

BAUBESCHREIBUNG

Wasserverband Norderdithmarschen

Standortübergreifendes Anlagenkonzept für Photovoltaik- und Speichersysteme

Auftraggeber



Wasserverband Norderdithmarschen
Nordstrander Straße 26
25746 Heide

Inhaltsverzeichnis

1.	Gegenstand und Ziel der Baumaßnahme.....	2
2.	Anlagenumfang und technische Planungsdaten	3
3.	Planung, Bestandsaufnahme und Koordination	4
4.	Baustelleneinrichtung, Bodenarbeiten und Gründungen	5
5.	Photovoltaikmodule, Unterkonstruktionen und DC-Anlagen	5
6.	Wechselrichter und Batteriespeichersysteme.....	6
7.	Standortbezogene Ausführung	7
7.1	Wasserwerk Linden	7
7.2	Kläranlage Friedrichstadt.....	8
7.3	Kläranlage Büsum	9
7.4	Kläranlage Wesselburen.....	10
7.5	Kläranlage Lohe-Föhrden	10
7.6	Kläranlage Erfde	11
7.7	Kläranlage Hamdorf.....	11
7.8	Kläranlage Hennstedt	12
8.	Kabelanlagen, Erdung, Potentialausgleich und Blitzschutz	13
9.	Anlagenregelung, Schutz und Abschaltung	13
10.	Messung, Energiemanagement und Leitsystem	14
11.	Brandschutz, Rückhaltung und betriebliche Sicherheit.....	15
12.	Prüfung, Inbetriebnahme und Übergabe	15
13.	Anlagen.....	16

1. Gegenstand und Ziel der Baumaßnahme

Der Wasserverband Norderdithmarschen beabsichtigt die Errichtung beziehungsweise Erweiterung von Photovoltaikanlagen am Wasserwerk Linden sowie an den Kläranlagen Friedrichstadt, Büsum, Wesselburen, Lohe-Föhrden, Erfde, Hamdorf und Hennstedt.

An sieben Standorten werden Photovoltaikfreiflächenanlagen mit Batteriespeichersystemen hergestellt beziehungsweise in bestehende Erzeugungsanlagen integriert. Am Standort Hennstedt wird eine Photovoltaikdachanlage auf der Rechenhalle mit einem zugehörigen Batteriespeicher ausgeführt.

Die Anlagen dienen der Eigenstromversorgung der wasserwirtschaftlichen Betriebsstätten. Durch die Verbindung von Photovoltaikerzeugung, Batteriespeicherung und standortbezogener Betriebsführung soll der erzeugte Strom bedarfsgerecht genutzt und der Bezug aus dem öffentlichen Stromnetz reduziert werden.

Für sämtliche Standorte wird eine Nulleinspeiseregelung am jeweiligen Netzanschlusspunkt vorgesehen. Der stationäre Einspeisesollwert beträgt 0 kW. Messstellen, Regelungsverhalten, zulässige kurzzeitige Abweichungen und erforderliche Schutzfunktionen werden auf das jeweilige Netzanschlusskonzept abgestimmt.

Die Baumaßnahme umfasst die vollständige Herstellung betriebsbereiter Anlagen einschließlich Werk- und Elektrodetailplanung, PV-Unterkonstruktionen, Modulen, Wechselrichtern, Batteriespeichern, Verteilungen, Kabelanlagen sowie Schutz-, Mess-, Regelungs- und Kommunikationstechnik. Hinzu kommen Bau- und Gründungsleistungen, Bestandsanpassungen, Prüfungen, Inbetriebnahmen, technische Nachweise, Dokumentation und Betreibereinweisung.

Die Ausschreibung erfolgt als gemeinsames Leistungspaket mit folgender übergeordneter Gliederung:

- 01 Wasserwerk Linden: technische Anlagen einschließlich der zugeordneten Anlagenzertifizierung.
- 02 Kläranlagen: technische Anlagen der sieben Kläranlagen, standortbezogen untergliedert.
- 03 Bauleistungen: gesonderte bauliche Leistungen aller Standorte, ebenfalls standortbezogen untergliedert.

Kabelgräben bleiben den technischen Standortleistungen zugeordnet. Lieferung und technischer Ausbau der Container sowie PV-Unterkonstruktionen verbleiben ebenfalls im jeweiligen technischen Abschnitt. Containerfundamente, Speicherfundamente, Rückhalteflächen, Unterstände und weitere gesondert ausgeschriebene Bauleistungen werden im Abschnitt 03 erfasst.

Der Auftragnehmer koordiniert das Gesamtpaket einschließlich seiner Nachunternehmer. Jeder Standort bildet einen eigenständigen Termin-, Prüf-, Abrechnungs- und Abnahmeabschnitt. Der laufende Betrieb des Wasserwerks und der Kläranlagen ist während der gesamten Bauausführung aufrechtzuerhalten.

2. Anlagenumfang und technische Planungsdaten

Die nachstehende Übersicht beschreibt die vorgesehene Grundkonfiguration. Die angegebenen neuen PV-Generatorleistungen ergeben sich aus den jeweiligen Modulansätzen und einer Modulleistung von mindestens 450 Wp. Vorhandene PV-Generatoren sind darin nicht enthalten.

Standort	Neue PV-Module	Neue PV-Leistung [kWp]	AC-Geräteleistung einschließlich Speicherumrichter [kW]	Speicherkapazität
Wasserwerk Linden	3.145	1.415,25	920	964 kWh ¹
Kläranlage Friedrichstadt	890	400,5	220	361,5 kWh Nennkapazität
Kläranlage Büsum	858	386,1	220	241 kWh Nennkapazität
Kläranlage Wesselburen	280	126,0	99,9	72,3 kWh Nennkapazität
Kläranlage Lohe-Föhrden	240	108,0	99,9	120,5 kWh Nennkapazität
Kläranlage Erfde	334	150,3	99,9	mindestens 168,7 kWh nutzbar
Kläranlage Hamdorf	220	99,0	50	120,5 kWh Nennkapazität
Kläranlage Hennstedt	20	9,0	etwa 8–10	ca. 10 kWh Nennkapazität

¹ Kapazitätsansatz der vorgesehenen Speicherkonfiguration. Nennkapazität und tatsächlich nutzbare Kapazität sind anhand der Herstellerunterlagen getrennt auszuweisen.

Die Berechnung der PV-Leistung erfolgt nach:

$$\text{PV-Leistung [kWp]} = \text{Modulanzahl} \times \text{Modulleistung [Wp]} \div 1.000$$

Die AC-Geräteleistungen ergeben sich aus den vorgesehenen Gerätezusammenstellungen:

- Linden: $2 \times 60 \text{ kW} + 6 \times 100 \text{ kW} + 4 \times 50 \text{ kW} = 920 \text{ kW}$.
- Friedrichstadt und Büsum: jeweils $2 \times 60 \text{ kW} + 2 \times 50 \text{ kW} = 220 \text{ kW}$.
- Wesselburen: $2 \times 15 \text{ kW} + 19,9 \text{ kW} + 20 \text{ kW} + 30 \text{ kW} = 99,9 \text{ kW}$.
- Lohe-Föhrden und Erfde: jeweils $49,9 \text{ kW} + 50 \text{ kW} = 99,9 \text{ kW}$.
- Hamdorf: ein Hybridspeichersystem mit 50 kW.
- Hennstedt: ein Hybridwechselrichter mit etwa 10 kW; der DC-gekoppelte Batteriespeicher erhält keinen zusätzlichen AC-Speicherumrichter.

Diese Gerätesummen sind nicht mit der zulässigen Einspeiseleistung am Netzanschlusspunkt gleichzusetzen. Maßgebend sind die bestätigten Anschlussbedingungen, die tatsächlichen Geräteeigenschaften und die vorgesehenen Betriebsbegrenzungen.

