



Ingenieurleistungen
für Kläranlagen und Kanalisation
Gesamtplanung·Abwicklung·Betreuung

Hörvelsinger Weg 23 89081 Ulm
Postfach 35 45 89025 Ulm

Telefon: (07 31) 96 41 - 0
Telefax: (07 31) 6 06 63 Zentrale
Telefax: (07 31) 9 60 95 38 Geschäftsleitung

E-Mail: ulm@sag-ingenieure.de
Internet: www.sag-ingenieure.de

über 100 Jahre Umweltschutz

Entwurfsplanung

ERRICHTUNG EINER PHOTOVOLTAIKANLAGE AUF DEM PERSONAL- UND BETRIEBSGEBÄUDE DER KLÄRANLAGE ALBSTADT-EBINGEN

- Technischer Bericht -

Aufgestellt: Ulm, im November 2021
Mayr

SAG-Ingenieure

VN: P0445AD / 177851

Geschäftsführer:	Bankverbindungen:	IBAN:	BIC:	Niederlassungen:
Dipl.-Ing. Wolfgang Benz	Commerzbank Ulm	DE61 6308 0015 0801 7669 00	DRESDEFF630	Hamburg (HH) · Hannover (Nds) · Wiesbaden (HE)
	Sparkasse Ulm	DE98 6305 0000 0021 0539 95	SOLADES1ULM	Büdingen (HE) · Karlsruhe (West-BW)
Sitz der Gesellschaft Ulm,	HypoVereinsbank Ulm	DE80 6302 0086 2740 2457 35	HYVEDEMM461	Schramberg (Süd-BW) · Isny (Allgäu) · München (BY)
Amtsgericht Ulm HRB 10	Deutsche Bank Ulm	DE15 6307 0088 0014 6837 00	DEUTDESS630	Würzburg (BY) · Forchheim (BY) · Erfurt (TH)
USt.-ID DE 147034813	Postbank Stuttgart	DE55 6001 0070 0007 4437 04	PBNKDEFF	

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Situation	4
3. Planung	5
3.1 <i>Allgemeines</i>	5
3.2 <i>Photovoltaikanlage auf der Kläranlage Albstadt-Ebingen</i>	6
3.2.1 Nebengebäude mit Sozialräumen	8
3.2.2 Betriebsgebäude	8
3.2.3 Werkstatt	9
3.2.4 Aktivkohleanlage	9
3.2.5 Garage	10
3.3 <i>Einspeisung</i>	10
3.4 <i>Zählerschrank</i>	11
4. Kostenberechnung	12
4.1 <i>Anlage:</i>	13

1. EINLEITUNG

Die Stadt Albstadt betreibt in Ebingen ein Klärwerk. Die letzten Jahre wurde eine Grundlast von etwa 400 kW aus dem elektrischen Versorgungsnetz bezogen. Bei einer von der Energieagentur Zollernalb durchgeführten Studie wurde empfohlen, die Kosten für elektrische Energie durch Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) auf freien Gebäudedächern zu reduzieren.

Zur Versorgung mit elektrischer Energie ist das Klärwerk über eine 20 kV-Mittelspannungsschaltanlage ans Mittelspannungsnetz der Albstadtwerke angeschlossen. Auf dem Gelände des Klärwerks wird die Mittelspannung über eine Ringleitung an drei Trafostationen verteilt, welche die im Klärwerk benötigte Niederspannung erzeugen. Zusätzlich wird auf der Kläranlage mit zwei Blockheizkraftwerken (BHKW) mit 140 kW Nennleistung Strom erzeugt. Die BHKW erzeugen aus anfallendem Klärgas Wärme und Elektrizität.

Auf dem Gelände sind nicht genutzte Dachflächen vorhanden. Auf diesen kann eine PV-Anlage ohne Beeinträchtigung des Betriebs installiert werden. Eine Einspeisung in das Versorgungsnetz der Albstadtwerke soll weitgehend vermieden werden, da dies nicht rentabel ist.

