

Magistrat der Stadt Groß-Umstadt



Kläranlage Groß-Umstadt

Photovoltaikanlage

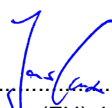
Projekt - Nr.: 9473-02

Vorplanung

Aufgestellt im Dezember 2021

IGK - Ingenieurgesellschaft Kemmerer mbH
Spessartstraße 58

63755 Alzenau


.....
Dipl. Ing. (FH) Jens Cunz


.....
I. A. Matthias Böcher

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung.....	2
2	Grundlagen	2
3	Bestand	3
3.1	Netz-Stromversorgung.....	3
3.2	BHKW-Stromversorgung	5
3.3	Niederspannungshauptverteilung (NSHV).....	6
3.4	Aufbauflächen	6
4	PLANUNG	7
4.1	Allgemeines.....	7
4.2	Ausführungen einer PV-Anlage	9
4.3	Technik einer PV-Anlage	15
4.4	Fazit	18
5	Anlagen	19
5.1	Anlage: Kostenschätzung	19
5.2	Anlage: Netzkonfigurator (Bestand).....	20
5.3	Anlage: Netzkonfigurator (Planung).....	21

1 Veranlassung

Die Stadt Groß-Umstadt beabsichtigt auf dem Betriebsgelände der Kläranlage Groß-Umstadt eine PV-Anlage zu installieren. Die Auslegung der PV Anlage sind Bestandteil dieser Planung.



2 Grundlagen

- Abstimmungsgespräche mit dem Auftraggeber
- Bestandsstromlaufpläne
- Anlagenbegehung 10/2021
- Das Vorschriftenwerk des IEC, sowie des VDE mit sämtlichen zutreffenden internationalen Normen und Bestimmungen
- auf der Kläranlage besteht ein Niederspannungsanschluss an das öffentl. Netz
- Verbrauchsdaten der Kläranlage aus 2020
- Die TAB-Niederspannung und Messkonzepte der e-netz Südhessen

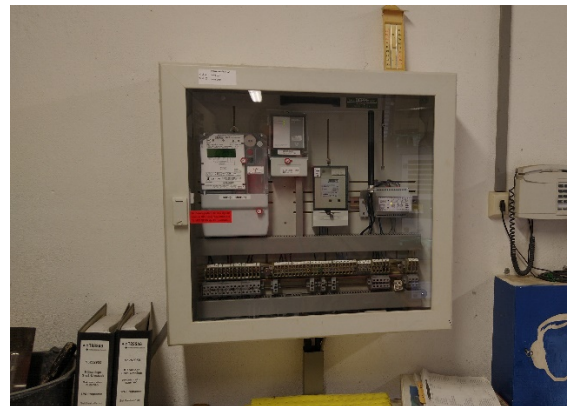
3 Bestand

3.1 Netz-Stromversorgung

Verteilnetzbetreiber:	e netz Südhessen
Netzverknüpfungspunkt:	Mittelspannung über <u>Ortsnetzstation</u> der e-netze auf dem KA-Gelände
Eigentümer Trafostation:	e netz Südhessen
Art des Anschlusses	Niederspannung
Art der Messung:	niederspannungsseitig mit GSM-Übertragung
Energiebezug effektiv:	
2019:	643.815 kWh
2020:	822.466 kWh
2021:	802.035 kWh (bis 15.12.2021)



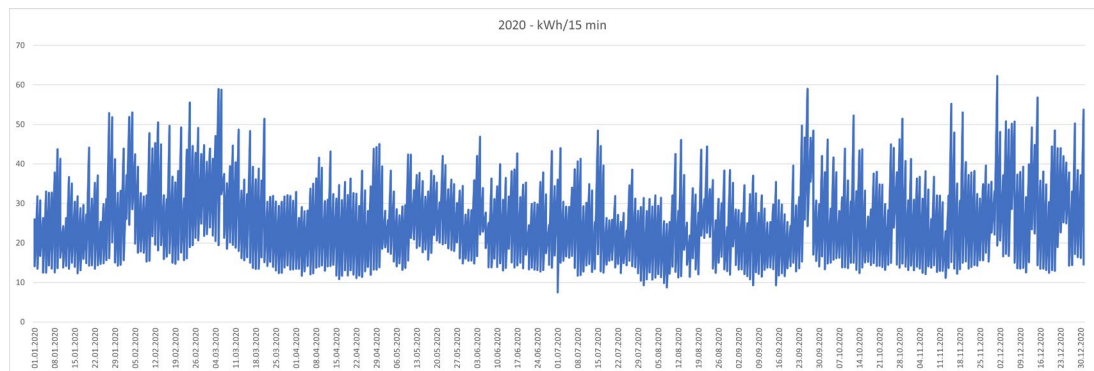
Trafostation und



Zählung Gesamtverbrauch in der Gebläsestation

3.1.1 Lastverhalten der Kläranlage

Hier der 15-minütigen Lastgang des Energiebezuges aus 2020:



60 kWh überwiegend in den Nachtstunden und

200 kWh überwiegend in den Tagstunden.

Der Mittelwert beträgt rd. 96 kWh.

3.2 BHKW-Stromversorgung

Leistung:	50 kW
Modulanzahl:	1
Art des Generators:	Asynchron
Erzeugereinheit:	EZE Typ 2
NA-Schutz:	kein
Art der Messung:	niederspannungsseitig mit GSM-Übertragung
Netzanschlusspunkt:	NSHV



Zählung Erzeugung BHKW

3.3 Niederspannungshauptverteilung (NSHV)

Die zentrale Energieverteilung erfolgt über die NSHV in der Gebläsestation.