Nennspeicherkapazität und tatsächlich nutzbare Kapazität sind anhand der Herstellerunterlagen getrennt auszuweisen.

Bei höherer Modulleistung oder einer abgestimmten Änderung der Belegung verändert sich die installierte Generatorleistung entsprechend. Die endgültige Belegung muss sämtliche Flächen-, Tragwerks-, Geräte-, String- und Netzanschlussanforderungen erfüllen.

Für Module und Unterkonstruktionen gelten die jeweils in den LV-Positionen beschriebenen Pauschalgrundlagen und Mengenspielräume. In Büsum beträgt der Belegungsansatz 858 Module; die Pauschalkalkulation beruht auf 880 Modulen mit dem ausgeschriebenen Mengenspielraum von $\pm 10 \%$.

In Wesselburen bleiben zusätzlich 52,2 kWp Bestandsleistung erhalten. Zusammen mit der Erweiterung um mindestens 126,0 kWp ergibt sich eine Gesamtgeneratorleistung von mindestens 178,2 kWp.

In Lohe-Föhrden werden vorhandene PV-Module ebenfalls in die neue Gerätekonfiguration eingebunden. Bestandsleistung und Stringaufteilung werden aufgenommen und in der endgültigen Anlagenübersicht dargestellt.

3. Planung, Bestandsaufnahme und Koordination

Vor Bestellung und Ausführung sind die bereitgestellten Genehmigungs-, Baugrund-, Brandschutz-, Wasserrechts-, Netzanschluss- und Bestandsunterlagen standortbezogen auszuwerten. Abweichungen zwischen Unterlagen und örtlichem Bestand sind zu dokumentieren und mit Auftraggeber und Fachplanung abzustimmen.

Die Werkplanung umfasst die endgültige Modulbelegung, Geräteaufstellung, Wartungs- und Transportwege, Gründungen, Tragwerke, Kabeltrassen und Gebäudeeinführungen. Geräteabmessungen, Betriebsgewichte, Herstellerabstände, Wärmeabfuhr und Austauschmöglichkeiten sind anhand der angebotenen Systeme zu berücksichtigen.

Vor Fertigstellung der Schaltpläne ist ein Pflichtenheft abzustimmen. Dieses beschreibt Anlagenumfang, Betriebsarten, Leistungsgrenzen, Nulleinspeisung, Schutz- und Regelungsprioritäten, Abschaltabläufe, Schnittstellen, Bedienrechte sowie das Verhalten bei Störungen und beim Wiederanlauf.

Die Elektrodetailplanung umfasst insbesondere Kurzschlussbeanspruchung, Selektivität, Schaltvermögen, Strombelastbarkeit, Spannungsfall sowie die vollständige String- und MPP-Zuordnung. Eingangs- und Ausgangsgrenzen der Geräte sind für die vorgesehenen Betriebsfälle nachzuweisen.

Weiterhin sind Verteilungen, Erdung, Potenzialausgleich, Überspannungsschutz und Kommunikation auszulegen. Berechnungsannahmen sowie Produkt-, Software- und Firmwarestände sind nachvollziehbar zu dokumentieren.

Ein Gesamtprojektleiter koordiniert die beteiligten Fachgewerke und führt einen Terminplan mit standortbezogenen Meilensteinen. Planungsfreigaben, Lieferungen, Bauleistungen, Abschaltungen, Netzbetreibertermine, Prüfungen und Standortabnahmen sind darin zu berücksichtigen.

Die im Bauleistungsabschnitt zugeordneten Bau-, Erd- und Gründungsleistungen sind unter Einbindung von Hansen Transporte GmbH & Co KG und Schmidt Bauunternehmen GmbH & Co KG als Nachunternehmer empfehlenswert auszuführen. Die Aufgabenverteilung ist vor Ausführung eindeutig festzulegen. Dieselbe Leistung darf nicht mehreren Unternehmen oder LV-Positionen gleichzeitig zugeordnet werden.

Die gesondert ausgeschriebenen Kabelgräben gehören zum Leistungsumfang des PV-Auftragnehmers. Sie werden mit den übrigen Bauarbeiten koordiniert und nicht zusätzlich im allgemeinen Bauleistungsabschnitt angesetzt.

Die Anpassung und Anbindung der vorhandenen Leitsysteme erfolgt durch VESCON AQUA GmbH als Nachunternehmer. Am Wasserwerk Linden ist WinCC anzubinden; an sämtlichen Kläranlagen ist das vorhandene Schraml-Leitsystem maßgebend. Systemberechtigungen, Herstellerunterstützung und Betreiberzugänge sind abzustimmen.

Die Leitsystemprojektierung wird über die ausgeschriebenen Fachstundenpositionen nach ausgeführten und bestätigten Stunden mit Tätigkeitsnachweis vergütet. Gerätehardware, allgemeine Anlagenintegration und App-Projektierung bleiben ihren jeweiligen Positionen zugeordnet.

Benannte Fachunternehmen:

Unternehmen	Anschrift	Kontakt
Hansen Transporte GmbH & Co KG	Alte Landstraße 1a, 24879 Idstedt	Telefon: +49 4625 82000; E-Mail: info@hansen-transporte.de
Schmidt Bauunternehmen GmbH & Co KG	Dorfstraße 30, 25776 St. Annen	Telefon: 04882 605420; E-Mail: kontakt@schmidt-bau.info
VESCON AQUA GmbH	Stadtdeich 7, 20097 Hamburg	Telefon: +49 40 2364854-60; E-Mail: aqua@vescon.com

Der Auftragnehmer übernimmt Beauftragung, Leistungsabgrenzung sowie fachliche und terminliche Koordination. Er bleibt für die vertragsgemäße Gesamtleistung einschließlich Schnittstellen, Prüfungen und Dokumentation verantwortlich.

4. Baustelleneinrichtung, Bodenarbeiten und Gründungen

Baustelleneinrichtung, Anlieferung, Lagerung und Montage sind mit dem Betreiber abzustimmen. Betriebswege, Zugänge, Schächte, vorhandene Leitungen und sicherheitsrelevante Einrichtungen sind zu schützen und zugänglich zu halten. Abschaltungen und Umschaltungen dürfen nur zu abgestimmten Terminen erfolgen.

Vor Beginn der Arbeiten sind die beanspruchten Flächen zu dokumentieren. Bei empfindlichen Böden sind geeignete Fahrplatten oder andere Lastverteilungen vorzusehen. Oberboden ist getrennt von Unterboden und mineralischen Baustoffen zu lagern.

Unter lastabtragenden Flächen werden humose beziehungsweise ungeeignete Böden entfernt. Anschließend werden ein tragfähiges Planum und ein standortbezogen bemessener, lagenweise verdichteter Unterbau hergestellt. Baugrundverhältnisse, Frostbeanspruchung sowie Geräte- und Bauwerkslasten sind zu berücksichtigen.

In Friedrichstadt und Wesselburen erhalten die ballastierten PV-Felder eine mineralische Tragschicht aus Gemisch 0/45 mit 40 cm verdichteter Gesamtdicke auf Trenn- beziehungsweise Filtervlies. Der Einbau erfolgt lagenweise in höchstens 20 cm starken Schichten. Tragfähigkeit und Verdichtung sind nachzuweisen.

Für Schleppdächer, Speicherbereiche und Container sind Unterbau, Fundamentierung und Geländeanschlüsse auf die jeweiligen Lasten und Aufstellbedingungen abzustimmen. Bodenbau, Dachgründung und Rückhaltefläche sind gemeinsam zu planen, damit keine mehrfachen Aushub-, Unterbau- oder Betonansätze entstehen.

Speicherfundamente und Rückhalteflächen erhalten eine eigenständige, nachgewiesene Lastabtragung. Kabeldurchführungen, Einbauteile, Verankerungen und Abdichtungen sind vor Betonage mit der Elektroplanung abzustimmen.