Die BHKW sollen mit einem geeigneten Regelmanagement unter Berücksichtigung der erzeugten Energie der PV-Anlage, der momentan benötigten elektrischen Energie und der benötigten Wärme so angesteuert werden, dass Heiz- und Stromkosten minimiert werden.

2. SITUATION

Auf dem Gelände des Klärwerks ist vor allem die Dachfläche des Betriebsgebäudes samt Nebengebäuden für die Errichtung einer PV-Anlage geeignet. Zu einem späteren Zeitpunkt kann auch das Schlammmentwässerungsgebäude mit einer PV-Anlage ausgerüstet werden. Aktuell sind hier noch Baumaßnahmen vorgesehen und deshalb die Montage einer PV-Anlage noch nicht sinnvoll.

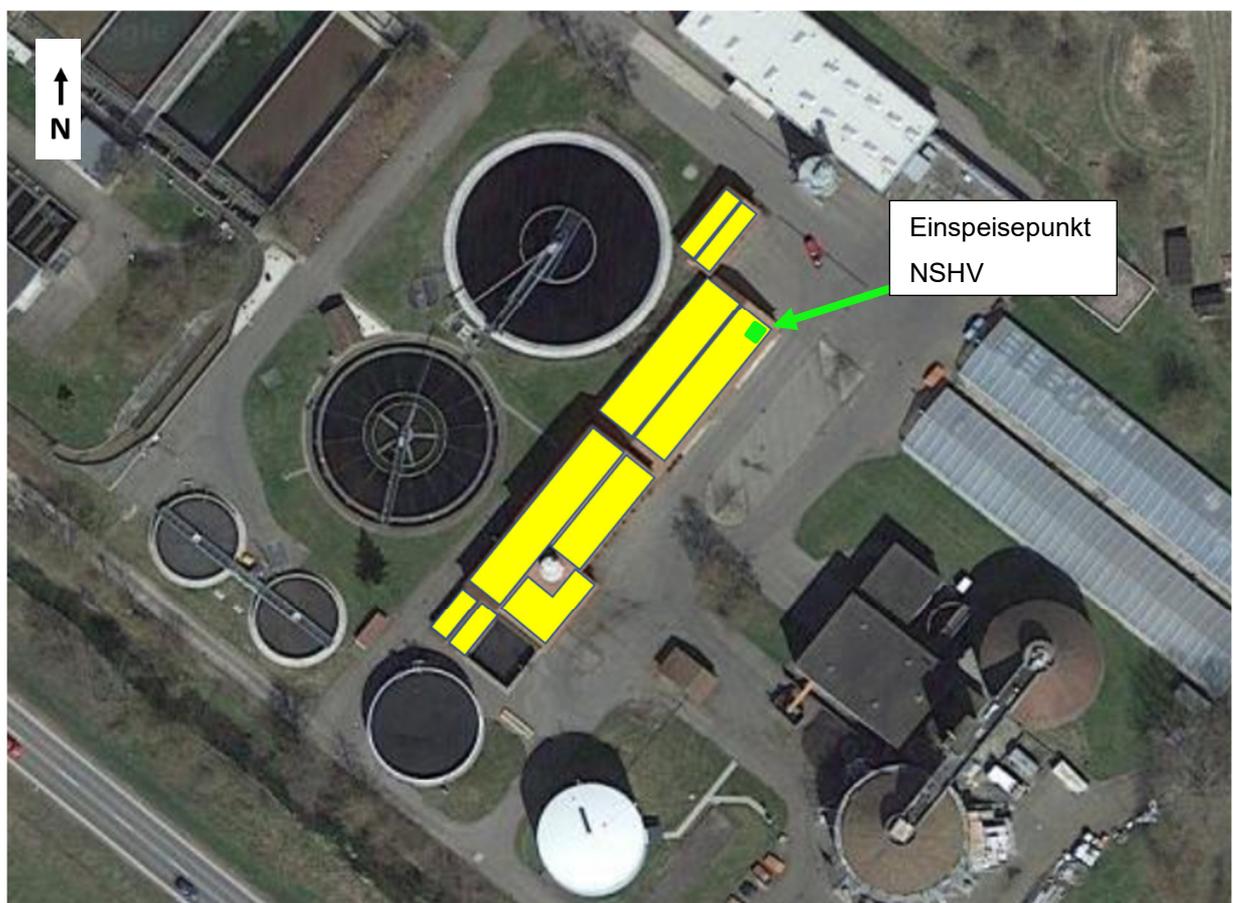


Abbildung 1 Verfügbare Dachflächen