NSHV

3.4 Aufbauflächen

Es stehen sowohl Dachflächen als auch Grünflächen für den Aufbau der PV-Anlage zur Verfügung.

4 PLANUNG

4.1 Allgemeines

4.1.1 Normative Grundlagen

Der Netzanschluss der Kläranlage Groß-Umstadt ist an der Mittelspannungsebene verknüpft. Zur Errichtung und Betrieb von Erzeugungsanlagen <135 kW sind folgende Normen und Richtlinien zu beachten:

- VDE AR-N 4105
- Technische Anschlussbedingungen (TAB) Niederspannung
- TransmissionCode

Bei Leistungen >135kW muss die

- VDE AR-N 4110

angewendet werden.

4.1.2 Anlagengröße und Auswirkungen

Abhängig von der Anlagengröße ist die Ausführung des geforderten Netz- und Anlagenschutzes:

Erzeugeranlagen bis 135kW

Gemäß den Richtlinien ist bei Erzeugeranlagen bis 135kW die VDE-AR-N 4105 anzuwenden.

D.h. die Gesamterzeugerleistung sämtlicher installierten Anlagen (BHKW, Windkraft, PV, etc.) muss unter 135kW liegen.

Auswirkung:

Relativ einfach zu realisierender zentraler Netz- und Anlagenschutz auf der Niederspannungsseite (z.B. in der NSHV).

Da ein Netz- und Anlagenschutz bei dem BHKW nicht vorhanden ist, muss dieser noch nachgerüstet werden.

Der Aufbau der Energieverteilung ist in Anlage „Netzkonfigurator Planung“ dargestellt.

Erzeugeranlagen größer 135kW

Es ist die VDE-AR-N 4110 anzuwenden.

Hier wird vorgeschrieben, den Netz- und Anlagenschutz mittelspannungsseitig auszuführen.

Im vorliegenden Fall hat der Niederspannungskunde kein Ein-/ Zugriff auf Einrichtungen der Mittelspannungsebene. Nach Rücksprache mit Herrn Österreicher vom Team Netzeinspeisemanagement der e-netz Südhessen werden auch keine Einrichtungen für den geforderten Netzschutz zur Verfügung gestellt. Hierfür hat der Verursacher, der Anlagenbetreiber selbst

zu sorgen. **D.h. um den geforderten Schutz ausführen zu können, muss eine kundeneigene Mittelspannungsebene geschaffen und eine komplette Trafostation errichtet werden.**

4.1.3 EEG

Nach der EEG sind folgende Kriterien für die Netzintegration zu beachten:

- Technische Einrichtung zur ferngesteuerten Leistungsreduzierung (100/60/30/0%) inkl. Istwertübertragung der erzeugten Leistung
- Registrierende Leistungsmessung

Für PV-Anlagen größer 100 kWp wird die Direktvermarktung für Voll- und Überschusseinspeisung verpflichtend. D.h. der Anlagenbetreiber schließt einen Vertrag mit einem Direktvermarkter und erhält vom Vermarkter den Börsenmarktwert seines Stroms und über den Netzbetreiber eine Marktprämie.

Das Verfahren stellt eine große Herausforderung für Anlagenbetreiber dar.

Es ist daher anzustreben die erzeugte Energie komplett selbst zu verbrauchen.

Weiterhin müssen für den Eigenverbrauch für Anlagen ab 30 kWp EEG-Umlagen in folgender Höhe entrichtet werden:

- in 2021: 2,6 ct/kWh
- ab 2022: 1,48 ct/kWh

4.1.4 Steuern

Wird vom Anlagenbetreiber der Strom nicht in das Netz eingespeist, sondern vollständig oder teilweise selbst verbraucht, ist eine unentgeltliche Wertabgabe zu versteuern (sofern aus der Anschaffung der Anlage ein Vorsteuerabzug geltend gemacht wurde). Der Betreiber muss deshalb für den selbst verbrauchten Strom eine Umsatzsteuer ans Finanzamt abzuführen.

Die steuerlichen Details sind mit einem Steuerberater abzuklären.

4.2 Ausführungen einer PV-Anlage

Für den Aufbau der Photovoltaik kommen folgende Techniken in Frage:



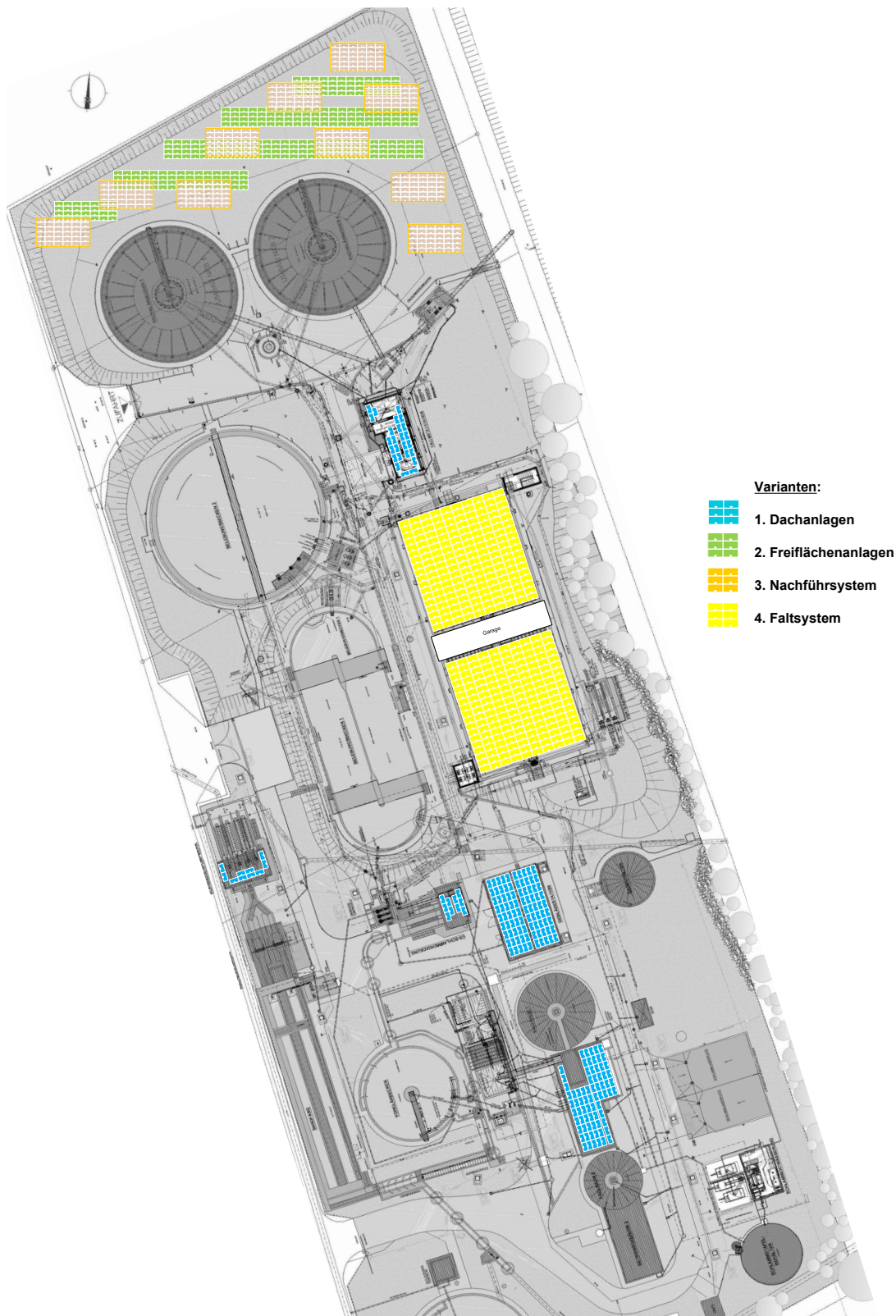
Bei einer Objektbegehung im Oktober 2021 wurde vom Auftraggeber angeregt, wenn möglich sämtlich zur Verfügung stehenden Flächen für den Aufbau einer PV-Anlage zu nutzen.

Bei der Planung wurde nun wie folgt vorgegangen:

- sämtliche in Betracht kommende Dachflächen ab 20m² wurden berücksichtigt
- Grünflächen wurden am Anlagenrand im nördlichen Bereich (NKB) genutzt
- für den Beckenüberbau wurde vom Hersteller zum Belebungsbecken 3 geraten.

Die anwendbaren Techniken (Varianten) werden im folgenden Übersichtslageplan dargestellt.

4.2.1 Anordnungsvorschlag der PV-Varianten



4.2.2 Variante 1 - Dachanlagen

Für Dachanlagen werden nur nutzbare Flächen >20m² wie folgt betrachtet:

Gebäude	nutzbare Fläche ca. (m²)	Module ca.	Ausrichtung
Gebläsestation	170	90	NO/SW (-19°)
Betriebsgebäude	125	67	NO/SW (-19°)
P-Fällung	60	25	NO/SW (-19°)
ÜSS-Eindickung	20	10	NO/SW (-19°)
HW-Pumpwerk	20	10	NO/SW (-19°)
Gesamt		202	

$$\begin{aligned}
 \text{Generatorleistung } P &= \text{Module} \times \text{Modulleistung} \\
 &= 202 \times 400\text{W} \\
 &= 80,8 \text{ kWp}
 \end{aligned}$$

Die Dachneigungen betragen ca. 22°.

Die Module werden auf ein Untergestell in der Ausführung als Kreuzschienensystem in Aluminiumtechnik für Satteldächer befestigt.

Die Dachkonstruktionen müssen für folgendes Gewicht, zzgl. der Schneelast, etc. ausgelegt sein: Tragsystem und PV-Module ca. 25kg/m².

Merkmale:

Kosten:	günstig, aufgrund des guten Angebotes und Anzahl der Fachfirmen
Kosten Infrastruktur:	gering
erweiter-, skalierbar:	abhängig von Dachflächen
Eigenverbrauch:	100%
solarer Deckungsanteil:	ca. 13% vom Gesamtverbrauch
solarer Ertrag:	wegen Dachausrichtung nicht optimal
Wartung:	gering
Bauwerksanierung:	z.B. bei Dachsanierungen muss ein Rückbau erfolgen
Innovativ:	etablierte standardisierte Technik

Nach dem künftigen Neubau des Betriebsgebäudes könnte die Dachfläche in das Konzept integriert werden.

4.2.3 Variante 2 - Freiflächenanlage

Für die Installation einer Freiflächenanlage bietet sich die Grünfläche am nördlichen Rand des Geländes hinter den Nachklärbecken an.