Die gesonderten Bauleistungen werden im Abschnitt 03 des Gesamt-LV erfasst. Kabelgräben bleiben in den technischen Standortabschnitten. Rammarbeiten für die PV-Unterkonstruktionen werden ausschließlich in den zugehörigen PV-Positionen vergütet.

Nach Abschluss sind beanspruchte Verkehrs- und Außenflächen entsprechend dem vorgesehenen Endzustand wiederherzustellen. Nicht verbleibende Baustelleneinrichtungen, Transporthilfen, Verpackungen und Montageabfälle werden entfernt.

5. Photovoltaikmodule, Unterkonstruktionen und DC-Anlagen

Vorgesehen sind monokristalline Glas-Glas-PV-Module mit N-Typ-Zelltechnologie oder technisch gleichwertiger Ausführung. Die Mindestanforderungen betragen 450 Wp Modulleistung und 23,0 % Modulwirkungsgrad unter Standard-Testbedingungen. Je Standort ist ein einheitlicher Hersteller und Modultyp einzusetzen.

Gefordert sind Zertifizierungen nach IEC 61215 und IEC 61730, mindestens 25 Jahre Produktgarantie sowie 30 Jahre lineare Leistungsgarantie mit mindestens 87 % Restleistung nach 30 Jahren. Eignung und Kompatibilität mit Unterkonstruktion, Befestigung und elektrischer Auslegung sind nachzuweisen.

Die Freiflächenanlagen werden in Ost-West-Ausrichtung hergestellt. In Linden, Büsum, Lohe-Föhrden, Erfde und Hamdorf sind gerammte Unterkonstruktionen vorgesehen. Friedrichstadt und Wesselburen erhalten ballastierte Systeme. Für Hennstedt wird eine zum vorhandenen Dach passende Unterkonstruktion ausgeführt.

Für sämtliche Unterkonstruktionen sind standortbezogene statische Nachweise und ausführbare Ramm-, Ballastierungs- beziehungsweise Befestigungspläne zu erstellen. Baugrund, Gelände, Tischgeometrie, Modulbelegung, Wind- und Schneelasten sowie Wartungs- und Pflegeflächen sind einzubeziehen.

Die Module werden mit den zur Unterkonstruktion gehörenden Klemmen befestigt. Mechanischer Diebstahlschutz ist gemäß den jeweiligen LV-Positionen herzustellen.

DC-Leitungen werden dauerhaft befestigt, mechanisch geschützt und für die örtlichen Umgebungsbedingungen geeignet verlegt. Stringzuordnung, Polarität und Kennzeichnung müssen eindeutig nachvollziehbar sein. Steckverbindungen sind systemkompatibel auszuführen.

Generatoranschlusskästen werden auf die freigegebene String- und MPP-Aufteilung abgestimmt. Sie enthalten die standortbezogen vorgesehenen Schutz-, Trenn-, Fernabschalt- und Rückmeldefunktionen. Unabhängige MPP-Eingänge dürfen nicht unzulässig zusammengeschaltet werden.

Die elektrische Auslegung berücksichtigt insbesondere Spannungsgrenzen, Eingangsströme, mögliche Rückströme und die zulässige Generatorbelegung der angeschlossenen Geräte.

Feldinterne Verkabelung, weiterführende DC-Leitungen sowie GAK- und Geräteendanschlüsse sind entsprechend den LV-Positionen voneinander abzugrenzen. Dieselben Leitungsabschnitte und Anschlussleistungen dürfen nicht mehrfach angesetzt werden.

6. Wechselrichter und Batteriespeichersysteme

Die Wechselrichter- und Speicherkonfiguration ist auf die endgültige Modulbelegung, die DC-Leitungsführung und das jeweilige Netzanschlusskonzept abzustimmen. Leistungs-, Spannungs- und Stromgrenzen sowie zulässige Betriebszustände sind für die vollständige Gerätekombination nachzuweisen.

Genannte Fabrikate beschreiben das vorgesehene Funktions- und Qualitätsniveau. Technisch gleichwertige Systeme sind mit vollständigem System- und Kompatibilitätsnachweis zulässig. Hersteller, Typen, wesentliche Kenndaten und erforderliche Lizenzen sind im Angebot anzugeben.

Die Batteriespeichersysteme werden einschließlich Batteriemanagement, Leistungselektronik, interner Kommunikation, Temperaturführung und der vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen betriebsbereit hergestellt. Ausgeschriebene Erweiterungsschränke sind in Aufstellplanung, interne Verkabelung und Herstellerinbetriebnahme einzubeziehen.

Außen aufgestellte Speichersysteme müssen einschließlich ihrer Erweiterungsschränke eine nachgewiesene Outdoor-Eignung besitzen. Dies gilt auch unter Überdachungen. Gehäuse, Temperaturführung sowie Feuchte- und Korrosionsbeständigkeit sind auf den Standort abzustimmen.

Bei Containeraufstellung sind zusätzlich die Umgebungsbedingungen innerhalb des Containers nachzuweisen. Die integrierte Gerätekühlung ersetzt nicht den Nachweis der Wärmeabfuhr aus dem Aufstellraum.

Die Betriebsführung umfasst PV-geführte Speicherladung, Entladung zur Standortversorgung und die Einhaltung der freigegebenen Ladezustands-, Temperatur- und Leistungsgrenzen. Das interne Speicher-EMS ist in die standortbezogene Nulleinspeiseregulation einzubinden.

Zuständigkeiten zwischen Speicher-EMS, Anlagenregler und übergeordneter Steuerung sind eindeutig festzulegen. Konkurrierende Sollwerte und unzulässige Betriebszustände sind auszuschließen.

Gekennzeichnete Alternativkonzepte ersetzen ausschließlich die zugeordneten Grundpositionen. Grund- und Alternativausführung werden nicht gleichzeitig summiert.

7. Standortbezogene Ausführung

7.1 Wasserwerk Linden

Die PV-Freiflächenanlage wird auf zwei Feldern mit gerammter Ost-West-Unterkonstruktion hergestellt. Die Planung basiert auf 3.145 Modulen und einer vorgesehenen Freifläche von etwa 12.400 m².

Die angesetzte Rammtiefe von etwa 2,00 m ist anhand von Baugrund, Ramm- beziehungsweise Auszugsversuchen und Systemstatik zu bemessen. Werkstoffe und Korrosionsschutz sind auf die Bodenverhältnisse sowie den Wasserwerks- beziehungsweise Wasserschutzbereich abzustimmen. Genaue Werkstoffbezeichnungen, Beschichtungsaufbau und standortbezogene Eignungsnachweise sind vor Bestellung vorzulegen.

Die Modulflächen werden mit einem Doppelstabmattenzaun eingefriedet. Die Zaunoberkante liegt etwa 2,00 m über Gelände; der durchgehende Bodenabstand beträgt etwa 20 cm. Toranlagen werden entsprechend der Wegeführung und den betrieblichen Zugangsanforderungen hergestellt.

Zur Pflege beider Felder ist ein autonomes, geländegängiges Mähsystem vorgesehen, das zwischen den Flächen manuell umgesetzt wird. Ladeeinrichtungen, Navigation, Schutzfunktionen und betriebliche Einweisung gehören zum vorgesehenen Umfang. Modultische, Leitungen und Einfriedung sind auf die Pflegeanforderungen abzustimmen.

Die Technikaufstellung umfasst:

- einen Holzunterstand für vier Hybridspeichersysteme einschließlich Erweiterungsschränken;
- ein eigenständiges Außengestell für zwei 60-kW- und sechs 100-kW-Stringwechselrichter;
- einen 20-Fuß-High-Cube-Container für die neue NSHV und die zugehörige Technik gemäß Containerposition.