In obenstehendem Bild sind die vorgesehenen Dachflächen gelb markiert. Die gelb markierten Dächer haben eine Fläche von zusammen etwa 1100 m². Alle markierten Dachflächen sind Satteldächer mit Dachziegeln. Die Gleichspannungskabel der PV-Anlage können außen am Gebäude bis in den Rohrkanaal hinuntergeführt werden. In einem ehemaligen Heizöllageraum im Untergeschoß ist ausreichend Platz für die Unterbringung der Wechselrichter vorhanden. Weiterführende Kabelwege zur Niederspannungshauptverteilung (NSHV) sind zum größten Teil bereits vorhanden.

3. PLANUNG

3.1 Allgemeines

Auf Satteldächern werden PV-Module dachparallel montiert. Durch die Dachneigung reinigen sich die Module bei Regen selbst. Die Dachausrichtung beeinflusst den Ertrag, wobei auch nach Norden zeigende PV-Module Ertrag liefern.

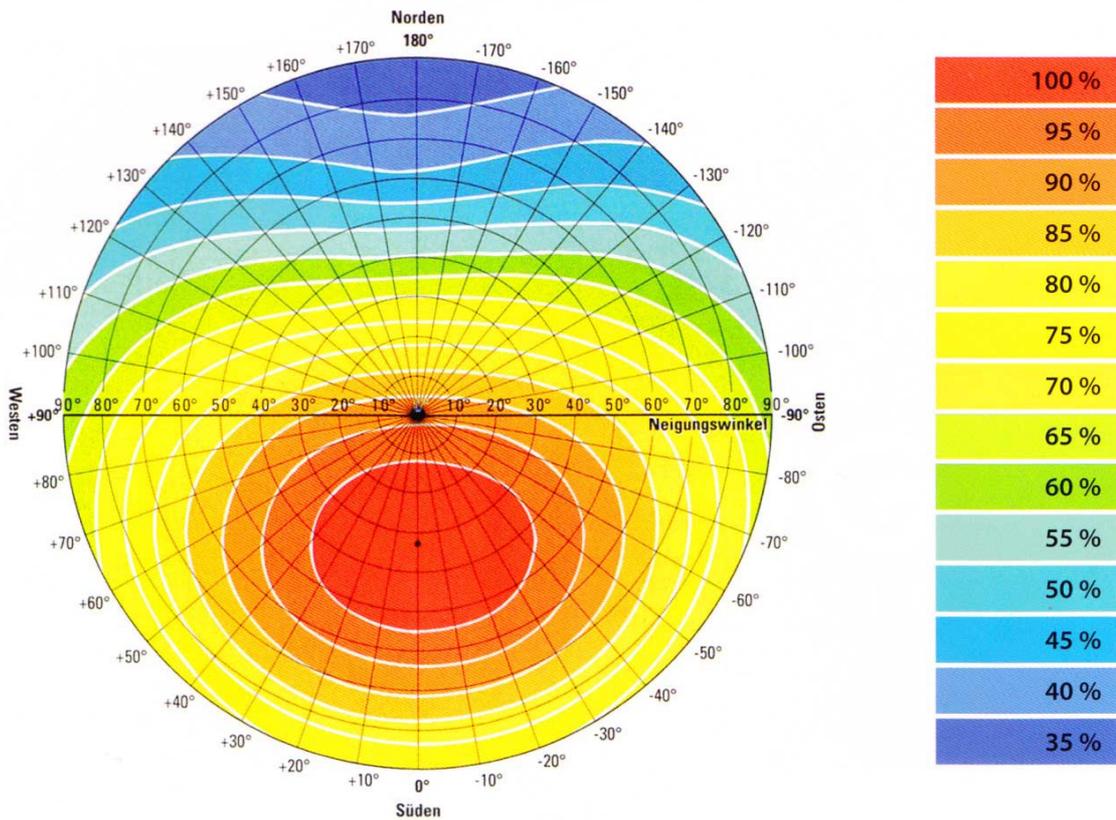


Abbildung 2: Einstrahlungsscheibe (Quelle: otaenergy.com)