Anlage	Module ca.	Ausrichtung
1	12x4 = 48	S
2	22x4 = 88	S
3	29x4 = 116	S
4	15x4 = 60	S
5	7x4 = 28	S
Gesamt	340	

$$\begin{aligned}
 \text{Generatorleistung } P &= \text{Module} \times \text{Modulleistung} \\
 &= 340 \times 400\text{W} \\
 &= 136 \text{ kWp}
 \end{aligned}$$

Die Montage der Freiflächenanlage erfolgt mit Ein- oder Mehrpfostensystemen für versiegelungsfreie Montage mit Rammfundamenten in verzinkter Ausführung. Die Modulmontage kann mit einem Aluminium-Kreuzschienensystem hochkant oder quer, ein- und mehrreihig erfolgen.

Merkmale:

Kosten:	noch günstig, aufgrund des guten Angebotes
Kosten Infrastruktur:	hoch, es muss eine Mittelspannungsebene errichtet werden
erweiter-, skalierbar:	ja, d.h. die Leistung kann auch verringert werden, z.B. 85kWp
Eigenverbrauch:	ca. 95%
solarer Deckungsanteil:	ca. 18% vom Gesamtverbrauch
solarer Ertrag:	gut, südliche Ausrichtung
Wartung:	gering
Bauwerksanierung:	unabhängig
Innovativ:	etablierte standardisierte Technik

4.2.4 Variante 3 - Nachführsystem

Für die Installation von Nachführsystemen bietet sich ebenfalls die Grünfläche am nördlichen Rand des Geländes hinter den Nachklärbecken an.

Anlagenanzahl	Module ca.	Ausrichtung
10	6x5 = 30	O-S-W
Gesamt	300	

$$\begin{aligned}
 \text{Generatorleistung } P &= \text{Module} \times \text{Modulleistung} \\
 &= 300 \times 400\text{W} \\
 &= 120 \text{ kWp}
 \end{aligned}$$

Die Bodenbefestigung besteht aus einem verzinkten Stahlmast mit stahlbewehrtem Betonfundament. Die Module werden auf einem Aluminium-Kreuzschienensystem montiert, welches mit dem Stahlmast über einen Drehkopf verbunden ist. Ein astronomisch gesteuertes zweiachsiges System dreht und führt die Module immer im rechten Winkel zur Sonne nach. Somit wird immer ein optimaler Einstrahlungswinkel der Sonne zur Modulfläche mit 90 Grad erreicht und mehr Ertrag erzielt.

Merkmale:

Kosten:	teurer, aufgrund geringerer Nachfrage
Kosten Infrastruktur:	hoch, es muss eine Mittelspannungsebene errichtet werden
erweiter-, skalierbar:	ja, bei verringerter Ausbauleistung wird die Anlage aber teurer
Eigenverbrauch:	ca. 98%
solarer Deckungsanteil:	ca. 19% vom Gesamtverbrauch
solarer Ertrag:	optimal, aufgrund der Nachführung
Wartung:	wahrscheinlich etwas erhöht
Bauwerksanierung:	unabhängig
Innovativ:	innovative Technik

4.2.5 Variante 4 - Solarfaltdach

Solarfaltdächer eignen sich für den Überbau von Parkflächen oder rechteckige Klärbecken. Auf der Kläranlage Groß-Umstadt eignet sich nach ersten Abstimmungen mit dem in der Schweiz ansässigen Unternehmen das Belebungsbecken 3.

Anlagenanzahl	Module ca.	Ausrichtung
2	5x36 = 180	S
Gesamt	360	

$$\begin{aligned}\text{Generatorleistung } P &= \text{Module} \times \text{Modulleistung} \\ &= 360 \times 430\text{W} \\ &= 154,8 \text{ kWp}\end{aligned}$$

Das Solarfaltdach ist eine patentierte einzigartige Schweizer Innovation für die Doppelnutzung von bereits genutzten Flächen zur Solarstromproduktion. Das System fährt je nach Wetterlage automatisch ein, um sich vor Sturm, Hagel und Schneefall zu schützen. Aufgrund der Leichtbauweise sind weite Stützenabstände und hohe Lichthöhen möglich, wodurch der Zugang zu den offenen Klärbecken jederzeit gewährleistet bleibt.

Die Module bestehen aus glasfreiem Material in Leichtbauweise. Der Verfahrensmechanismus wird mit einer robusten Seilbahntechnologie, die selbst unter widrigsten Bedingungen langlebig ist, realisiert.

Die Solarmodule werden in einer Höhe von ca. 6 m über der Beckenkrone zum Liegen kommen; die lichte Höhe des Faltdachs beträgt ca. 4 m. Zum Herausheben von Einbauten gewährleistet das Solarfaltdach ein Raster von ca. 4,6 x 28 Meter (Bahnbreite x Bahnlänge).

Detailliert muss geprüft werden, ob dieses Raster für das Herausnehmen der Rührwerke, etc. ausreicht. Ggf. müssen Geländer oder Konstruktionen geändert werden.

Merkmale:

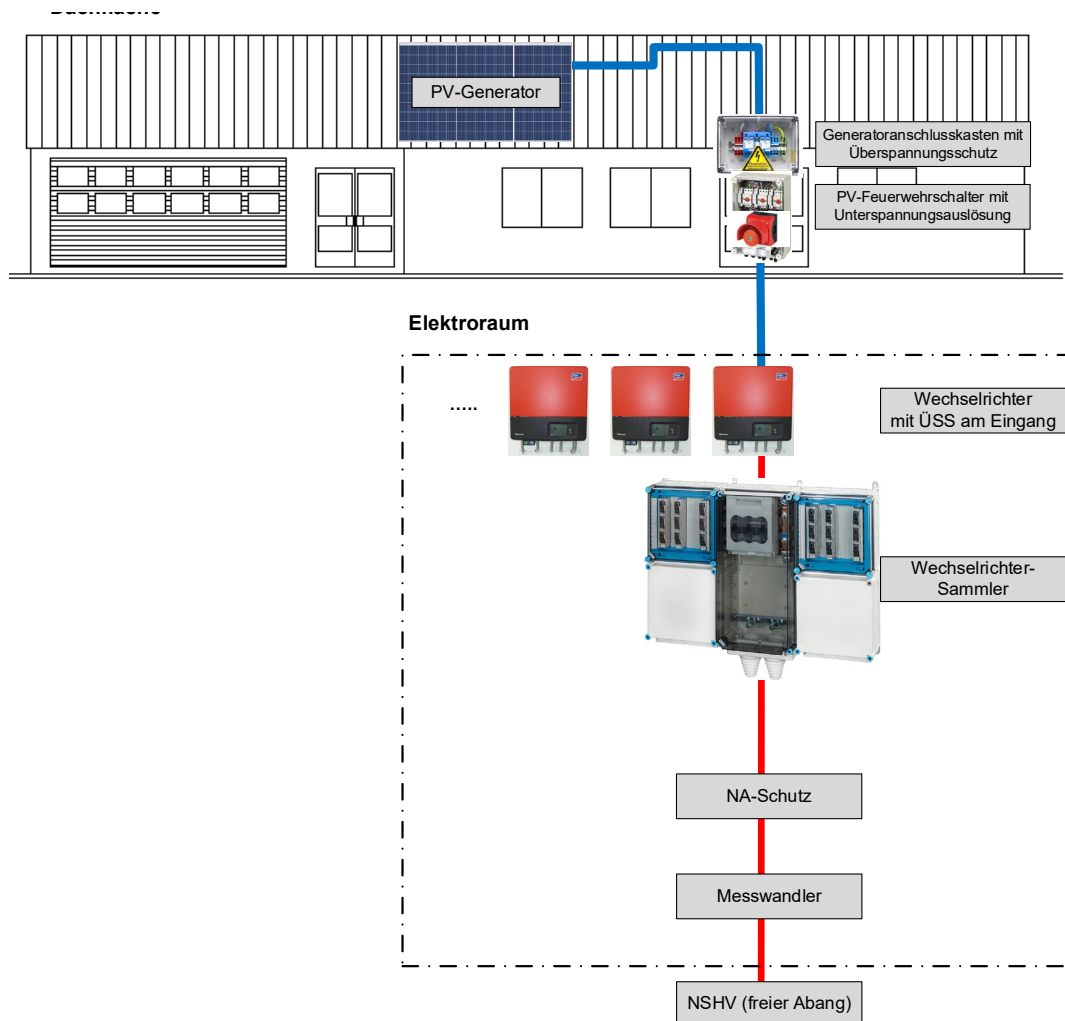
Kosten:	teuer, da einzigartig
Kosten Infrastruktur:	hoch, es muss eine Mittelspannungsebene errichtet werden
erweiter-, skalierbar:	nein
Eigenverbrauch:	ca. 93%
solarer Deckungsanteil:	ca. 20% vom Gesamtverbrauch
solarer Ertrag:	gut, kann aber aufgrund von Sturmphasen (Einfahren des Systems) vermindert werden
Wartung:	keine Erfahrung, aber wahrscheinlich erhöht
Bauwerksanierung:	bei einem Beckenumbau wahrscheinlich ein Hindernis
Innovativ:	sehr innovative Technik

Anmerkung des Herstellers:

Von einer Beauftragung bis zur Fertigstellung werden ca. 15 Monate benötigt.

4.3 Technik einer PV-Anlage

4.3.1 Grundlegender Aufbau (Beispiel Dachanlage)



4.3.2 PV-Module

Es werden hochwertige Solarstrommodule mit hoher Effizienz, Sicherheit und Zuverlässigkeit vorgesehen. Mit dem hochtransparenten, selbstreinigenden Glas sind auch bei schwachen Lichtverhältnissen gute Erträge möglich.

Modultyp	monokristalline Halbzellen
Modulgröße	1724 x 1134 x 35 mm
Modulrahmen	Eloxierte Aluminiumlegierung
Max. Systemspannung	1500 V
Nennleistung	400 W
Wirkungsgrad	20,5 %
Modulgewicht	ca. 21,5 kg

Anschlussdose	Schutzklasse IP67
Hagelschutz	Eiskugeln mit max. 25 mm Ø u. einer Geschwindigkeit bis 23 m/s
Umwelteinflüsse	Resistent gegen Ammoniak- und Salznebel
Schneelast	5400 Pa $\approx$ 550 kg/m ²
Leistungsgarantie	25 Jahre (linear auf 80%)

4.3.3 Generatoranschlusskasten

Hier werden die DC-Stränge der jeweiligen PV-Flächen überspannungsgeschützt zusammengeführt und auf entsprechende Querschnitte für die Energieübertragung zu den Wechselrichtern angehoben.

4.3.4 Feuerwehrfreischaltung

Der Feuerwehrscharter wird in unmittelbarer Nähe der Photovoltaik-Module in die Gleichstromleitung eingebaut. Sobald die Feuerwehr im Gefahrenfall den Brandort über den örtlichen Energieversorger spannungsfrei schaltet oder vor Ort der PV-Aus-Taster betätigt wird, erfolgt die Abschaltung der PV-Module automatisch über den Unterspannungsauslöser im Feuerwehrscharter.

Jedes Dach erhält ein eignen PV-Aus-Taster.

4.3.5 Wechselrichter

Die PV-Generatoren werden mit Gleichstromleitungen zur Wechselrichteranlage zusammengefasst.

Für die Umwandlung der erzeugten Gleichspannungsenergie kommen 3-phasige Wechselrichter entsprechend der erforderlichen Leistung zum Einsatz.

Die Eingänge für die DC-Stränge sind mit Überspannungsschutz ausgestattet.

Ein integriertes Kommunikationspaket mit Datenlogger, Webserver, Solarportal können sämtliche Informationen an einem PC erfasst und ausgewertet werden.

Für den Aufbau der Wechselrichter stehen keine Räumlichkeiten zur Verfügung. Die Wechselrichter werden daher in der Nähe der PV-Generatoren z.B. an nördlich ausgerichteten Aussenwänden von Gebäuden angeordnet. Alternativ könnte auch eine bauseitige Art Carport die Wechselrichter vor Sonneneinstrahlung und Witterungseinflüssen schützen. Auch für Wartungsarbeiten wäre dies optimal.

4.3.6 Wechselrichter-Sammler

Sämtliche zum Einsatz kommende Wechselrichter werden an einem zentralen Wechselrichter-Sammler zusammengeführt.

4.3.7 Netz- und Anlagenschutz

Beim NA-Schutz handelt es sich nach der VDE um eine „typgeprüfte Schutzeinrichtung mit Konformitätsnachweis“, welche ständig Spannung und Frequenz des Versorgungsnetzes auf Einhaltung der vorgegebenen Toleranzen überwacht.

Der NA-Schutz trennt im Fall einer erheblichen Netzstörung eine Erzeuger-Anlage vom Netz. Seine zuverlässige Funktion ist für den Schutz von Stromnetz und PV-Anlagen äusserst wichtig und besteht daher aus redundanten Abschaltsystemen.

Der NA-Schutz muss vor dem Netzanschlusspunkt, also vor der NSHV angeordnet werden.

4.3.8 Netzanschluss / Messung

Die Netzverknüpfung ist abhängig von der Variante bzw. der Anlagengröße (siehe Kap. 4.1.2 Anlagengröße und Auswirkungen).

Der Netzanschlusspunkt ist bei beiden Anlagengrößen die NSHV.

Die Messung muss vor dem Verbindungspunkt mit dem BHKW platziert werden

4.3.9 Blitz- und Überspannungsschutz

Für die Bestandsdächer müssen die Blitzschutzanlage eventuell geringfügig angepasst werden. Hierfür ist der Trennungsabstand maßgebend.

In den Generatoranschlusskästen sowie dem Wechselrichter-Sammler sind Überspannungsschutzmodule zu berücksichtigen.

4.3.10 Potenzialausgleich

Die Trägersysteme für die Module werden in den Potentialausgleich einbezogen.

4.3.11 Verkabelung und Installationsmaterial

Für die Dimensionierung der Kabel und Leitungen werden die elektrischen, mechanischen, chemischen und thermischen Beanspruchungen berücksichtigt.

Folgende Kabeltypen werden vorgesehen:

Verbraucher	Kabel Typ
Verkabelung 1kV Außenbereich	NYN
Verkabelung Gleichstrom Außenbereich	PV1-F

Die Gleichstromleitungen werden für einen Spannungsfall <1% ausgelegt.

Die Verkabelung im Außenbereich erfolgt im bestehenden Kabelzugsystem. Im Innenbereich werden Kunststoffkanäle und flexible Kunststoffrohre vorgesehen.

Je nach Variante werden bauseitig Kabelleerrohre mit Anbindung an das vorhandene System erforderlich.

4.4 Fazit

Sicher ist, dass die Entwicklung der Strompreise künftig nicht rückläufig sein wird. Die Photovoltaik ist ein wichtiger und richtiger Baustein in der Energiewende.

Der solare Deckungsanteil liegt bei den hier vorgestellten Varianten bei 13 bis 20%. Das entspricht bei jährlichen Bezugskosten von rd. 160.000 € brutto effektive Einsparungen, abzgl. EEG-Umlage zwischen rd. 15 - 25.000 € brutto.

Eine Anlage die keinen Ausbau der Infrastruktur benötigt, wie Variante 1, kann sich bereits trotz nicht optimaler Ausrichtung nach ca. 10-12 Jahren amortisieren.

Bei größeren Anlagen, die einen Neubau einer Trafostation erfordern (Variante 2-4), wird eine Amortisierung erst nach 25-30 Jahren erwartet. Je nach Progression der Strompreise kann dies auch früher erfolgen.

Auch die verpflichtende Direktvermarktung für den Überschussstrom stellt einen nicht unerheblichen Aufwand dar. Bei einer 150kWp- Anlage fallen rd. 6%, d.h. 6.000 kWh zu vermarktendem Strom an. Die Abwicklung kann der Anlagenbetreiber gegen Entgelt auch an einen Dienstleister übertragen.

4.4.1 Variantenvergleich

Beurteilung Variante									
	Kosten	Kosten Infrastruktur	Eigenverbrauch	solarer Deckungsanteil	solarer Ertrag	Wartung	Bauwerksanierung	Innovativ	Gesamt
1. Dachanlage (80 kWp)	++	++	++	++	-	+	-	-	+
2. Freiflächenanlage (136 kWp)	+	--	+	+	+	+	++	-	+
3. Nachführsystem (120 kWp)	-	--	+	+	++	-	++	++	++
4. Faltdach (154 kWp)	--	--	+	+	+	-	++	++	+

Es können alle vorgestellten Systeme zum Einsatz kommen.

Die Dachanlage ist die etablierteste, die Freiflächenanlage ist einfach und unabhängig, das Nachführsystem ist innovativ und effizient und das Faltsystem das teuerste und innovativste.

5 Anlagen

5.1 Anlage: Kostenschätzung

Kostenschätzung

Kläranlage Groß-Umstadt



Photovoltaikanlage

OZ	Variante Nr.	Leistungsbeschreibung	Varianten	Betrag
01		<u>PV-Anlage Variante 1</u>		
	1	Dachanlage (80kWp)		120.000,00 €
		Umbau Netz- und Anlagenschutz (BHKW+PV)		65.000,00 €
				<u>185.000,00 €</u>
		19% Mehrwertsteuer		35.150,00 €
		Gesamtsumme Brutto		<u>220.150,00 €</u>

02		<u>PV-Anlagen Varianten 2-4 mit Anpassung der Infrastruktur</u>		
		Errichtung einer Trafostation		110.000,00 €
		Kabelzugsystem erweitern (bauseits)		15.000,00 €
		Umbau Netz- und Anlagenschutz für BHKW		65.000,00 €
		Zwischensumme Infrastruktur		<u>190.000,00 €</u>

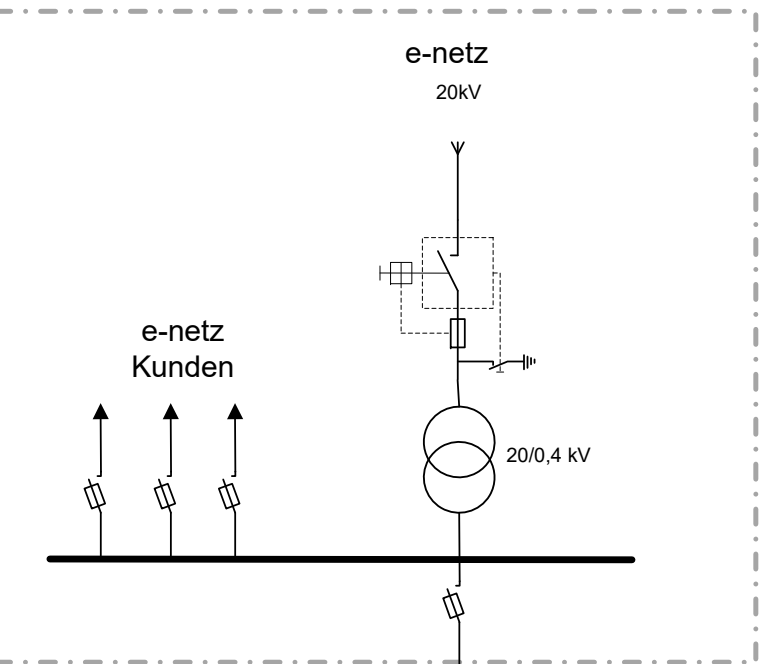
2	Freiflächenanlage (136kWp)	235.000,00 €
3	Nachführsystem (120kWp)	290.000,00 €
4a	Solarfaltdach (154kWp)	395.000,00 €
4b	Anpassungen von Geländern usw. und elektr. Anbindung an den Bestand (10% v HK)	39.500,00 €

Gesamtbeträge Varianten

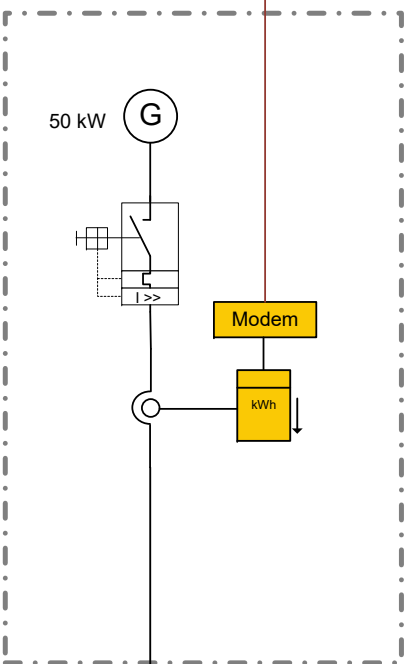
2	Freiflächenanlage (136kWp) zzgl. Infrastruktur	235.000,00 € 190.000,00 € <u>425.000,00 €</u>
	19% Mehrwertsteuer	80.750,00 €
	Brutto	<u>505.750,00 €</u>
3	Nachführsystem (120kWp) zzgl. Infrastruktur	290.000,00 € 190.000,00 € <u>480.000,00 €</u>
	19% Mehrwertsteuer	91.200,00 €
	Brutto	<u>571.200,00 €</u>
4	Solarfaltdach (154kWp) zzgl. Infrastruktur	434.500,00 € 190.000,00 € <u>624.500,00 €</u>
	19% Mehrwertsteuer	118.655,00 €
	Brutto	<u>743.155,00 €</u>

5.2 Anlage: Netzkonfigurator (Bestand)

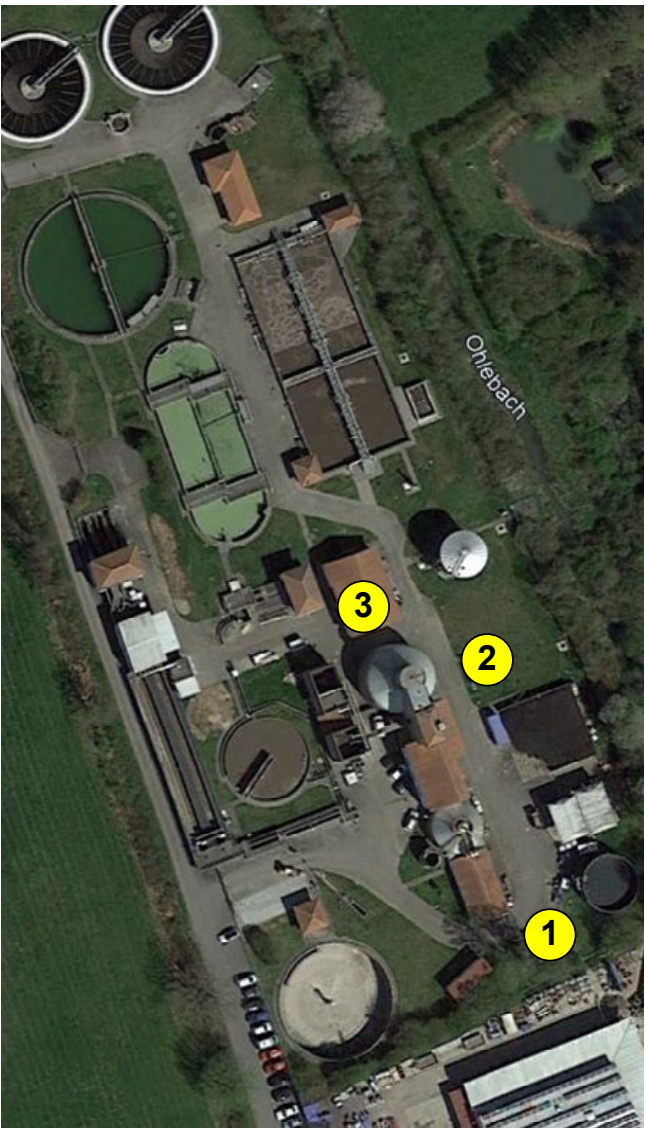
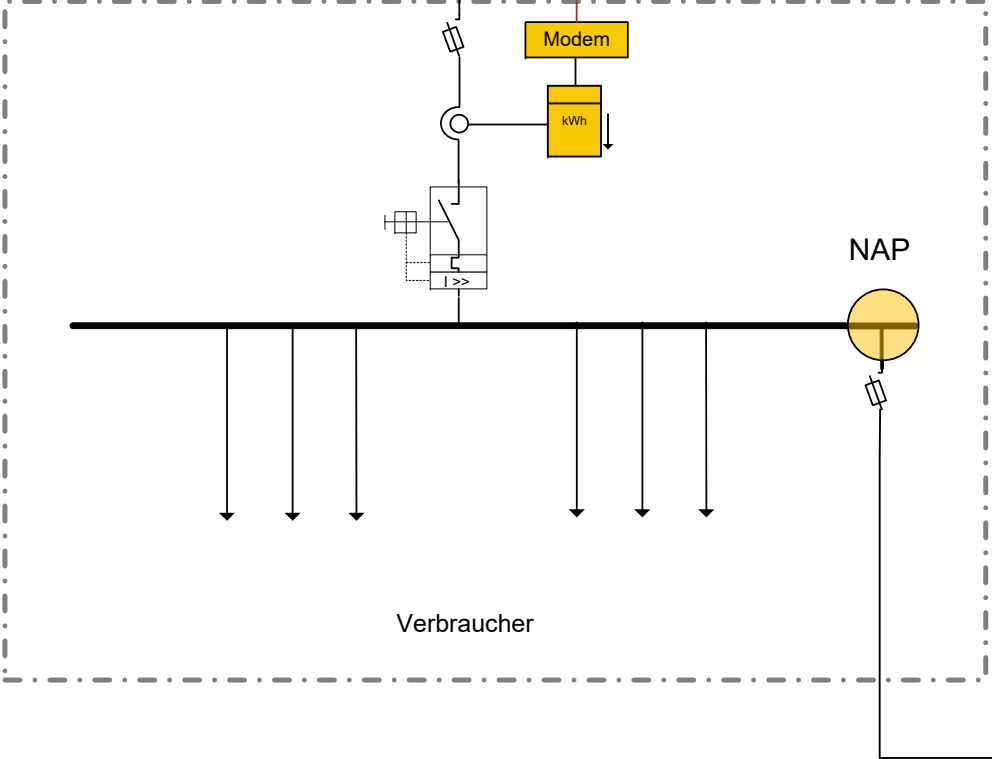
Trafostation 1



BHKW 2



NSHV 3



Stadt Groß-Umstadt		 Zertifiziert nach ISO 9001	
Projekt	KA Groß-Umstadt		
Zeichnung	Netzkonfigurator (Bestand)		
	Datum	Name	
erstellt	29.10.21	M.B	IGK
bearbeitet	13.12.21	M.B.	IGK
geprüft			
Dateiname	Konzepte.vsd		1 VON 2

5.3 Anlage: Netzkonfigurator (Planung)