Die vier Speichersysteme besitzen jeweils 50 kW Leistung und 241 kWh Nennkapazität. Jede Einheit besteht aus einem Grundschränk mit 120,5 kWh und einem Erweiterungsschränk mit weiteren 120,5 kWh. Insgesamt ergeben sich 200 kW Speicherleistung und 964 kWh Nennspeicherkapazität.

Der Holzunterstand erhält mindestens 3,00 m lichte Höhe im Geräte-, Bedien-, Wartungs- und Transportbereich. Vorgesehen sind eine hinterlüftete Fassade aus naturbelassenen, unbemalten Lindenholzlamellen mit Schutzgeflecht, ein festes Dach mit Antikondensausführung, eine Zugangstür und ein demontierbares Fassadenfeld für den Gerätetransport.

Die Lindenholzvorgabe betrifft die nichttragende Fassadenbekleidung. Tragende Holzbauteile werden nach den statisch nachgewiesenen Festigkeitsklassen ausgeführt. Konstruktiver Holzschutz, Hinterlüftung, Spritzwasserabstand und Dachüberstände sind zu berücksichtigen.

Für die Speicher wird eine abflusslose, flüssigkeitsundurchlässige Stahlbeton-Auffangwanne mit mindestens 20 cm Sohlplattendicke aus Beton mindestens C30/37 hergestellt. Bodenabläufe, Entwässerungsleitungen und Pumpensümpfe innerhalb der Wanne sind nicht vorgesehen.

Das nutzbare Rückhaltevolumen ist unter Berücksichtigung von Geräten, Sockeln, Einbauten und Zugangslösungen nachzuweisen. Beschichtungen und Abdichtungen sind auf die maßgebenden Stoffe abzustimmen. Niederschlags- und Oberflächenwasser werden vom Rückhaltebereich ferngehalten.

Der NSHV-Container wird auf zwei Stahlbeton-Streifenfundamenten aufgestellt. Doppelboden, LED-Leuchtleisten, Steckdosen, Kabelwege, abgedichtete Einführungen und Splitklimatisierung werden gemäß den zugeordneten Positionen hergestellt. Die allgemeine Elektroinstallation von Unterstand und Container ist räumlich und hinsichtlich der Vergütung eindeutig abzugrenzen.

Für die NSHV sind ein Leistungsschalteransatz von 1.250 A und Hauptsammelschienen von mindestens 1.600 A vorgesehen. Die elektrische Bemessung ist für die angeschlossenen Erzeugungs-, Speicher- und Bestandsanlagen nachzuweisen.

Acht vorhandene Einzeladern mit jeweils 240 mm² werden aufgenommen, identifiziert, gekennzeichnet und elektrisch geprüft. Ihre Weiterverwendung sowie erforderliche Anpassungen und Anschlüsse richten sich nach den Prüfergebnissen und den gesonderten Anschlusspositionen.

Die DC-Stringleitungen beider PV-Felder werden zu den Generatoranschlusskästen am Unterstand geführt. Der vorgesehene Leitungsweg beträgt für das nahe Feld etwa 125 m und für das entfernte Feld etwa 260 m. Von den Generatoranschlusskästen erfolgt die Weiterführung zu den zugeordneten Wechselrichter- und Hybridspeichereingängen.

String- und MPP-Zuordnung, Leitungsquerschnitte, Befestigung, Überspannungsschutz sowie Fernabschalt- und Rückmeldefunktionen werden gemäß Ausführungsplanung hergestellt. Sämtliche Leitungen und Anschlüsse sind eindeutig zu kennzeichnen und elektrisch zu prüfen.

Im Mittelspannungsraum wird ein zentraler EZA-Schrank mit der vorgesehenen Anlagenregelung und der dort zugeordneten Netzwerktechnik errichtet.

Im NSHV-Container wird ein eigener Datamanager-/Netzwerkschrank angeordnet. Dieser nimmt die containerseitige Kommunikation, Datenaufbereitung und die Schnittstellen zum Speicher-EMS auf.

In NSHV-Feld 2 werden drei getrennt zugeordnete Netzanalysatoren für Netzbetreiberfernwirkung, EZA-Regelung und PLS/WinCC vorgesehen. In Feld 3 werden zwei herstellerekompatible Energiemeter für das Speicher-EMS angeordnet. Einbauorte und tatsächliche elektrische Messpunkte sind im Messkonzept getrennt darzustellen.

Zwischen EZA-Schrank und Datamanager-Schrank werden zwei getrennte LWL-Verbindungen sowie die vorgesehene fest verdrahtete Steuer-/Meldeverbindung hergestellt. Anlagenkommunikation und WinCC bleiben getrennt. Die EMS-Zähler werden über die freigegebenen Schnittstellen zum Speicher-EMS geführt.

Die vorhandene Mittelspannungs-Sekundärtechnik wird hinsichtlich Schutz, Messung und Schaltzielen angepasst. Anlagenregelung, PAV,E-Überwachung sowie Netz- und Anlagenschutz sind aufeinander abzustimmen.

Für Holzunterstand und NSHV-Container wird eine äußere Blitzschutzanlage hergestellt. Schutzbereiche, Fangeinrichtungen, Ableitungen, Erdungsanschlüsse und erforderliche Trennungsabstände werden anhand der tatsächlichen Anordnung bemessen.

Netzbetreiberfernwirkung, Nulleinspeisung, Wartungsabschaltung und Verriegelung mit der vorhandenen Netzersatzanlage werden als abgestimmtes Gesamtsystem ausgeführt.

Bei Anforderung der Netzersatzanlage sind PV- und Speicherleistung vor Freigabe des Generatorschalters auf null zu führen und erneute Einspeisungen zu sperren. Eine Wiederfreigabe erfolgt erst bei sicher getrennter Netzersatzanlage, stabilem öffentlichem Netz und erfüllten Verriegelungsbedingungen. Inselbetrieb ist ohne gesondert freigegebenes Konzept nicht Bestandteil der Grundaufführung.

7.2 Kläranlage Friedrichstadt

In Friedrichstadt wird eine ballastierte Ost-West-Freiflächenanlage mit 890 Modulen auf mineralischer Tragschicht hergestellt. Die Gründung erfolgt ohne Rammung über geeignete Systemauflager und Ballastelemente.

Zwei Hybridwechselrichter mit jeweils 60 kW, vier DC-Anschlusskästen, eine neue PV-NSHV und ein separater EZA-/Netzwerkschrank werden im Bestandsgebäude angeordnet. Geräteaufstellung und Wärmeabfuhr sind anhand der Herstelleranforderungen nachzuweisen. Der vorgesehene DC-Kabelweg vom PV-Feld beträgt etwa 138 m.

Außen unter einem gemeinsamen Schleppdach werden zwei Speichersysteme mit jeweils 50 kW und 120,5 kWh sowie ein zusätzlicher Erweiterungsschrank mit 120,5 kWh aufgestellt. Insgesamt ergeben sich 100 kW Speicherleistung und 361,5 kWh Nennspeicherkapazität. Die Erweiterung wird einem der beiden Systeme herstellerekonform zugeordnet.

Für alle drei Speicherschränke werden eine abgestimmte Aufstell- und Rückhaltelösung sowie die erforderlichen Dachgründungen hergestellt. Unterbau, Aufkantungen, Fugen und Durchführungen sind entsprechend dem Fachkonzept auszuführen.

Der Technikraum wird für die Elektroinstallation ertüchtigt. Lüftung beziehungsweise Kühlung werden anhand der inneren Wärmelasten ausgelegt.

Die neue PV-NSHV wird als 630-A-System hergestellt und über zwei parallele Hauptkabel an die Bestands-NSHV angeschlossen. Stromaufteilung, Schutzkoordination und gemeinsame Abschaltung sind nachzuweisen.

Bestands-PV, Zählung, Schutztechnik und Schraml-Leitsystem sind einzubeziehen. Nulleinspeisung, Speicherbetrieb und Standort-App werden in die Gesamtregelung integriert.