3.2 Photovoltaikanlage auf der Kläranlage Albstadt-Ebingen

Bei der aktuellen Maßnahme soll das Betriebsgebäude inklusive zweier Nebengebäude vollständig mit einer PV-Anlage ausgerüstet werden. Bei kompletter Nutzung der vorhandenen Dachflächen können etwa 190 kWp installiert werden. Die Dächer sind nach Südost bzw. Nordwest ausgerichtet. Auf obenstehender Einstrahlungsscheibe ist zu sehen, dass die Dächer in Südwestausrichtung für die Stromerzeugung annähernd ideal ausgerichtet sind. Die Dachhälften in Nordwestausrichtung können immerhin noch mit etwa 70 % der Einstrahlung Strom erzeugen.

Die PV-Module werden mit einem Montagesystem parallel zum Dach montiert. Es ist mit speziell für den Dachtyp gefertigten Haltern zu arbeiten. Vorhandene Einrichtungen wie Blitzschutz, Schneefang oder Be- und Entlüftung dürfen durch die PV-Anlage nicht in Ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Am Schneefang anliegender Schnee verschattet vorübergehend einige Module. Da der Effekt nur in der ertragsarmen Winterzeit und nur vorübergehend stattfindet, kann diese Einbuße vernachlässigt werden. Der erzeugte Strom soll in der Niederspannungshauptverteilung im Betriebsgebäude (EG) eingespeist werden.

Mit dem Solar Edge Designer wurde die vollständige Belegung des Betriebsgebäudes und der beiden Nebengebäude simuliert. Die PV-Module werden nach Ausrichtung und Verschattung zu Strings gruppiert, um den Ertrag der Anlage zu maximieren. Für eine optimale Auslegung der PV-Anlage ist die Erfahrung des ausführenden Unternehmens zu nutzen.

Im Zuge der Baumaßnahme ist der Schneefang zu erneuern. Durch die PV-Anlage liegt der Schnee mit Abstand zum Dach. Der neue Schneefänger muss auf diesen Abstand und die rutschigere Oberfläche der PV-Module angepasst sein.



Abbildung 3 Belegung Maschinenhalle Ost-West und Süd

In Albstadt-Ebingen werden alle PV-Module dachparallel montiert. Damit kann die zur Verfügung stehende Fläche maximal genutzt werden. Der zu erwartende Ertrag der PV-Anlage liegt laut der Simulation bei etwa 950 kWh je installiertem kWp im Jahr.

Der von der PV-Anlage erzeugte Gleichstrom wird über Gleichstromkabel zu den Wechselrichtern geleitet. Die Wechselrichter werden im Untergeschoß des Betriebsgebäudes in einem ehemaligen Heizöllagerraum montiert. Dort ist ausreichend Platz, die Kabelwege zur Einspeisung sind weitgehend vorhanden, es ist kühl und die Wechselrichter sind vor Witterungseinflüssen geschützt. Die Wechselrichter wandeln den Gleichstrom in dreiphasigen Wechselstrom um. Auf Leistungskabeln wird der Wechselstrom zur Niederspannungshauptverteilung im Betriebsgebäude übertragen. Die Wechselrichter werden an das Kläranlagennetzwerk angebunden. Auftretende Störungen der einzelnen Wechselrichter werden über Hardwarekontakte gemeldet.

Sämtliche Dächer sind als Satteldächer ausgeführt und die Neigung liegt bei allen Dächern etwa 30°. Die Dachflächen zeigen nach Nordwesten (NW) und Südosten (SO).

