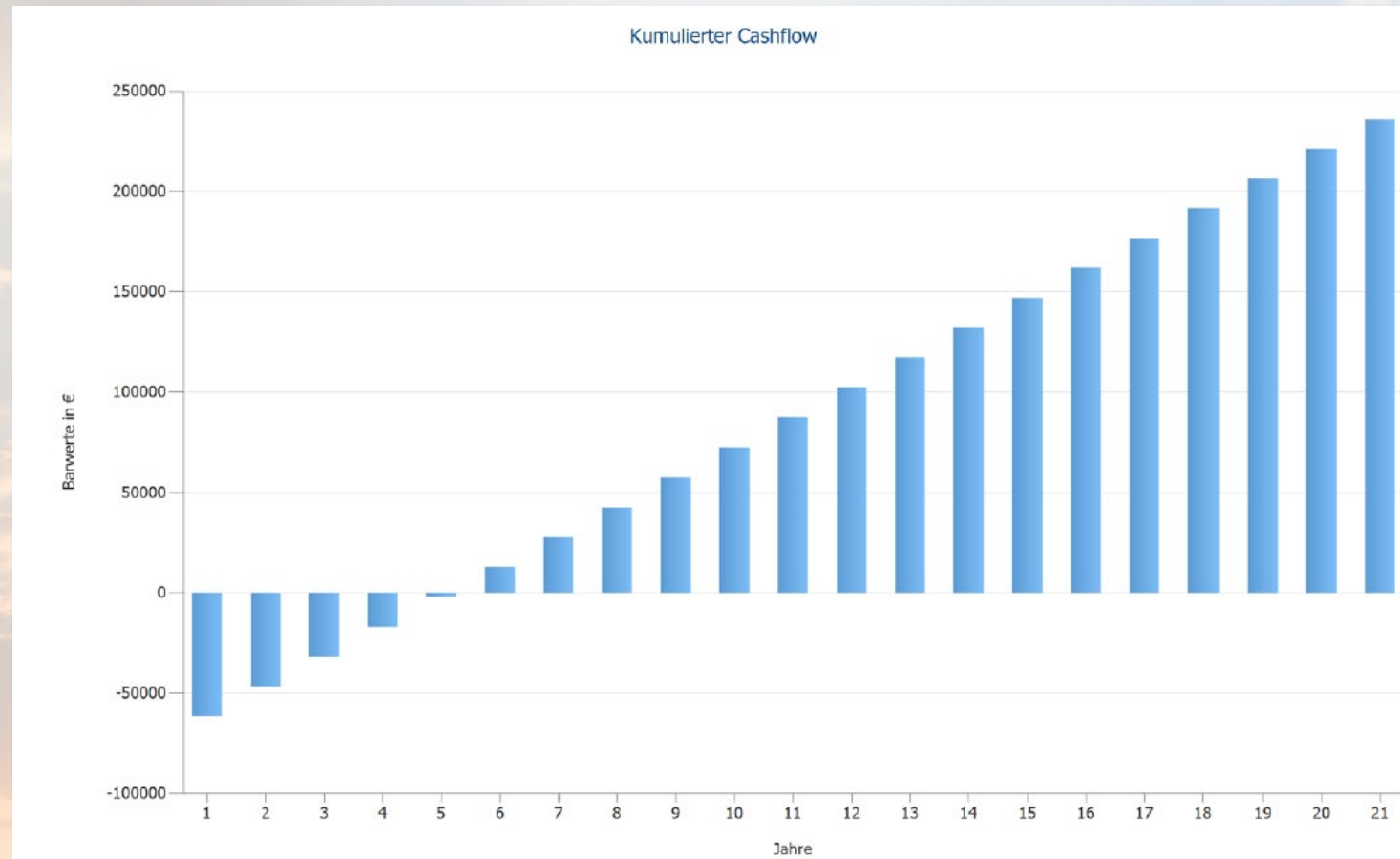
EEG 2023 (Januar) - Einspeisevergütung – Gebäudeanlagen			
Spezifische Einspeisevergütung	0,0706	€/kWh	[16]
Arbeitspreis (Annahme)			
Arbeitspreis	0,4165	€/kWh	[17]
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	0,5	%/Jahr	[18]
Vergütung und Ersparnisse			
Gesamtvergütung im ersten Jahr	74,655	€/Jahr	[19]
Ersparnisse im ersten Jahr	17.056,98	€/Jahr	[20]

Die Einnahmen aus dem Stromverkauf im Rahmen der Überschusseinspeisung belaufen sich auf [19] pro Jahr. Die Ersparnisse durch den geringeren Strombezug sind mit [20] hingegen deutlich höher.

In Summe ergibt sich aus dem Stromverkauf und den Einsparungen abzgl. der jährlichen Betriebskosten ein **finanzieller Vorteil von ca. 14.830,00 EUR pro Jahr**.

Unter Berücksichtigung der Investitionsförderung wird sich das PV-Speichersystem nach etwa **5,1 Jahren** amortisieren.

Anlagenkonzept – Variante 4, Wirtschaftlichkeit



Die Amortisationszeit des betrachteten PV-Speichersystems beläuft sich mit einer Fördersumme von 106.240 EUR nun auf **5,1 Jahre**.

Der kumulierte Cashflow nach 21 Jahren, welcher sich nach wie vor hauptsächlich aus den Stromeinsparungen zusammensetzt, verringert sich auf 235.802,56 EUR.

In Bezug auf den vergrößerten Batteriespeicher sind höhere Leistungen zur Kompensation von Leistungsspitzen möglich. Somit sind zu Zeiten höherer Leistungsbedarfe größere Einsparungspotenziale als in der vorherigen Variante realisierbar.

Dabei ist zu beachten, dass für diese Funktionalität der Speicher regelmäßig vollgeladen werden muss. Das BHKW kann hier einen positiven Beitrag leisten, ebenso die in Zukunft vorgesehene Windkraftanlage mit ca. 30 kW Nennleistung.

Eine zusätzliche Ladung aus dem Netz ist daher voraussichtlich nicht notwendig. Da die Erträge auf der Erzeugungsseite perspektivisch ansteigen, erscheint eine größere Batteriespeicherkapazität sinnvoll und zukunftsicher.

Um die Potentiale einer umfassenden Batteriespeicherintegration analysieren zu können, sind die spezialisierten Planer des Herstellers hinzuzuziehen. Dies gilt insbesondere für die Konfiguration des Energiemanagementsystems, welches neben dem Solarstrom auch die Stromerzeugung aus BHKW und Windkraftanlage steuern wird.



Vielen Dank

Kontakt

Eugen Eichmann

Geschäftsführung

eichmann@enlop.de

+49 157 86 555 921

Oliver Geissler

Projektleiter

oliver.geissler@enlop.de

+49 176 3422 9619