Umbau- und Demontearbeiten im Bestand werden über die dafür vorgesehenen Stundenpositionen erfasst. Die zugeordnete Materialpauschale ist von den bereits in Geräte- und Verteilungspositionen enthaltenen Lieferungen abzugrenzen.

Ein zusätzlicher 100-kW-Stringwechselrichter, weitere Batterieerweiterungen und ein neuer Türdurchbruch gehören nur bei entsprechender Kennzeichnung im LV und gesonderter Beauftragung zum Leistungsumfang.

7.3 Kläranlage Büsum

Die Anlage wird mit einem Belegungsansatz von 858 Modulen auf geramelter Ost-West-Unterkonstruktion errichtet. Die Pauschalkalkulation für Module und Unterkonstruktion erfolgt auf Grundlage von 880 Modulen mit dem ausgeschriebenen Mengenspielraum.

Im Bereich des vorhandenen Windfundaments ist eine angepasste Gründungslösung zu planen und statisch nachzuweisen. Für die ausgewiesene Pflegefläche ist ein Mährobotersystem vorgesehen.

Die Haupttechnik wird in einem 40-Fuß-High-Cube-Container untergebracht. Dieser enthält zwei 60-kW-Hybridwechselrichter, zwei Speichersysteme mit jeweils 50 kW und 120,5 kWh, vier GAK und eine PV-AC-Verteilung mit 630 A. Insgesamt ergeben sich 100 kW Speicherleistung und 241 kWh Nennspeicherkapazität.

Der Container erhält geeignete Wärmedämmung, küstengeeigneten Korrosionsschutz, wetterdichte Einführungen und ausreichende Wartungs- und Austauschflächen. Kühlung und Luftentfeuchtung werden über die zugeordneten Positionen ausgeführt.

Die Kühllast ist unter Berücksichtigung der Geräteverluste, der integrierten Speicherkühlung, der Sonneneinstrahlung und der Containerhülle zu berechnen. Die Luftführung muss die zulässigen Betriebsbedingungen sämtlicher Geräte sicherstellen.

Die Gründung erfolgt auf zwei bemessenen Stahlbeton-Streifenfundamenten. Kiesrandstreifen und befestigter Anschluss an die vorhandene Asphaltfläche werden gemäß Bauleistungsabschnitt hergestellt.

Zwischen Container und Außenschrank an der Gebläsehalle werden zwei parallele Kupfer-Hauptkabel über etwa 90 m einfachen Kabelweg verlegt. Zwischen Außenschrank und Gebläsehalle sind zwei weitere Kabel über etwa 15 m vorgesehen.

Das vorhandene Trafostationskabel wird von der Gebläsehalle abgeklemmt, auf die neue Außenverteilung umgelegt und dort angeschlossen. Zustand, verbleibende Länge, Anschlussmöglichkeiten und Schutzkoordination sind zuvor zu prüfen.

Der EZA-Steuerschrank wird im bestehenden NSHV-Raum neben dem Netzbetreiberschrank aufgestellt. Die entfernten Technikbereiche werden über LWL verbunden. Anlagenregelung und Schraml erhalten getrennte Kommunikationsnetze. Nulleinspeisung, Wartungsabschaltung, Not-Aus-Einrichtungen und Standort-App sind in das Gesamtkonzept einzubinden.

7.4 Kläranlage Wesselburen

Die vorhandene PV-Anlage mit 52,2 kWp wird um 280 Module mit mindestens 126,0 kWp erweitert. Die Erweiterung erhält eine ballastierte Ost-West-Unterkonstruktion auf der beschriebenen Mineraltragschicht.

Bestandsmodule werden weiterverwendet. Der vorhandene SMA-Wechselrichter wird demontiert; vorhandene und neue Strings werden auf die freigegebene Gerätekonfiguration verteilt.

Hinter dem Betriebsgebäude wird ein Schleppdach errichtet. Darunter werden ein Speichersystem mit 30 kW und 72,3 kWh, zwei Wechselrichter mit jeweils 15 kW, ein Wechselrichter mit 19,9 kW, ein Wechselrichter mit 20 kW, zwei GAK und die PV-AC-Verteilung angeordnet.

Die Technik erhält eine Stahlbeton-Fundament- und Rückhaltefläche aus Beton mindestens C30/37 mit mindestens 20 cm Bauteildicke und einer umlaufenden Aufkantung von 5 cm. Der rechnerische Rückhalteansatz beträgt etwa 0,40 m³.

Das erforderliche und tatsächlich nutzbare Rückhaltevolumen ist anhand von Fachkonzept und Geometrie nachzuweisen. Verdrängende Geräte, Sockel, Einbauten, Gefälle und wirksame Stauhöhe sind zu berücksichtigen.

Die PV-AC-Verteilung wird für die Außenaufstellung unter dem Schleppdach ausgelegt. Ein Leistungsschalter mit 250 A Baugröße, die benötigten Geräteabgänge und Platzreserve sind vorgesehen. Einstellwerte und Schutzkoordination werden entsprechend der Anschlussbelegung nachgewiesen.

Die zentrale Netzwerk- und Steuerungstechnik wird im Betriebsgebäude oberhalb der vorhandenen NSHV-Felder montiert. Schraml wird unmittelbar über LAN angebunden. Mobilfunkzugang und Anlagenkommunikation bleiben vom Leitsystemnetz getrennt.

Nulleinspeisung, Einspeisemanagement, PAV,E-Überwachung und Standort-App werden eingerichtet. Zusätzliche Netzbetreiberteknik richtet sich nach dem verbindlich abgestimmten Anschlusskonzept.

7.5 Kläranlage Lohe-Föhrden

Die vorhandene PV-Anlage wird um 240 Module mit mindestens 108,0 kWp auf gerammter Ost-West-Unterkonstruktion erweitert. Die bestehenden Wandwechselrichter am Schlammklärer werden demontiert. Bestandsstrings und neue Strings werden entsprechend der abgestimmten Planung umgelegt.

Ein Dachunterstand am Schlammklärer nimmt einen 49,9-kW-Hybridwechselrichter, ein Speichersystem mit 50 kW und 120,5 kWh sowie einen GAK auf. Zur Straße wird ein fester Sichtschutz hergestellt. Lüftungsöffnungen, Wartungsflächen und Gerätezugänge sind freizuhalten.

Die Speicheraufstellung erhält eine geeignete Gründung und die gemäß Fachkonzept erforderliche flüssigkeitsundurchlässige Rückhaltefläche. Niederschlags- und Oberflächenwasser werden ferngehalten.

Die vorhandene PV-Außenverteilung sowie geeignete Schutz- und Messgeräte werden vorrangig weiterverwendet. Die vorhandene Sammelschiene ist mit 200 A angegeben. Ein Leistungsschalter der Baugröße 250 A ist so auszulegen und einzustellen, dass die nachgewiesene Belastbarkeit der Bestandsverteilung und der angeschlossenen Leitungen eingehalten wird.

Erforderliche NH-Abgänge und Platzreserve werden ergänzt. Ein neues Außenfeld wird gemäß der zugeordneten Alternativposition vorgesehen, soweit eine geeignete Anpassung des Bestands nicht möglich ist.

Die Netzwerk- und Steuerungstechnik wird im Bestandsgebäude neben dem Zählerschrank angeordnet. Die PAV,E-Messung wird im Bereich des Mittelspannungsanschlusses ergänzt.

Schraml wird über das getrennte Leitsystemnetz angebunden. Nulleinspeisung, Speicherregelung, Standort-App, äußere Not-Aus-Bedienstelle und Wartungsabschaltung sind in das Gesamtkonzept einzubeziehen.

7.6 Kläranlage Erfde

In Erfde wird eine Freiflächenanlage mit 334 Modulen und mindestens 150,3 kWp auf gerammter Ost-West-Unterkonstruktion errichtet. Für die ausgewiesene Pflegefläche ist ein Mährobotersystem vorgesehen.

Ein Hybridwechselrichter mit 49,9 kW wird im Bestandsgebäude installiert. Das Speichersystem mit 50 kW und mindestens 168,7 kWh nutzbarer Kapazität wird einschließlich der erforderlichen Batterieerweiterung außen unter einem Schleppdach aufgestellt.

Speicherfundament und Rückhaltefläche werden einschließlich Unterbau, Aufkantungen, medienbeständiger Abdichtungen und abgestimmter Durchführungen hergestellt. Das Schleppdach ist auf die vollständige Gerätekonfiguration sowie Wartungs- und Lüftungsabstände auszulegen.

Der Technikraum wird für Wechselrichter, GAK, PV-AC-Verteilung und Kommunikationstechnik vorbereitet. Erforderliche Lüftung beziehungsweise Kühlung wird anhand der inneren Wärmelasten ausgelegt.

Die PV-AC-Verteilung wird an die bestehende NSHV des Werkstattgebäudes angeschlossen. Die vorgesehenen Wege betragen vom PV-Feld zu den GAK höchstens etwa 20 m und vom Wechselrichter zum Einspeisefeld höchstens etwa 10 m.

Für die Schraml-Anbindung wird das vorhandene Telefonkabel zwischen den Gebäudebereichen genutzt. An beiden Enden ist jeweils ein kompatibles industrielles DSL-Modem beziehungsweise ein geeigneter Ethernet-Extender vorzusehen. Aderpaar, Leitungslänge, Zustand, Übertragungsleistung und erforderlicher Überspannungsschutz sind vor Ausführung zu prüfen.

Schraml und Anlagenregelung bleiben getrennt. Nulleinspeisung, Standort-App, Not-Aus am Gebäude und Service-/Wartungsabschaltung sind einzurichten.

Ein Löschwasserkissen mit mindestens 20 m³ nutzbarem Volumen ist als Bedarfsleistung vorgesehen. Die Ausführung erfolgt ausschließlich nach gesonderter Beauftragung und Abstimmung mit Brandschutzplanung und Feuerwehr.

7.7 Kläranlage Hamdorf

Die PV-Freiflächenanlage umfasst 220 Module mit jeweils mindestens 450 Wp und einer rechnerischen Generatorleistung von 99,0 kWp auf gerammter Ost-West-Unterkonstruktion.

Vorgesehen ist ein Hybridspeichersystem mit 50 kW AC-Nennleistung und 120,5 kWh Nennspeicherkapazität ohne Erweiterungsschrank. Die PV-Strings werden über den Generatoranschlusskasten direkt an die PV-Eingänge des Hybridspeichersystems angeschlossen. Ein separater PV-Wechselrichter ist nicht vorgesehen. Richtfabrikat: AlphaESS STORION-H50-G3 oder technisch gleichwertig.

Der Speicherschrank, ein Generatoranschlusskasten und die PV-Außenverteilung werden unter einem dafür ausgebildeten Bereich der PV-Modulkonstruktion angeordnet. Das Speichersystem ist in herstellerseitig freigegebener Outdoor-Ausführung zu liefern. Geräteanordnung und Stringauslegung müssen die zulässigen Betriebs-, Spannungs- und Stromgrenzen sowie die Aufstellanforderungen des angebotenen Systems einhalten.

Die Techniküberdeckung wird einschließlich geeigneter Wasserführung und Schutz gegen Niederschlag ausgeführt. Die Eignung der Module für die vorgesehene Dach- beziehungsweise Überkopfverwendung ist nachzuweisen. Erforderliche lichte Höhen, Bedienungs-, Wartungs- und Lüftungsabstände sowie die Anforderungen des Brandschutzkonzepts sind einzuhalten.

Gerätefundament und Rückhaltefläche werden für den einzelnen Speicherschrank einschließlich Betriebsgewicht, Verankerung und erforderlicher Kabeldurchführungen hergestellt. Die Gerätefundamentierung ist von der PV-Rammgründung getrennt zu bemessen.

Die PV-Außenverteilung erhält einen Leistungsschalter mit 125 A als Bemessungsansatz, einen bestückten Geräteabgang für das Hybridspeichersystem, die erforderlichen Hilfsanschlüsse sowie einen freien Reserveplatz. Schutzeinstellungen und Leitungsdimensionierung werden auf die tatsächlichen Lade- und Entladeströme abgestimmt.

Für die örtliche Speicherzuleitung sind etwa 10 m NYY-J 5 × 35 mm² Kupfer vorgesehen. Die Hauptanbindung zum E-Raum erfolgt über NYY-J 5 × 95 mm² Kupfer mit etwa 155 m Leitungslänge. Zwei getrennte Singlemode-LWL-Kabel mit jeweils zwölf Fasern und etwa 165 m einschließlich Endreserven werden im gemeinsamen Leitungsweg geführt. Der zugehörige Kabelgraben ist mit etwa 150 m angesetzt.

Ein herstellerekompatibler Energiemeter am Netzanschlusspunkt stellt die Messwerte für das interne Speicher-EMS bereit. Zwei getrennte Netzanalysatoren dienen der Anlagenregelung und dem Schraml-Leitsystem. PV-Erzeugung, Batterieflüsse und Ladezustand werden über die internen Systemmesswerte eingebunden.

Im E-Raum werden die zentrale Netzwerk- und Steuerungstechnik sowie die PAV,E-Überwachung angeordnet. Anlagenkommunikation und Schraml-Leitsystem werden über getrennte Netze geführt. Die Nulleinspeiseregulierung erhält am Netzanschlusspunkt einen stationären Einspeisesollwert von 0 kW. Der Standort wird in die gemeinsame App-/Webvisualisierung eingebunden.

Der Anschlussbereich der vorhandenen Kompensationsanlage wird für die PV-Zuleitung genutzt. Die Kompensationsanlage wird nach Bewertung der Auswirkungen auf Blindleistungsbezug und Anlagenbetrieb sowie betrieblicher Freigabe demontiert. Das Anschlussfeld wird entsprechend angepasst.

Eine Not-Aus-Bedienstelle wird unmittelbar bei der PV-Technik, eine weitere im E-Raum installiert. Zusätzlich erhält der E-Raum eine Service-/Wartungsabschaltbox. Geregelter Abschaltung, tatsächliche Schaltstellungsrückmeldungen und kontrollierte Wiederfreigabe werden in das Schutz- und Betriebskonzept integriert.

7.8 Kläranlage Hennstedt

Auf der Rechenhalle wird eine PV-Dachanlage mit einem Ansatz von 20 Modulen errichtet. Bei mindestens 450 Wp je Modul ergibt sich eine Generatorleistung von mindestens 9,0 kWp.

Unterkonstruktion und Befestigung sind auf Dachaufbau, Tragfähigkeit und örtliche Lasten abzustimmen. Dachabdichtung und vorhandene Entwässerung dürfen nicht beeinträchtigt werden.

Vorgesehen sind ein dreiphasiger Hybridwechselrichter mit etwa 10 kW AC-Leistung und ein bodenstehender LFP-Batteriespeicher mit mindestens 10 kWh nutzbarer DC-Kapazität. Die angebotene Kombination muss mindestens 5 kW dauerhafte Batterielade- und -entladeleistung im freigegebenen Betriebsbereich bereitstellen.

Der Speicher wird im geschützten Technikbereich der Rechenhalle auf einer tragfähigen Fläche aufgestellt. Herstellerfreigegebene Systemverbindungen, Kippsicherung, Bedienungs- und Lüftungsabstände sowie Brandschutzanforderungen sind zu berücksichtigen.

Die Dimensionierung wird auf den Standortlastgang, die erwarteten PV-Überschüsse und die Betriebsanforderungen abgestimmt.