3.2.1 **Nebengebäude mit Sozialräumen**

Die vorhandenen Dachflächen haben eine Größe von jeweils etwa 45 m² in Nordwest- und in Südostausrichtung. Das Gebäude ist gleich hoch wie das Betriebsgebäude. Die nutzbare Fläche wird lediglich durch die Schneefänger reduziert.



Abbildung 4: Nebengebäude mit Sozialräumen - Ansicht von Nordwesten

3.2.2 **Betriebsgebäude**

Die vorhandenen Dachflächen haben eine Größe von jeweils etwa 210 m² in Nordwest- und in Südostausrichtung. Das Betriebsgebäude ist etwa 4 m niedriger als das Werkstattgebäude, welches sich im Südwesten anschließt. Die nutzbare Fläche reduziert sich durch die Schneefänger, einen Kamin und den verschatteten Bereich. (im Bild links)



Abbildung 5: Betriebsgebäude - Ansicht von Südosten

3.2.3 Werkstatt

Die vorhandenen Dachflächen haben eine Größe von jeweils etwa 140 m² in Nordwest- und in Südostausrichtung. Das Aktivkohlesilo wirft Schatten auf das Werkstattdach. Die nutzbare Fläche reduziert sich durch die Schneefänger und den verschatteten Bereich.



Abbildung 6: Werkstatt - Ansicht von Südosten

3.2.4 Aktivkohleanlage

Die vorhandenen Dachflächen haben eine Größe von etwa 140 m² in Nordwest- und 90 m² in Südostausrichtung. Die Dachfläche wird um den Dachdurchbruch des Aktivkohlesilos verringert. Die nutzbare Fläche reduziert sich durch Verschattungen durch das Silo und dessen Anbauteile.



Abbildung 7: Aktivkohleanlage - Ansicht von Südosten

3.2.5 Garage

Die vorhandenen Dachflächen haben eine Größe von jeweils etwa 33 m² in Nordwest- und in Südostausrichtung. Die Dachfläche wird morgens von der Aktivkohleanlage verschattet.



Abbildung 8: Garage

3.3 Einspeisung

Bei einer PV-Anlage der geplanten Größe werden mehrere Wechselrichter benötigt. Von jedem Wechselrichter führt ein Leistungskabel zu einem neuen Schaltschrank. Die Kabel werden jeweils über einen Sicherungslasttrennschalter auf eine Stromsammelschiene angeschlossen. Der erzeugte Strom kann mit einem Einbaumessgerät vor Ort und über Ethernetanbindung am Leitsystem überwacht werden. Die einzelnen Wechselrichter werden nach Möglichkeit ans Netzwerk der Kläranlage angeschlossen, damit am PLS die einzelnen PV-Teile und die Gesamt-PV-Anlage überwacht werden können. Im neuen Schaltschrank werden die ankommenden Daten- und Meldeleitungen ans Kläranlagennetzwerk angebunden. Von der Sammelschiene wird der Strom über den Erzeugungszähler geleitet und in einen bestehenden Reserveabgang der Niederspannungshauptverteilung eingespeist.

3.4 Zählerschrank

Für Einrichtungen des Netzbetreibers wird ein neuer Zählerschrank neben dem vorhandenen Zähler vorgesehen. Im Zählerschrank sind Erzeugungszähler und Entkopplungsschutz verbaut.

Der Erzeugungszähler misst die von der PV-Anlage erzeugte Energie. Der Entkopplungsschutz dient zum Schutz der Erzeugungsanlage und anderer Kundenanlagen bei gestörten Betriebszuständen im Versorgungsnetz. Überschreiten die Netzstörungen einen definierten zulässigen Bereich, trennt der Entkopplungsschutz die gesamte Erzeugungsanlage mit einem Lastschutz vom Netz.