DC-Schutz- und Trenneinrichtungen, Stringleitungen, AC-Anbindung, Energiemessung und Potenzialausgleich werden vollständig hergestellt. Der Anschluss erfolgt über den dafür angepassten Abgang der Schaltanlage Rechenhalle.

Die Nulleinspeiseregulierung wird über eine für diese Anlagengröße geeignete, herstellerekompatible Lösung umgesetzt. Schraml-Anbindung und eine eigene Standortansicht innerhalb der gemeinsamen App-/Webplattform gehören zum Umfang. Regelungs- und Schutztechnik werden auf die kleinere Anlage und die bestätigten Anschlussbedingungen abgestimmt.

8. Kabelanlagen, Erdung, Potentialausgleich und Blitzschutz

AC-, DC-, Steuer-, Melde- und Kommunikationsleitungen werden gemäß freigegebener Trassenplanung verlegt. Vorhandene Kabelwege und Leitungen sind vor Weiterverwendung auf Zustand, Zuordnung und Eignung zu prüfen.

Kabelgräben werden durch den PV-Auftragnehmer als gesonderte technische Standortleistung hergestellt. Sie umfassen den jeweils ausgeschriebenen Aushub, die Bettung, Sicherung, Verfüllung, Verdichtung und Wiederherstellung.

Gemeinsam genutzte Grabenstrecken sind unabhängig von der Anzahl der darin verlegten Kabel und Rohre nur einmal aufzumessen. Schutzrohre, Rohrverschlüsse und weitere Trassenbestandteile werden ausschließlich in den Positionen vergütet, denen sie ausdrücklich zugeordnet sind.

Gebäudedurchführungen und Kabeleinführungen sind entsprechend ihrer Beanspruchung gegen Wasser, Feuchtigkeit und Kleintiere abzudichten. Erforderliche Brandschutzabschottungen werden in den betroffenen Bauteilen ausgeführt.

Leistungsquerschnitte und Verlegeanordnungen sind unter Berücksichtigung von Strombelastbarkeit, Häufung, Temperatur, Spannungsfall, Kurzschlussbeanspruchung und Abschaltung nachzuweisen. Bei parallelen Leistungskabeln sind Stromaufteilung und Schutzkoordination einzubeziehen.

Energie-, Mess-, Steuerungs- und Kommunikationsleitungen werden mit der erforderlichen Trennung geführt. Kabeltragsysteme sind auf Belegung, Lasten, Umgebungsbedingungen und die ausgeschriebene Reserve auszulegen. Mechanische Beschädigungen, unzulässige Zugbeanspruchung und Unterschreitungen der Biegeradien sind zu vermeiden.

Vorhandene Erdungsanlagen werden aufgenommen und bewertet. Modultische, Verteilungen, Gestelle, Container, Speicher und Kabeltragsysteme werden gemäß Erdungs- und Schutzkonzept eingebunden.

Feldpotenzialausgleich, äußere Verbindungen des Technikbereichs und geräteinterne Schutzleiterverbindungen sind gemäß LV voneinander abzugrenzen. Werkstoffverträglichkeit, Korrosionsschutz, Kennzeichnung und dauerhafte Zugänglichkeit der Prüfstellen sind sicherzustellen.

Überspannungsschutz und gegebenenfalls äußerer Blitzschutz sind aufeinander abzustimmen. Für den Technikbereich Linden gilt zusätzlich die in Abschnitt 7.1 beschriebene äußere Blitzschutzanlage.

Erdungs-, Durchgängigkeits- und Leitungsprüfungen werden dokumentiert. Die Unterlagen müssen die tatsächlich ausgeführten Wege, Querschnitte, Anschlüsse und Übergabepunkte wiedergeben.

9. Anlagenregelung, Schutz und Abschaltung

Alle acht Standorte erhalten eine ihrer Größe und dem Anschlusskonzept entsprechende Regelungs- und Schutztechnik.

Die Nulleinspeiseregulierung erfasst den Energiefluss am jeweiligen Netzanschlusspunkt und beeinflusst PV-Leistung sowie Speicherladung und -entladung. Der stationäre Sollwert beträgt 0 kW Einspeisung. Vorhandene Erzeugung und sämtliche relevanten Leistungsflüsse sind in die Bilanz einzubeziehen.

Das Regelungskonzept berücksichtigt insbesondere wechselnde Verbraucherlasten, volle beziehungsweise nicht verfügbare Speicher, Messausfall, Kommunikationsausfall und Geräteabschaltungen. Sollwerte, Reaktionszeiten und zulässige dynamische Abweichungen werden mit den Anschlussanforderungen abgestimmt.

Regelung und Schutz sind funktional zu trennen. Schutzfunktionen, Netzbetreibervorgaben und die vorgesehene unabhängige Einspeiseleistungsüberwachung haben Vorrang vor Energiemanagement, Fahrplänen und Bedienbefehlen.

An den entsprechend ausgestatteten Standorten werden PAV,E-Überwachung, Netz- und Anlagenschutz sowie Netzbetreiber-, Not-Aus- und Wartungsabschaltungen umgesetzt. Für Hennstedt richtet sich die konkrete Ausführung nach dem kleineren Anlagensystem und den bestätigten Anschlussbedingungen.

Abschaltanforderungen, betroffene Schaltgeräte, tatsächliche Rückmeldungen, Verriegelungen und Wiederfreigaben werden in einer Schutz- und Abschaltmatrix festgelegt.

Die geregelte Wartungsabschaltung umfasst das geordnete Abregeln der PV-Erzeugung, das Beenden von Batterieladung und -entladung sowie die vorgesehenen DC- und AC-Trennungen. Fehlende oder widersprüchliche Rückmeldungen werden als Störung erfasst.

Abschaltumfang und verbleibende spannungsführende Bereiche werden eindeutig gekennzeichnet. Das Rücksetzen einer Bedienstelle darf keine unkontrollierte Wiederinbetriebnahme auslösen.

Schutz- und Abschaltfunktionen müssen unabhängig von Internet- und Cloudverbindungen wirksam bleiben. Kommunikationsverlust und Hilfsenergieausfall sind mit definierten Zuständen und Rückfallreaktionen zu berücksichtigen.

10. Messung, Energiemanagement und Leitsystem

Messung und Energiemanagement werden standortbezogen hergestellt. Netzbezug, Einspeisung, PV-Erzeugung und Speicherflüsse sind eindeutig abzugrenzen. Interne Gerätemesswerte können genutzt werden, soweit sie für die vorgesehene Aufgabe verfügbar und geeignet sind.

Wandlerübersetzungen, Messrichtungen, Vorzeichen, Skalierungen und Zeitbezüge sind zu prüfen. Fehlende, unplausible oder eingefrorene Werte müssen erkannt und gemeldet werden. Doppelerfassungen und konkurrierende Busmaster beziehungsweise Sollwertgeber sind auszuschließen.

Anlagenregelung und Speicherkommunikation werden vom bestehenden Leitsystemnetz getrennt betrieben. Datenübergaben erfolgen ausschließlich über freigegebene Schnittstellen. Mobilfunkrouter sind dem Anlagenkommunikationsnetz zuzuordnen.

Für die Bestandsleitsysteme gilt:

- Wasserwerk Linden: WinCC.
- Friedrichstadt, Büsum, Wesselburen, Lohe-Föhrden, Erfde, Hamdorf und Hennstedt: Schraml.

Die Leitsystemintegration umfasst die zugeordneten Datenpunkte, Bedienbilder, Trends, Historisierung und Alarmierung. Darstellung und Bedienrechte sind auf die tatsächlichen Gerätefunktionen abzustimmen. Die Projektierung erfolgt durch VESCON AQUA über die standortbezogenen Fachstundenpositionen.

Zusätzlich werden alle acht Standorte in eine gemeinsame App-/Webplattform eingebunden. Jeder Standort erhält eine eigene Ansicht und zugeordnete Benutzerrechte.

Darzustellen sind insbesondere:

- aktuelle und kumulierte PV-Erzeugung;
- Wechselrichter- beziehungsweise Hybridsystemleistung;
- Speicherladezustand sowie Lade- und Entladeleistung;
- Netzbezug, Einspeisung und messtechnisch verfügbarer Standortverbrauch;
- Energieflüsse und wirksamer Nulleinspeise-Sollwert;
- Betriebsfreigaben, Verfügbarkeit, Warnungen und Störungen;
- vorhandene Wartungs- und Abschaltzustände;
- in Linden zusätzlich die relevanten Zustände der NEA-Verriegelung.

Zeitverläufe, Ereignisse und Datenexport sind bereitzustellen. Gemeinsame Plattformleistungen werden einmal, standortbezogene Einbindungen in den jeweiligen Standortpositionen erfasst. Laufende Nutzungs- und Betriebsleistungen richten sich nach den gesonderten Vertragspositionen.

Wesentliche Betriebsfunktionen müssen ohne Internet oder Cloud wirksam bleiben. Die Visualisierung ersetzt weder die lokale Regelung noch Schutz- und Abschalteinrichtungen.

11. Brandschutz, Rückhaltung und betriebliche Sicherheit

Die bauliche und technische Ausführung ist mit den bereitgestellten standortbezogenen Brandschutz-, Feuerwehr- und wasserrechtlichen Unterlagen abzugleichen. Geräteaufstellung, Zugänge, Abschaltorte und Wartungswege sind in den Ausführungsunterlagen darzustellen.

Für die Speicher sind Herstellerangaben zu freisetzbaren Stoffen, Mengen und erforderlichen Schutzmaßnahmen vorzulegen. Rückhalteflächen müssen einschließlich Fugen, Ankern, Durchführungen und Zugangsbereichen die geforderte Flüssigkeitsundurchlässigkeit und Medienbeständigkeit aufweisen.

Das nutzbare Rückhaltevolumen ist anhand der tatsächlichen Geometrie unter Berücksichtigung verdrängender Einbauten, Gefälle und erforderlichen Freibords nachzuweisen. Die gewählte Betonausführung, Fugenabdichtung und gegebenenfalls erforderliche Beschichtung sind als zusammenwirkendes System zu betrachten.

Niederschlags- und Oberflächenwasser sind vom Rückhaltebereich fernzuhalten. Gerätezugang, Wartung und Austausch müssen unter Erhaltung der vorgesehenen Rückhaltefunktion möglich sein.

Rückhaltevolumen und bauliche Details werden für jeden Standort anhand der tatsächlich eingesetzten Speicherkonfiguration festgelegt. In Friedrichstadt ist der zusätzliche Erweiterungsschrank einzubeziehen; in Hamdorf wird die Fläche für einen einzelnen H50-Speicherschrank ausgelegt.

Kennzeichnungen und Feuerwehrunterlagen müssen den ausgeführten Anlagenzustand und den jeweiligen Abschaltumfang wiedergeben. Zugänge, Abschaltstellen und betriebliche Maßnahmen sind mit Betreiber und zuständigen Beteiligten abzustimmen.

12. Prüfung, Inbetriebnahme und Übergabe

Für jeden Standort wird ein Prüf- und Inbetriebnahmeplan mit Voraussetzungen, Verantwortlichkeiten, Prüfkriterien und Protokollen erstellt. Mechanische Fertigstellung, elektrische Erstprüfung, Schutzprüfung, technische Inbetriebnahme und Abnahme werden getrennt dokumentiert.

Die Prüfungen umfassen die elektrischen Anlagen und das Zusammenwirken von PV-Erzeugung, Speicher, Messung, Anlagenregelung, Leitsystem und Standort-App.

Schutz- und Auslöseketten, Wartungsabschaltung, Fernwirkung und Verriegelungen sind bis zum tatsächlichen Schaltzustand nachzuweisen.

Die Nulleinspeiseregulation ist bei wechselnden Lasten, vollem Speicher, Mess- und Kommunikationsausfällen sowie Wiederanlauf zu prüfen. Sollwerte, Reaktionszeiten und verbleibende dynamische Einspeisungen sind zu protokollieren und anhand der abgestimmten Kriterien zu bewerten.

Herstellerinbetriebnahmen werden mit der übergeordneten Systeminbetriebnahme abgestimmt. Bereits erstellte Geräte- und Fachprüfungen sind zu übernehmen und nicht ohne sachlichen Grund erneut auszuführen oder abzurechnen.

Gesonderte unabhängige Anlagenzertifizierungsleistungen sind im Gesamt-LV ausschließlich dem Wasserwerk Linden zugeordnet. Für die Kläranlagen sind keine eigenen Anlagenzertifizierungspositionen vorgesehen.

Diese Leistungszuordnung ersetzt nicht den standortbezogenen Abgleich mit dem Netzbetreiber. Erforderliche Einheiten- und Komponentennachweise, Anschlussunterlagen, Schutzprotokolle und Inbetriebsetzungsunterlagen sind an sämtlichen Standorten bereitzustellen. Die Ausführung erfolgt entsprechend dem abgestimmten Nachweisweg.

Spätestens 14 Kalendertage vor der beantragten Standortabnahme ist die bis dahin fällige vollständige Revision zur Prüfung vorzulegen. Sie umfasst insbesondere:

- Lage-, Aufstell- und Trassenpläne;
- Modulbelegungs-, String- und MPP-Pläne;
- Stromlauf-, Klemmen- und Anschlusspläne;
- Kabel-, Geräte-, Messstellen- und Datenpunktlisten;
- Erdungs-, Potenzialausgleichs- und erforderliche Blitzschutzpläne;
- Netzwerk- und Kommunikationspläne;
- Berechnungen, Statiken und Herstellerunterlagen;
- Mess-, Schutz- und Inbetriebnahmeprotokolle;
- Programme, Konfigurationen, Parameter und Wiederherstellungsunterlagen.

Die Unterlagen sind in deutscher Sprache als durchsuchbare PDF-Dateien und in den verfügbaren bearbeitbaren Ursprungsformaten zu übergeben. Betriebs-, Wartungs-, Störungs- und Freischaltanweisungen, Servicekontakte und Einweisungsprotokolle sind beizufügen. Zugangsdaten werden geschützt und getrennt übergeben.

Jeder betriebsfertige Standort wird gesondert förmlich abgenommen. Die Einweisung umfasst Bedienung, Betriebsarten, Nulleinspeisung, Störungsbehandlung, Freischaltung und wesentliche Wartungsanforderungen.

Abnahmevoraussetzungen, Mängelbeseitigung und Fälligkeit der Schlusszahlung richten sich nach den gemeinsamen Vertrags- und Zahlungsregelungen des Gesamt-LV.

13. Anlagen

Zur Baubeschreibung gehören die jeweils gültigen, abgestimmten Fassungen von:

- Gesamt-Leistungsverzeichnis mit den Abschnitten 01 Wasserwerk Linden, 02 Kläranlagen und 03 Bauleistungen;
- zugehöriger GAEB-Datei in der jeweiligen Austauschphase;
- Planverzeichnis;
- standortbezogenen Übersichts- und Lageplänen;

Das Planverzeichnis umfasst die Standorte:

- 25786a – Büsum;
- 25786b – Erfde;
- 25786c – Friedrichstadt;
- 25786d – Hamdorf;
- 25786e – Linden;
- 25786f – Lohe-Föhrden;
- 25786g – Wesselburen;
- 25786h – Hennstedt.

Planbezeichnungen, Revisionsstände und Ausgabedaten sind im abschließenden Planverzeichnis mit den tatsächlich beigefügten Unterlagen abzugleichen.

Dipl. Ing Dirk Hansen

Hansen + Klümpen GmbH & Co. KG
Ingenieurbüro für Elektrotechnik