Bei Netzüberlast muss die PV-Anlage vom Stromnetzbetreiber in den Stufen 100% - 60% - 30% - 0% abgeregelt werden können. Dafür ist bereits ein Rundsteuerempfänger auf der Kläranlage, direkt neben dem geplanten Zählerschrank vorhanden. Von diesem muss das Signal abgegriffen werden, um die Wechselrichter ggf. zu drosseln.

4. KOSTENBERECHNUNG

Die Kostenberechnung erfolgt auf Grundlage der DIN 276.

Untenstehend ist die Kostenberechnung dargestellt:

PV Anlage Albstadt		KOSTENBERECHNUNG			
<i>Kostengruppen</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>EP</i>	<i>Menge</i>	<i>ME</i>	<i>GP</i>
KG 300	Bauwerk - Technische Anlagen	€ netto	6.000,00 €	€ brutto	7.140,00 €
KG 330	Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen außen	€ netto	6.000,00 €		
	Durchbrüche, Kabelschottung	€ netto	6.000,00 €		
	Kernbohrungen, Brandschottungen, Ringraumdichtungen	€ netto	6.000,00 €	1 psch	6.000,00 €
KG 400	Bauwerk - Technische Anlagen	€ netto	222.150,00 €	€ brutto	264.358,50 €
KG 440	Elektrische Anlagen	€ netto	174.900,00 €		
	Photovoltaik	€ netto	157.400,00 €		
	PV-Module	€ netto	180,00 €	560 Stk	100.800,00 €
	Montagesystem	€ netto	60,00 €	560 Stk	33.600,00 €
	Wechselrichter, klein	€ netto	4.500,00 €	2 Stk	9.000,00 €
	Wechselrichter, groß	€ netto	7.000,00 €	2 Stk	14.000,00 €
	Gebäudeelektrik	€ netto	17.500,00 €		
	Kabel und Leitungen	€ netto	8.000,00 €	1 psch.	8.000,00 €
	Verlegewege inkl. Befestigungsmaterial etc.	€ netto	3.500,00 €	1 psch	3.500,00 €
	Anschluss Erdung und Blitzschutz	€ netto	6.000,00 €	1 psch.	6.000,00 €
KG 480	Gebäudeautomation	€ netto	22.250,00 €		
	Schaltschränke	€ netto	12.250,00 €		
	Steuerungstechnik Photovoltaik	€ netto	5.700,00 €	1 psch.	5.700,00 €
	Sicherheitseinrichtungen	€ netto	6.550,00 €	1 psch.	6.550,00 €
	Messtechnik	€ netto	10.000,00 €		
	Erzeugungszähler, Leistungsmessung	€ netto	10.000,00 €	1 Stck.	10.000,00 €
KG 490	Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen	€ netto	25.000,00 €		
	Dokumentation Inbetriebnahme etc.	€ netto	25.000,00 €		
	Gerüste, Absturzsicherung	€ netto	10.000,00 €	1 psch	10.000,00 €
	Inbetriebnahme, Dokumentation, Stundenlohnarbeiten etc.	€ netto	15.000,00 €	1 psch	15.000,00 €
	<i>Zwischensumme</i>	€ netto	228.150,00 €	€ brutto	271.498,50 €
KG 700	Baunebenkosten BNK (25%)	€ netto	57.037,50 €	€ brutto	67.874,63 €
	<i>Summe netto incl. BNK</i>	€ netto	285.187,50 €		
	<i>19% MwSt</i>	€ brutto	54.185,63 €		
	<i>Summe brutto incl. BNK</i>	€ brutto	339.373,13 €		
	Gesamtinvestitionssumme (gerundet)	€ brutto	340.000,00 €		

4.1 Anlage:

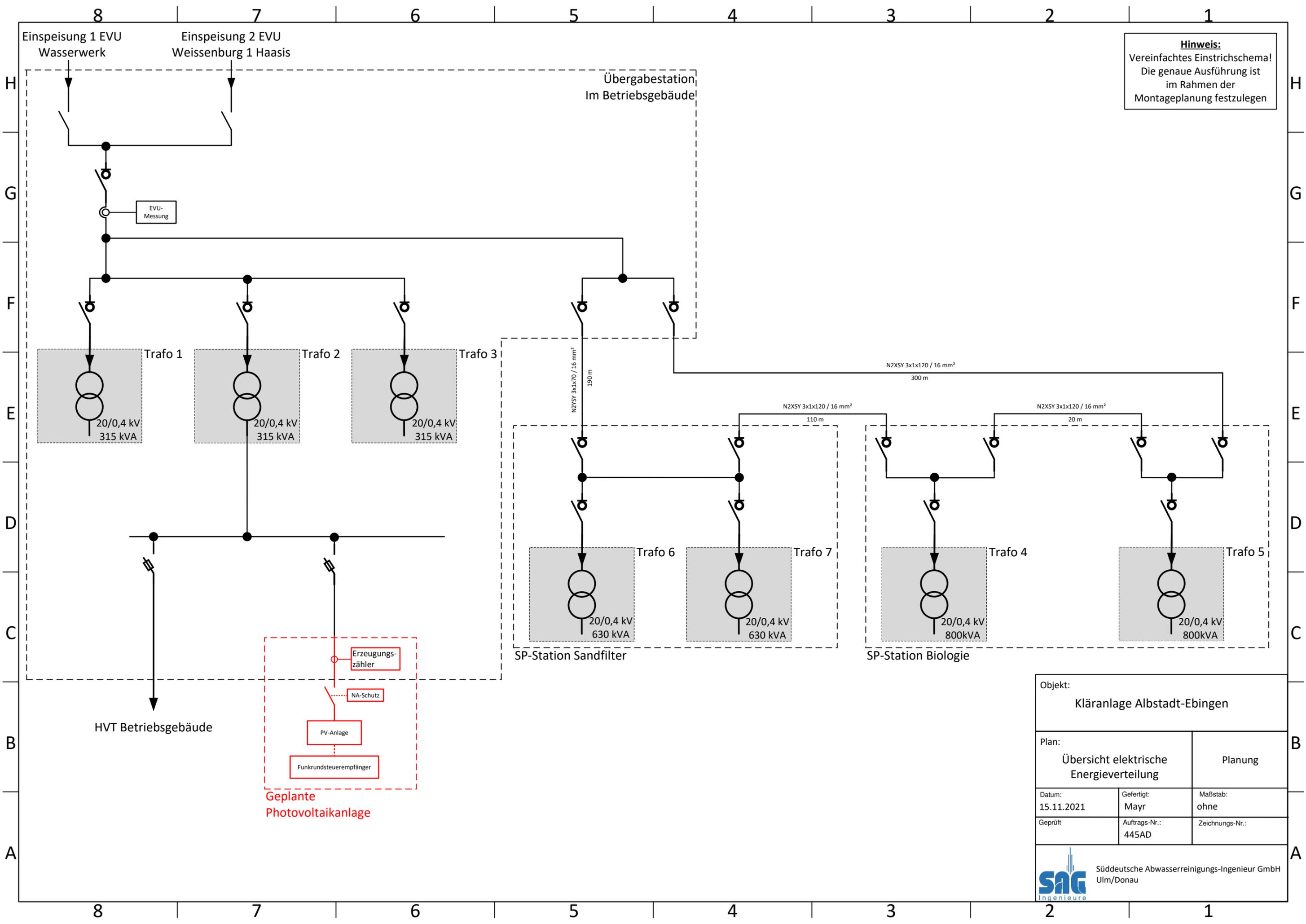
Einstrichschema

Aufgestellt: Ulm, im November 2021
Mayr

.....
SAG-Ingenieure

Anerkannt:

.....
Die Bauherrschaft



Hinweis:
 Vereinfachtes Einstrichschema!
 Die genaue Ausführung ist
 im Rahmen der
 Montageplanung festzulegen

Objekt: Kläranlage Albstadt-Ebingen		
Plan: Übersicht elektrische Energieverteilung		Planung
Datum: 15.11.2021	Gefertigt: Mayr	Maßstab: ohne
Geprüft	Auftrags-Nr.: 445AD	Zeichnungs-Nr.: