

Düsseldorf, 12.02.2026

Funktionale Leistungsbeschreibung

Errichtung einer schwimmenden Photovoltaik-Anlage (Floating-PV-Anlage) auf dem Unisee der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHU)

Auftraggeberin

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Universitätsstr. 1
40225 Düsseldorf

Inhalt

1	Ausgangssituation / Hintergrund.....	3
2	Angaben zum Projekt / Liegenschaft	4
2.1	Standortinformationen zum Unisee und Umgebung	4
2.2	Projektskizze	5
2.3	Wasserrechtliche Genehmigung und Auflagen.....	6
2.4	Technische Rahmenbedingungen	7
2.5	Hinweise zur Angebotserstellung und Bewertung.....	8
3	Leistungsumfang	9
3.1	Allgemeine Anforderungen	9
3.2	Mitwirkung Netzanschluss / Anmeldung (VDE-AR-N 4110)	9
3.3	Planung.....	9
3.4	Spezifikationen der durch den AN zu errichtenden Anlage.....	10
3.4.1	Schwimmende PV-Plattform.....	10
3.4.2	Module	12
3.4.3	Wechselrichter	12
3.4.4	Blitzschutz	13
3.4.5	Anbindung Mittelspannungstechnik HHU (Gebäude 28.01).....	13
3.4.6	Anlagenkommunikation und Steuerung	14
3.4.7	Kabel und Kabeltrassen	15
3.4.8	Netzstation (Trafo / Mittel- Niederspannungsschaltanlage) am Seeufer	16
3.5	Ausgleichsmaßnahmen	18
3.6	Baustelleneinrichtung	18
3.7	Verwendbarkeitsnachweis von Bauprodukten und Bauarten, Bauaufsichtliche Zulassung.....	19
3.8	Anmeldung, Abnahme und Dokumentation	19
3.9	Instandhaltung.....	20
3.10	Stundenlohnarbeiten.....	20
4	Organisation.....	21
4.1	Betreiber- und Eigentümerrolle.....	21
4.2	Zeitplanung	21
4.3	Besprechungen	21
4.4	Sichtung/Freigabe von Planunterlagen.....	22
4.5	RAGA.....	22
4.6	Bauleitung	22
5	Anlagen.....	23

1 Ausgangssituation / Hintergrund

Die Heinrich-Heine-Universität (HHU) bildet mit ihren 5 Fakultäten und derzeit ca. 34.000 Studierenden den Schwerpunkt des Hochschul- und Wissenschaftsstandortes Düsseldorf (siehe Anlage 5.1). Um als Universität einen Beitrag zur Energiewende zu leisten, wird der Ausbau der Photovoltaik (PV) in den kommenden Jahren beschleunigt und es sollen mehrere PV-Anlagen auf dem Campus errichtet werden.

Die erste PV-Anlage der HHU wurde 2024/25 auf dem Parkhaus P1 (Geb. 27.02) mit einer Leistung von 530 kWp errichtet. Weitere PV-Anlagen sind auf Flachdächern von Bestandsgebäuden und im Rahmen von Neubauten und Kernsanierungen vorgesehen. Allgemeine Planungsgrundsätze mit spezifischen Anforderungen und Rahmenbedingungen der HHU z.B. in Bezug auf die verwendete Fernwirktechnik wurden im Rahmen der Planung der Anlage auf P1 für weitere PV-Projekte festgelegt.

Eigentümer der Hochschulliegenschaften ist das Land NRW, vertreten durch den Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW (BLB NRW). Die HHU ist Mieterin der Liegenschaften. Das Campusgelände der HHU umfasst einen östlich des Sportinstituts (Geb. 28.01) gelegenen See, im folgenden Unisee genannt. Pächter des Sees ist der Angelsportverein Petri Heil 04 e.V. (ASV Petri Heil). Die ehemalige Auskiesung umfasst eine Wasserfläche von ca. 7,5 ha, ist vollständig umzäunt und kann über das Gelände des ASV Petri Heil betreten werden.

Die HHU tritt als Betreiberin der technischen Anlagen auf dem Campus auf, ist Auftraggeberin (AG) und künftige Eigentümerin der Floating PV-Anlage. Der BLB NRW hat seine Zustimmung erteilt, tritt jedoch nicht als Projektbeteiligter in Erscheinung. Der Pächter hat ebenfalls seine Zustimmung erteilt und ist in die Organisation der Bauausführung einzubinden.

Gegenstand dieser Ausschreibung ist die Planung, Errichtung, Inbetriebnahme und Wartung einer Floating-PV-Anlage inklusive elektrotechnischer Anbindung in die bestehende Mittelspannungsanlage der HHU, bestehend unter anderem aus:

- PV-Modulen inkl. DC-Verkabelung und Wechselrichtern
- Schwimm- und Unterkonstruktion inkl. der Verankerung auf dem Seegrund
- Trassenführung an das Ufer bis zu einer zu errichtenden Trafo-Station
- Unterirdische Verlegung der Mittelspannungskabelanlage von dem zu errichtenden Trafo hin zum Geb. 28.01 zu einer zu errichtenden Mittelspannungsschaltanlage
- Umbau der elektrischen Energieversorgung in Geb. 28.01., inkl.:
 - Abklemmen der bestehenden Mittelspannungsleitung von dem bestehenden Trafo in Geb. 28.01 und Umverlegung auf die zu errichtende Mittelspannungsanlage
 - Herstellen einer Versorgung des bestehenden Trafos in 28.01 durch die zu errichtende Mittelspannungsanlage
 - Anschluss der zu errichtenden Mittelspannungskabelanlage zwecks Anbindung der Floating-PV Anlage in das Mittelspannungsnetz der HHU
 - Alle elektrischen Anschlüsse zur Anbindung der Floating-PV bis zu dem Übergabepunkt in das Netz der HHU sind inbegriffen. Es muss eine

vollständige elektrische Anlage geplant und errichtet werden, die allen gesetzlichen und normativen Anforderungen genügt

- der Herstellung der geforderten Datenkommunikation innerhalb der HHU-Netzwerke
- der Anbindung durch Erweiterung einer bestehenden Fernwirkeinrichtung zum Zugriff durch die Netzgesellschaft Düsseldorf (NGD) und einen Direktvermarkter
- die notwendige Kommunikation mit der NGD und anderen beteiligten Akteur*innen und die Mitwirkung bei der Anlagenanmeldung und Anlagenzertifizierung (Beauftragung Zertifizierung durch HHU)
- der Ausführung von Ausgleichsmaßnahmen und die Beachtung von Auflagen zur Errichtung, durch das Amt für Umwelt und Verbraucherschutz der Stadt Düsseldorf, die im Rahmen des wasserrechtlichen Genehmigungsprozesses für das Vorhaben festgelegt wurden
- die vollständige Dokumentation der Planung, Errichtung, Inbetriebnahme (Revisionsunterlagen)
- dem Abschluss eines Wartungsvertrages über 4 Jahre

Der mit der Floating-PV-Anlage erzeugte Strom soll ausschließlich für den Eigenverbrauch der HHU verwendet werden. Die Stromversorgung innerhalb des Campus erfolgt über eine 10 kV Kundenanlage zur betrieblichen Eigenversorgung. Der von der Floating-PV-Anlage erzeugte Strom wird je nach Lastfall direkt im Geb. 28.01 durch die dort installierten Anlagen verbraucht und/oder in der Kundenanlage zur betrieblichen Eigenversorgung der HHU zum Verbrauch auf dem Campusgelände zur Verfügung gestellt. Die HHU verfügt bereits über eine Fernwirkeinrichtung mit einem EZA-Regler im Geb. 21.01. Über diese haben die Netzgesellschaft Düsseldorf und ein Direktvermarkter einen Fernzugriff zur Drosselung der PV-Anlagen am Campus. Alle neuen PV-Anlagen werden mit einem eigenen Teilanlagenmanager (mit einer Gesamtmessung je PV-Anlage) in das Fernwirksystem integriert. Der Teilanlagenmanager für die Floating PV-Anlage wird im Geb. 28.01 installiert.

Vertragsinhalt ist die vollständige Bearbeitung, Planung, und Durchführung des Bauvorhabens unter Beachtung von Auflagen der wasserrechtlichen Genehmigung bis zur erfolgreichen Inbetriebnahme und Einspeisung in das Campusnetz sowie der notwendigen Zertifizierungen und Registrierungen durch die Auftragnehmerin (AN). Die Durchführung von gewässerökologischen Monitoringaufgaben, welche durch die Genehmigungsbehörde festgelegt wurden ist nicht Bestandteil der Aufgabe.

2 Angaben zum Projekt / Liegenschaft

2.1 Standortinformationen zum Unisee und Umgebung

Der Unisee befindet sich östlich des Campusgeländes der HHU und grenzt räumlich mit seinem Nordwestufer an das Sportinstitut (Geb. 28.01) der HHU an. Das ca. 7,6 ha große Gewässer mit einer maximalen Wassertiefe von ca. 9 m stammt aus einer ehemaligen Auskiesung. Der See ist vollständig umzäunt und nicht öffentlich zugänglich. Er wird vom ASV Petri Heil gepachtet und gepflegt. Für die Errichtung der Floating-PV-Anlage wird eine vorhandene Zufahrt über das Vereinsgelände am Südufer genutzt werden. Westlich und

nördlich des Sees verläuft ein öffentlicher Fußweg in Ufernähe, im Süden und Osten grenzen Privatgrundstücke an das Ufer an.

Die Floating-PV-Anlage wird eine Fläche von ca. 66 m mal 96 m und somit rund 6350 m² bedecken. Sie wird in möglichst geringem Abstand zum nordwestlichen und westlichen Uferbereich mittels Mooring-System (Gewichtsanker, Ketten/Leinen etc.) verankert. Ein minimaler Uferabstand von 40 m darf dabei nicht unterschritten werden (siehe Anlage 5.2).

Auf der schwimmenden Plattform sind die Wechselrichter zu verorten. Die Kabeltrasse auf der AC-Niederspannungsseite soll z.B. als schwimmende Kabeltrasse mit Schwimmkörpern an das Ufer (Südende Sportplatz) geführt und an Land in einem Erdkanal verlegt werden. In räumlicher Nähe dazu wird eine Trafo-/Netzstation (max. Größe 20-Fuß-ISO-Container) neben dem öffentlichen Weg aufgestellt.

Von dort wird die 10 kV-Trasse erdverlegt zum Geb. 28.01 geführt und in diesem Gebäude über die neu zu errichtende Mittelspannungsschaltanlage in die Kundenanlage zur betrieblichen Eigenversorgung der HHU eingespeist.

Eine schematische Darstellung der räumlichen Anordnungen von PV-Plattform, Netzstation und Mittelspannungsschaltanlage in Geb. 28.01 und der verbindenden Trassierungen ist im „Lageplan Hauptkomponenten und Trassenführung“ dargestellt (siehe Anlage 5.6).

Aufgrund der wasser- und artenschutzrechtlichen Sensibilität des Planungsgeländes hat die AG Fachgutachten erstellen lassen und eine wasserrechtliche Genehmigung für die Errichtung der Anlage eingeholt. Daraus gehen bestimmte Anforderungen an die Planung der Anlage und die Baustelleneinrichtung hervor, welche von der AG eingehalten werden müssen (siehe Kapitel 2.3). Vorgesehen ist unter anderem die Errichtung von Röhricht-Schwimminseln in unmittelbarer Nähe zur PV-Anlage sowie das Einbringen von Totholzelementen am Seegrund. Außerdem wurde ein begleitendes Monitoring zur Untersuchung von Einflüssen auf das Gewässer und die ansässige Flora und Fauna beauftragt, welches nicht Teil der Leistungen der AN ist.

2.2 Projektskizze

Die HHU hat im Jahr 2022 eine Machbarkeitsuntersuchung für die Errichtung der geplanten Floating PV-Anlage durchführen lassen (siehe Anlage 5.3). Die Projektskizze sah die Errichtung einer PV-Plattform mit Giebelreihen in Nordost- und Südwest-Ausrichtung mit den Maßen 96 m (Breite) mal 66 m (Länge) und einer installierten Leistung von ca. 960 kWp vor. Die reale installierte Leistung soll im Projekt durch den AN auf der verfügbaren Fläche maximiert werden und wird auf ca. 1250 kWp geschätzt, wobei die Nordost- und Südwest-Ausrichtung beizubehalten ist. Der Mindestabstand von 40 m zum Ufer wird an den nordwestlichen und südwestlichen Ufern des Gewässers angesetzt, um die Platzierung der Anlage möglichst nah am Sportzentrum der HHU zu erreichen. Es wird keine begehbare Stegverbindung zwischen Ufer und PV-Anlage geben. Die Abmessungen von maximal 96 m (Breite) mal 66 m (Länge) für die Schwimmplattform sind Bestandteil der wasserrechtlichen Genehmigung und zwingend einzuhalten.

Im Nordosten und Südwesten der Anlage werden Schwimminseln mit Röhrichtbewuchs in geringem Abstand der Anlagenkonstruktion vorgelagert, um Funktionen des Sichtschutzes und der Biotopaufwertung zu übernehmen.

Die Montage der mit Gewichtsankern an der vorgesehenen Position zu verankernden PV-Anlage und vorkultivierten Röhrichtinseln erfolgt über einen Uferzugang am südlichen Ufer des Sees, an dem ein verdichteter Uferabschnitt mit Zufahrtsweg zur Verfügung steht. Der Zugang erfolgt über das Gelände des ASV Petri Heil.

Zu beachten ist das begrenzte für die Montage zur Verfügung stehende Platzangebot. Es kann nur ein Uferabschnitt von ca. 13 m Breite und ca. 15 m Länge genutzt werden.

Die Errichtung der Wechselrichter ist auf der Schwimmplattform zu realisieren. Anforderungen der wasserrechtlichen Genehmigung sind bei der Ausgestaltung zu beachten (vgl. Kapitel 2.3). Die Module sind auf einer mit Schwimmkörpern über der Wasseroberfläche gehaltenen Metall-Unterkonstruktion so zu montieren, dass sie sich überwiegend oberhalb der Wasseroberfläche und nicht oberhalb der Schwimmkörper befinden, damit eine geeignete Luftzirkulation möglich ist. Die Giebelreihen müssen über Wartungswege erreichbar sein. Einen für die Ausführung unverbindlichen Vorschlag zum Aufbau der Schwimmplattform zeigt die Machbarkeitsuntersuchung von 2022 (siehe Anlage 5.3, Kapitel 1.2 Anlagengestaltung).

2.3 Wasserrechtliche Genehmigung und Auflagen

Die HHU hat im November 2023 eine wasserrechtliche Genehmigung beim Amt für Umwelt- und Verbraucherschutz, Abteilung 19.4.1, der Stadt Düsseldorf beantragt. Der Genehmigungsbescheid liegt seit dem 10.02.2025 vor und enthält Auflagen zur Ausführung der Anlage und begleitenden Maßnahmen (siehe Anlage 5.7). Dazu gehören u.a. Vorgaben zu Informations- und Beteiligungspflichten, Bauzeiten sowie Gewässer- und Artenschutzbelange etc.

Die Antragsdokumente basieren auf einem wasserwirtschaftlich-technischem Erläuterungsbericht, einem Landschaftspflegerischem Begleitplan (LpB), einem artenschutzrechtlichen Fachbeitrag (Stufe 1) und einem Blendgutachten sowie einer Beschattungsanalyse des Seebodens (siehe Anlage 5.8).

In den Gutachten werden nur geringe Auswirkungen auf das Gewässer und die Umgebung erwartet. Die erfassten Biotoptypen sind in der Karte „Biotoptypen und Nutzungsstrukturen“ (LBP-1) verzeichnet (siehe LBP-1, Anlage 5.8.1). Es sind Kompensationsmaßnahmen aus der Karte „Konfliktanalyse und Maßnahmen“ (LBP-2), wie die Errichtung von Röhricht-Schwimminseln, das Einbringen von Totholz und die Wiederherstellung von beanspruchten Flächen durchzuführen (siehe LBP-2, Anlage 5.8.2). Außerdem muss die HHU aufgrund der geringen Erfahrungen und wenig untersuchten Langzeitauswirkungen auf Gewässer durch Floating PV-Anlagen in Deutschland ein Monitoring-Programm zur Ermittlung relevanter gewässerökologischer Parameter als Auflage der Genehmigungsbehörde durchführen. Die Aufgaben im Rahmen des mehrjährigen Monitorings werden von der AG in Zusammenarbeit mit dem ASV Petri Heil und weiteren Partnern durchgeführt und müssen von der AN beachtet aber nicht ausgeführt werden.

2.4 Technische Rahmenbedingungen

Alle PV-Anlagen auf dem Campus der HHU werden in die Kundenanlage zur betrieblichen Eigenversorgung der HHU eingebunden. Die HHU betreibt in ihrer Kundenanlage ein 10 kV Verteilnetz. Es kommt eine Netzleittechnik von *Hitachi Energy* zum Einsatz. Es existiert ein zentraler Netzanschlusspunkt zum öffentlichen Stromnetz der Netzgesellschaft Düsseldorf (NGD) in der Technikzentrale 1 (TZ 1), Geb. 21.01. Der mit den PV-Anlagen erzeugte Strom wird innerhalb der Kundenanlage der HHU verbraucht. Für den Zugriff der NGD auf die PV-Generatoren der HHU im Rahmen von netzstabilisierenden Maßnahmen wurde eine zentrale Fernwirk Einrichtung der *Firma Papendorf IT Services* in der TZ 1 errichtet. Die Fernwirkbefehle werden über einen EZA-Regler per Ethernet-Verbindung an dezentrale Teilanlagenmanager der einzelnen PV-Anlagen versendet.

Im Zuge der Errichtung der Floating PV-Anlage ist eine Anpassung der 10 kV Anlagentechnik im Sportinstitut (Geb. 28.01) erforderlich, um die Floating-PV-Anlage in das Netz der HHU zu integrieren. Die damit verbundenen Aufgaben sind Bestandteil der Leistung der AN. Hierzu ist im Geb. 28.01 eine Mittelspannungsschaltanlage zu errichten, an die sowohl der bestehende Trafo (315 kVA) des Geb. 28.01 als auch eine neue 10 kV Leitung anzuschließen sind.

Der Energiefluss ist wie folgt. Zunächst speist die PV-Anlage auf der Schwimmplattform über einen Wechselrichter und eine Niederspannungstrasse in eine neu zu errichtende Container-Trafostation am nordwestlichen Seeufer ein. Anschließend erfolgt die Weiterleitung in das 10-kV-Netz über eine erdverlegte Leitung.

Die Leistungen der AN umfassen neben der gesamten Leitungsführung und Anlagentechnik auch den Netzanschluss und die Inbetriebnahme der Floating PV-Anlage inkl. Netzanschlussanfrage und weiteren Abstimmungen mit der Netzgesellschaft Düsseldorf sowie die Inbetriebsetzungserklärung.

Die Eintragung im Marktstammdatenregister und die Zertifizierung und Konformitätserklärung der Anlage nach Anlagenzertifikat A (VDE-AR-N 4110) ist durch die AN inhaltlich vorzubereiten und zu begleiten. Die Zertifizierung und Konformitätsbescheinigung selbst werden durch die AG separat beauftragt.

Wichtiger allgemeiner Hinweis:

In dieser Leistungsbeschreibung benannte Abweichungen von den Technischen Anschlussbedingungen (TAB) der HHU haben Vorrang vor den TAB. Die TAB ist gültig und anzuwenden soweit hier keine anderen Anforderungen festgelegt sind.

Der Auftragnehmer hat die prospektiven Kurzschlussströme auf der Niederspannungsseite (an Sammelschiene und an den Abgangspunkten) unter Berücksichtigung von Netz- und Transformatorparametern zu ermitteln und nachzuweisen. Die NS-Schaltanlage ist so zu dimensionieren, dass Kurzzeit- und Stoßstromfestigkeit der Schaltgerätekombination sowie das Ausschaltvermögen der eingesetzten Haupt- und Abgangsschaltgeräte die jeweils am Einbauort auftretenden Kurzschlussströme sicher beherrschen. Zusätzlich ist eine geeignete Schutzkoordination/Selektivität zwischen Haupt- und Abgangsgeräten nachzuweisen, sodass Fehler selektiv getrennt werden können.

Für die Mittelspannungsseite sind die Schaltgeräte so zu dimensionieren, dass sie die am Einbauort auftretenden Kurzschlussbeanspruchungen sicher beherrschen; hierfür sind

mindestens eine Kurzschlussleistung von 350 MVA für 1 s sowie ein Kurzschlussstrom von 20 kA (1 s) zugrunde zu legen. Der Auftragnehmer hat die entsprechenden Nachweise (Kurzschlussfestigkeit/Kurzzeitstromfestigkeit und Schaltvermögen der eingesetzten MS-Schaltgeräte) projektbezogen zu ermitteln, zu dokumentieren und im Schutz- bzw. Schaltanlagenkonzept zu berücksichtigen.

Eine Schaltmatrix wird dem Auftragnehmer durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt, sodass das Schutz- und Schaltkonzept der Schaltgeräte der Floating-PV-Anlage mit dem bestehenden Schutzkonzept des Campus der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf kompatibel ist und sich harmonisch in den Bestand einfügt.

2.5 Hinweise zur Angebotserstellung und Bewertung

Alle Bieterinnen haben die Anforderungen dieser funktionalen Leistungsbeschreibung vollständig bei ihrer Angebotskalkulation zu berücksichtigen und einzupreisen.

Vor Abgabe eines Angebots ist durch alle Bieterinnen eine Ortsbesichtigung durchzuführen. Die Besichtigung ist mit der AG rechtzeitig zu vereinbaren. Mit Abgabe des Angebots bestätigt die Bieterin, dass ihr die örtlichen Gegebenheiten vollständig bekannt sind und dass sie ihr Angebot auf Grundlage dieser Kenntnisse kalkuliert hat. Ansprüche auf zusätzliche Vergütung oder Fristverlängerung aufgrund fehlender oder unzureichender Kenntnis der Örtlichkeiten sind ausgeschlossen. Angebote die ohne vorherige Ortsbegehung eingereicht werden, werden aus dem Verfahren ausgeschlossen.

Mit Einreichung des Angebotes ist die Abgabe eines max. 5 DIN-A4 Seiten umfassenden Anlagen-Grobkonzeptes notwendig, mit dem die Bieterin ihre Herangehensweise an die Aufgabenstellung schildert.

Neben dem Preis sind für die Angebotsbewertung das Anlagenkonzept und die Anforderungen gemäß Bewertungsmatrix (siehe Anlage 5.15) ausschlaggebend. Einige Kriterien sind Mindestkriterien, deren Nichterfüllung zum Ausschluss führt. Über weitere Kriterien können Qualitätspunkte zur Verbesserung der Angebotsbewertung erlangt werden. Alle Ausschluss- und Bewertungskriterien sowie die Punkteberechnung für Qualitäts- und Preispunkte sind in der Bewertungsmatrix beschrieben.

In der Phase der Angebotswertung wird bei Erfüllung aller Ausschlusskriterien ein 60-minütiges digitales Gespräch je Bieterin (40 Min. Erläuterung Anlagen-Konzept durch die Bieterin, 20 Min. Rückfragen durch die AG) durchgeführt. Dieses dient der mündlichen Erklärung der im Anlagen-Grobkonzept von der Bieterin dargelegten Umsetzungsvorhaben. Die Punktebewertung erfolgt im Nachgang basierend auf dem schriftlichen Konzept und dem Gespräch.

Insgesamt können durch Qualitätskriterien 40 % der Gesamtpunktzahl erreicht werden, während 60 % der Gesamtpunktzahl durch die Preispunkte bestimmt werden. Die Bieterin mit der höchsten Gesamtpunktzahl erhält den Zuschlag. Die Bewertungskriterien und die Berechnung der Bewertungspunkte ist in der Bewertungsmatrix abgebildet.

3 Leistungsumfang

3.1 Allgemeine Anforderungen

Die Planung, Errichtung, Inbetriebnahme und Wartung der Floating-PV-Anlage inklusive des gesamten elektrotechnischen Anschlusses an das HHU Netz in 28.01 sind durchzuführen auf Grundlage der aktuellen Rechtsvorschriften für den Einbau von PV-Anlagen, den allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Zeitpunkt der Angebotserstellung, sowie allen gültigen EN- und DIN-Normen, Vorschriften, Richtlinien sowie behördlichen Erlassen und Gesetzen, soweit sie den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und nicht nachfolgend ausdrücklich etwas Anderes beschrieben wird. Insbesondere muss der rechtssichere Anschluss der PV Anlage nach VDE-AR-N 4110 sichergestellt werden.

Für die Ausführung sind insbesondere die produktspezifischen Hersteller-Verarbeitungsvorschriften zu berücksichtigen. Ferner sind Vorschriften zuständiger Behörden, von Messstellen- und Netzbetreibern sowie der Feuerwehr zu beachten.

Es sind die Auflagen der wasserrechtlichen Genehmigungsbehörde und ggf. weiterer Behörden oder öffentlichen Stellen beachten.

Die AN hat für die Einhaltung aller Maßnahmen zur Unfallverhütung, für Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit gemäß den Vorgaben der Berufsgenossenschaften, Vorschriften und Gesetze zu sorgen.

Die AN hat jegliche zur Erbringung der Leistung nötigen Materialien, Werkzeuge, Hilfsmittel, Geräte etc. zu liefern, bereitzustellen und einzusetzen, sofern diese nicht ausdrücklich als bauseits gestellt bezeichnet sind. Alle anfallenden Kosten sind mit der vereinbarten Gesamtvergütung im Preisblatt abgegolten (siehe Anlage 5.12).

Die Wareneingangskontrolle zur Qualitätssicherung obliegt ebenfalls der AN.

3.2 Mitwirkung Netzanschluss / Anmeldung (VDE-AR-N 4110)

Die AN wirkt bei der netztechnischen Anmeldung, Abstimmung und Inbetriebsetzung der Erzeugungsanlage aktiv mit. Dies umfasst insbesondere die Erstellung/Bereitstellung aller für Netzbetreiber, Sachverständige und Zertifizierungsstellen erforderlichen Unterlagen und Nachweise (z. B. Datenblätter, Schutz-/Regelungskonzept, Mess- und Kommunikationskonzept, Konformitäts-/Inbetriebsetzungsunterlagen sowie ggf. Einheiten-/Komponenten-/Anlagenzertifikate) und die Teilnahme an Abstimmungsterminen bis zur erfolgreichen Parallel-/Einspeisebetrieb-Freigabe.

3.3 Planung

Alle zur betriebsfertigen Errichtung der Photovoltaikanlage notwendigen Planungsleistungen, Nachweise und Gutachten (wasserrechtliche Genehmigung liegt bereits vor, siehe Anlage 5.7) sind Teil der Leistung der AN.

Die Planung der Floating-PV-Anlage besteht unter anderem aus:

- Dimensionierung, Ertragsprognose
- Erstellen des Modulbelegungsplanes inkl. Stringverschaltung
- Auslegung der Wechselrichter und deren Aufstellung, auf der Schwimmplattform

- Planung der Trafo-/Netzstation inkl. Einhausung, Aufstellung und Anschluss der gesamten Netzstation (max. zulässige Größe: 20-Fuß-Container)
- Auslegung der Schwimmkörper, der Unterkonstruktion und Modulanordnung
- Planung der Verankerung am Seegrund mittels Mooring-System mit Gewichtsankern
- Auslegung der schwimmenden AC-Kabeltrasse (800 V) zum Ufer inkl. Erdverlegung am Ufer bis zu deren Anschluss in der Umrichterstation
- Planung der erdverlegten AC-Kabeltrasse (10 kV) von der Umrichterstation bis in das Geb. 28.01 und dort bis zum Anschlusspunkt
- Planung der zu errichtenden Mittelspannungsschaltanlage in Geb. 28.01, inkl. Schutzkonzept, Anbindung der PV-Anlage sowie des Bestandstrafo des Geb. 28.01 sowie deren Anbindung an die HHU Stationsleittechnik
- Zusammenfassend: Planung der gesamten elektrotechnischen Anlage, bis zu der in dieser Ausschreibung definierten Schnittstelle, an der die Einspeisung in das HHU Netz erfolgen wird.
- Planung und Koordinierung Netzanbindung / Netzanschluss
- Planung der Baustelleneinrichtung und Errichtung, nach Anforderungen an die Gegebenheiten des Gewässers und seiner Umgebung vor Ort
- Querschnittsberechnungen aller benötigten Kabel und Leitungen
- Erstellen der Stromlaufpläne und Kabelverlegungspläne
- Schemata aus denen alle Einbaukomponenten, Leitungsarten/-führung einschl. Querschnittsangaben ersichtlich sind
- Blitzschutz- und Überspannungsschutzkonzept
- Werk- und Montageplanung
- Mitwirkung bei der Anlagenzertifizierung und Konformitätserklärung in Zusammenarbeit mit einer akkreditierten Zertifizierungsstelle, welche von der AG separat beauftragt wird
- Alle weiteren, hier nicht aufgeführten aber für Errichtung und Inbetriebnahme notwendigen Berechnungen
- Beachtung der Auflagen der wasserrechtlichen Genehmigungsbehörde und Mitwirkung bei der Kommunikation mit den beteiligten Stakeholdern
- Erstellung von Revisionsunterlagen nach Vorgaben der HHU, in Anlehnung an die Bestimmungen des Moduls 810 der TAB der HHU, Anlage 811 – Vorgaben für Revisionsunterlagen (siehe Anlage 5.9 und Anlage 5.9.2).

3.4 Spezifikationen der durch den AN zu errichtenden Anlage.

3.4.1 Schwimmende PV-Plattform

- Die Anordnung der PV-Module soll in Giebelreihen mit „Satteldachanordnung“ für eine Nordost-Südwest-Ausrichtung der Module erfolgen (Ausrichtung annähernd parallel zum Uferverlauf im Südwesten, unter Beibehaltung der 40 m Abstandregel).
- Die Abmessungen der Schwimmplattform für die PV-Anlage sollen annähernd die Maße von 96 m (Nordost-Südwest-Achse) mal 66 m (Nordwest-Südost-Achse) aus der Projektskizze entsprechen und dürfen somit eine Fläche von max. ca. 6350 m² erreichen. Um die Anforderungen der wasserrechtlichen Genehmigung zu erfüllen, darf von dieser Größe nicht wesentlich abgewichen werden. Begründete Änderungen sind mit der AG und der Behörde abzustimmen und genehmigen zu lassen.

- Der Neigungswinkel der Module soll zur Minimierung von Ablagerungen auf den Oberflächen mindestens 10° betragen.
- Die Anlage soll aus modularen Giebelreihen bestehen, die sich am Ufer vormontieren und für den Rückbau der Anlage später wieder demontieren lassen. Ein Rückbau muss ohne Stoffeintrag in das Gewässer möglich sein.
- Die PV-Module sollen mit einem Mindestabstand von 15 cm zur Oberkante der Schwimmkörper auf einer Unterkonstruktion montiert werden, die eine Luftzirkulation unterhalb der Module und einen Luftaustritt am First ermöglicht.
- Mit einer kleinen Wetter-/Messstation auf der Schwimmplattform wird mindestens die Windgeschwindigkeit in Firsthöhe einer Giebelreihe gemessen, die Umgebungstemperatur, die Strahlungsintensität und die Oberflächentemperatur eines PV-Moduls erfasst, die Daten werden per Modbus zum Gebäude 28.01 übertragen.
- Die Unterkonstruktion und die Schwimmkörper sind langlebig, UV- und wetterbeständig und mechanisch ausreichend belastbar auszuführen. Die erwartbare Anlagenlebensdauer soll mindestens 25 Jahre betragen.
- Für die Instandhaltung der Anlage sind rutschfeste, der Art der Verwendung entsprechend angemessen breite Wartungswege zwischen den Giebelreihen und in einem Mittelgang vorzusehen. Diese müssen eine trockene Begehung durch das Instandhaltungspersonal gewährleisten und eine aufgabenspezifisch ausreichende Traglast sicherstellen. Wartungswege auf denen Wechselrichter installiert werden, sind ausreichend breit für die Arbeit an den Wechselrichtern zu dimensionieren.
- Für das Anlegen mit Ruderbooten oder vergleichbar großen Booten müssen an geeigneten Stellen mindestens jedoch auf einer Seite der Anlage passende Anlegestellen vorgesehen werden (u.a. mit Befestigungspunkten und Rammschutz).
- Bewegliche Kunststoffteile die Reibung ausgesetzt sind und zu Abrasion und Eintrag von Mikroplastik in das Gewässer führen könnten sind konstruktiv auszuschließen.
- Die Stringverschaltung der PV-Module ist anhand einer Verschattungsanalyse so zu planen, dass Teilanlagen je MPP-Tracker eine möglichst gleichmäßige Einstrahlung erfahren. Sollten Bereiche durch (Teil-)Verschattung durch Uferböschung, Anlagenteile, Ausrichtung oder Röhrichtinseln in Ihrer Leistung reduziert werden, sind diese in geeigneter Weise in Strings zusammenzuführen, um unverschattete Bereiche nicht zu beeinträchtigen.
- Die Stringwechselrichter sind auf der Schwimmplattform vorzusehen, wobei die zugehörigen DC-Kabeltrassen in effizienter Weise außerhalb des Wasserkörpers, für Wartungsarbeiten erreichbar und wettergeschützt in induktionsschleifenarmer Verlegung zu führen sind.
- Die Niederspannungs-AC-Kabeltrasse (800 V) ist an das Nord-West-Ufer zu führen und an Land erdverlegt zur Trafostation zu führen. Die Entnahme von Gehölzen und die Durchführung von Ausgleichsmaßnahmen sind nach Vorgaben des wasserwirtschaftlich-technischen Erläuterungsberichtes (siehe Anlage 5.8) und den Bestimmungen der wasserrechtlichen Genehmigung (siehe Anlage 5.7) durchzuführen.
- Die Verankerung der Schwimmkonstruktion ist mittels Mooring-System mit Gewichtsverankerung am Seegrund so herzustellen, dass die Ankerketten/-seile den

Angelverein möglichst geringfügig stören (es sind geeignete Abspannwinkel zu wählen, um Berührungsgefahren mit kleinen Booten und Angelschnüren zu reduzieren).

- Die Schwimmkonstruktion soll so nah wie zugelassen am nordwestlichen und westlichen Ufer in räumlicher Nähe zum Sportplatz der HHU verortet werden.
- Ein minimaler Uferabstand von 40 m ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes darf nach § 36 WHG nicht unterschritten werden. Die Verankerung muss in Art und Aufbau so gestaltet werden, dass auch bei Wasserstandsschwankungen von bis ca. 1,8 m die Positionierung selbstständig beibehalten wird (max. Wasserstand im See ist durch Hochwasserüberlauf begrenzt). Daher wird eine Verankerung in einem Abstand von max. 43 m zum nächstgelegenen Ufer unter Einhaltung einer Lagetoleranz von max. ± 3 m angestrebt.
- Im Hochwasserfall ist der Unisee für die Szenarien „HQhäufig“ und „HQ100“ durch den Deich am Brückerbach und den Überlauf mit Abpumpen zu diesem Bach geschützt. Erst im Szenario „HQextrem“ wird ein Versagen der Schutzstrukturen angenommen und es droht eine extreme Überflutung des Standorts (vgl. Hochwasserkarten). Die Floating PV-Anlage muss demnach keinen Normalbetrieb unter Hochwasserszenarien gewährleisten. Eine sichere Abschaltung im Falle eines Versagens von Hochwasserschutzmaßnahmen ist zu gewährleisten.
- Eine Verankerung am Ufer ist nicht vorgesehen und könnte nach Rücksprache mit der Genehmigungsbehörde ggf. ausschließlich im Norden und Westen der Anlage ermöglicht werden.

3.4.2 Module

Die verwendeten PV-Module erfüllen folgende Qualitätskriterien:

Monokristalline Glas-Glas-Module in Voll- oder Halbzelltechnologie, Wirkungsgrad mindestens 22 % nach STC, positive Leistungstoleranz, max. Systemspannung ≥ 1500 V. Zertifiziert gemäß IEC 61215, IEC 61730 (Schutzklasse II, Anwendungsklasse A) sowie PID-beständig gemäß IEC 62804.

Produktgarantie ≥ 20 Jahre, Leistungsgarantie ≥ 87 % der Nennleistung nach 25 Jahren. Mechanische Druckbelastbarkeit ≥ 5400 Pa und Hagelbeständigkeit gemäß IEC 61215. Anschlussdose min. IP67 zertifiziert.

3.4.3 Wechselrichter

Die Wechselrichter sind in geeigneter Weise auf den Photovoltaikgenerator auszulegen. Die Berechnung der Wechselrichter und die Auslegung der gesamten Anlage erfolgt für die AG prüfbar mit der Software *PVSoI*.

Die verwendeten Wechselrichter erfüllen folgende Qualitätskriterien:

Dreiphasige und transformatorlose String-Wechselrichter für 1500 V-DC-Systeme mit 800 V AC-Nennspannung. Anzahl MPPT-Tracker und zulässige Eingangsströme passend zur Generatorauslegung. DC- und AC-Überspannungsschutz Typ II. Europäischer Wirkungsgrad ≥ 98 %, zulässige rel. Luftfeuchtigkeit 0-100 %, Schutzart mindestens IP66. Konformität gemäß VDE-AR-N 4110, IEC 62109, IEC 61000-6-2. Integrierter DC-Lasttrennschalter, automatische Abschaltung im Störfall.

Kommunikationsschnittstellen: RS485 Modbus/RTU zur Steuerung durch Netzleitbefehle.
Produktgarantie ≥ 10 Jahre.

Als Fabrikate sind Wechselrichter des Herstellers *Sungrow* mit 800 V AC-Ausgang und THD (Klirrfaktor) ≤ 3 % einzusetzen. Es darf nur ein Typ Wechselrichter verwendet werden.

Die Nennleistung der Wechselrichter im Verhältnis zur installierten Photovoltaik-Peakleistung soll idealerweise ein Verhältnis von ca. 1,2-1,4 Modul- zu Wechselrichterleistung betragen, sodass die Wechselrichter häufig in hohen Teillastbereichen betrieben werden.

3.4.4 Blitzschutz

Es ist eine Risikobewertung für die elektrischen Anlagen durchzuführen, nach welcher Maßnahmen hinsichtlich des Inneren- und äußeren Blitzschutzes ergriffen werden müssen.

3.4.5 Anbindung Mittelspannungstechnik HHU (Gebäude 28.01)

Die Anbindung der PV-Anlage an das HHU Mittelspannungsnetz muss über die bestehende Zuleitung erfolgen, die derzeit das Geb. 28.01 auf der 10kV Ebene über einen Trafo in dem Raum 28.01.U1.064C versorgt (siehe Anlage 5.5). Um die Anbindung der Floating PV-Anlage umsetzen zu können, muss im Raum U1.064A ein neuer Elektroraum für Schaltanlagen errichtet werden, in dem eine neue Mittelspannungsschaltanlage mit drei Feldern aufzubauen ist. Diese muss drei Schalter umfassen, die jeweils über ein eigenes Schutzgerät aus der Reihe der *ABB Relion®* Schutz- und Steuerprodukte verfügen. Ein Druckentlastungsnachweis ist zu erbringen. Die Spezifikationen der Schaltanlagen sind der TAB der HHU inklusive ihrer Anhänge zu entnehmen (siehe Anlage 5.9). Für die Mittelspannungsschaltanlagen sind *Schneider Electric GM AirSeT* Schaltgeräte einzusetzen, welche motorisch gefahren werden können. Dieser Typ wird in Abweichung zu der TAB der HHU gefordert, da er ohne SF6 Gasisolierung auskommt. Die sonstigen Rahmenbedingungen für die Anbindung an die bestehende Stationsleittechnik bleiben gleich. Die genannten *ABB* Schutzgeräte bilden eine Abweichung von der TAB. Sie müssen in die bestehende Stationsleittechnik integriert werden. Hierdurch ist unter anderem der UMZ (Unabhängiger Maximalstrom Zeitschutz) und AMZ (Abhängiger Maximalstrom Zeitschutz) zu realisieren. Die zeitabhängigen Einstellwerte werden von Seiten der AG über einen Sachverständigen beigestellt, welcher die Netzberechnung für das 10 kV Netz des Campus durchführt. Zudem wird der AN die zu programmierende Schaltlogik durch die AG mitgeteilt. Die Programmierleistungen für die Integration der Schaltanlagen in die bestehende Schutzleittechnik, welche Ihre Zentrale in der Technikzentrale 1 (Geb. 21.01) der HHU hat, muss durch *Hitachi* programmiertechnisch umgesetzt werden. Diese Leistungen sind Teil dieser Ausschreibung. Alle Schaltgeräte, Schutzgeräte, Mess- und Zähltechnik muss über eine 60 V DC Steuerspannung versorgt werden. In Geb. 28.01 muss diese aus dem Raum mit der Niederspannungshauptverteilung (NSHV) im Raum U1.062 abgegriffen werden. Die netzwerktechnische Einbindung der Stationsleittechnik, so wie in der TAB beschrieben, erfolgt über den Switch AFS 650 über eine Kabelverbindung (Kupfer) aus dem Raum U1.062 (NSHV) nach IEC 61850.

Am Campus der HHU ist eine Stations-/Netzleittechnik des Herstellers *Hitachi* (vormals *ABB*) im Einsatz; die Schutz- und Steuerungskomponenten basieren auf Produkten der *ABB* (u. a.

Schutzgeräte der REF-Serie, MicroSCADA). Die AN hat die Schalt- und Schutztechnik der Floating-PV-Anlage inkl. aller Leistungsschalter vollständig in die bestehende Stations-/ Netzleittechnik des Campus einzubinden und die hierfür erforderliche Parametrierung/ Programmierung, Signal- und Meldungsaufschaltung sowie Inbetriebnahmeprüfungen durchzuführen.

Die Abnahme erfolgt über einen dokumentierten End-to-End-Funktionsnachweis (Befehle, Rückmeldungen, Schutzereignisse, Alarmierung).

Die Anbindung an die bestehende Erdungsanlage in Geb. 28.01 ist ebenfalls Teil dieser Ausschreibung.

3.4.6 Anlagenkommunikation und Steuerung

In der TZ1 (Geb. 21.01) existiert ein EZA-Regler basierend auf einer WAGO SPS PFC 200 750-8212. Die Fernwirkleinrichtung überträgt mittels Ethernetverbindung über ein V-LAN Daten und Fernwirkbefehle an die Teilanlagenmanager je PV-Anlage am Campus. Für das V-LAN wird das Campus-Ethernet-Netz verwendet, welches bis zum Geb. 28.01 existiert. Für die Floating PV-Anlage ist der neu zu errichtende Teilanlagenmanager im Geb. 28.01 an das Ethernet-Netz anzuschließen. Dieser soll im gleichen Raum wie die Mittelspannungsschaltanlage platziert werden. Der EZA-Regler und die bestehenden Teilanlagenmanager stammen von der Firma *Papendorf SE*. Dieses System ist über einen separaten Teilanlagenmanager der Firma *Papendorf SE* zu erweitern, um in das bestehende System integriert zu werden. Der Teilanlagenmanager für die Floating PV-Anlage beinhaltet auch einen Datenlogger des Wechselrichterherstellers.

Der Teilanlagenmanager muss die elektrische Gesamtleistung der PV-Anlage erfassen. Hierfür muss der Strom und die Spannung im Bereich der Mittelspannungsschaltanlage bzw. im Bereich des Eingangsfeldes der Floating PV-Anlage gemessen werden. Für die Schutztechnik der Leistungsschalter müssen Stromwandler und Spannungswandler zum Einsatz kommen. Diese müssen so ausgeführt werden, dass für die Messung der entsprechende Abgriff bereitgestellt wird. Beispielsweise durch den Einsatz von zwei Wandlerkernen für die Schutz- und Messtechnik.

Zudem müssen von Geb. 28.01 bis zu den Wechselrichtern auf der Schwimmplattform zwei Modbus-Leitungen eingesetzt werden, um die Fernsteuerbarkeit der Wechselrichter und die Erfassung der Wetter-/Messdaten zu gewährleisten.

Störmeldungen (physikalisch) vom Trafo sowie Entkopplungs- und Überspannungsschutz in der Trafostation am Seeufer müssen an die Gebäudeautomation in Geb. 28.01 angebunden werden. Die genaue Beschreibung der Anbindung und der Datenpunkte findet sich in der TAB und deren Anlagen. Insbesondere Modul 820 ist hier zu berücksichtigen (siehe Anlage 5.9 und Anlage 5.9.3). Die geforderten Datenpunkte sind als BACnet Objekte bzw. via BACnet Schnittstelle in Geb. 28.01 U1.062 (NSHV) zur Verfügung zu stellen. Außer Datenpunkte, die als physikalische Datenpunkte in der TAB gefordert werden, diese müssen entsprechend in diesem Raum physikalisch zur Verfügung gestellt werden.

3.4.7 Kabel und Kabeltrassen

Generell sind nur Kabel zu verwenden, die für die Verlegung im Außenbereich (UV- und witterungsbeständig) geeignet sind.

Die Verkabelung muss dauerhaft vor Witterungseinflüssen und vor Verrutschen geschützt sein. Alle Kabel werden inkl. Beschriftung, Klein- und Befestigungsmaterial geliefert und betriebsfertig angeschlossen.

Leitungen sind als Stränge, getrennt nach Spannungsebene und Art, zusammenzuführen. Es werden keine losen Kabel auf den Schwimmkörpern geführt. Auf der Schwimmplattform ist eine geschützte Leitungsführung herzustellen. Dazu sind Kabelkanäle aus UV-beständigem Kunststoff oder rostfreien Metallen mit Abdeckung und Trägern auf der Unterkonstruktion und bei Bedarf Schläuche zu verwenden, es sei denn, das System verfügt bereits über Einrichtungen für die wettergeschützte Kabelführung.

Die Stringverschaltung der PV-Module ist induktionsschleifenarm zu planen und auszuführen.

Die Kabeltrassierung im Wasser soll so kurz wie möglich gehalten werden und vom nördlichen oder westlichen Rand der Schwimmplattform nach Nord-West an Land bis zur vorgesehenen Trafo-/Netzstation geführt werden. Kabel im Wasser sind gegen Abrieb und mechanische Beanspruchung zu schützen (z. B. durch Schutzschläuche oder geeignete Auftriebskörper). Im terrestrischen Bereich der AC-Trasse auf Niederspannungsseite (800 V) bis zur Trafostation wird die Kabeltrasse mit 80 cm Überdeckung in der Erde liegen. Sie wird, sobald sie an Land beginnt, die Böschung hinauf und dann entlang des Weges zum Technik-Container verlaufen. Die Einfriedung (Zaun) an der Uferböschung ist für die Kabelverlegung in geeigneter Form am Eingriffsort zurück zu bauen und hinterher wieder herzustellen. Für den 800 V Niederspannungsteil darf zwischen den Wechselrichtern und der Niederspannungsschaltanlage in der Trafo-/Netzstation ein maximaler Spannungsabfall von 1 % nicht überschritten werden. Für den Teil der Niederspannungs-Kabelanlage zwischen der Trafo-/Netzstation und den Wechselrichtern ist ein 4-Leiter System einzusetzen, welches über einen PE-Leiter verfügt.

Von der Trafo-/Netzstation aus soll die Trasse auf der Mittelspannungsebene (10 kV) bis zu den HHU-Gebäuden erdverlegt mit 100 cm Überdeckung weitergeführt werden. Sowohl der Gebäudeeintritt mittels herzustellender Kernbohrungen, als auch die Kabelführung zu der zu errichtenden Mittelspannungsschaltanlage im Untergeschoss des Geb. 28.01 sind Teil der Aufgabenstellung. Dabei sind mehrere Wanddurchführungen, zu kreuzende wasserführende Leitungen und ggf. Versprünge zu beachten. Für das Mittelspannungskabel ist ein N2XSEY 3 x 70 mm² RM zu installieren. Der Querschnitt resultiert im Wesentlichen aus den Kurzschlussberechnungen des HHU Mittelspannungsnetzes und aus der Kabelbelastungsanforderung unter Berücksichtigung der gegebenen Schutztechnik. Der gleiche Kabeltyp soll zur Einbindung des bestehenden Trafos im Geb. 28.01 verwendet werden.

Der angedachte Kabeltrassenverlauf ist auf der Abbildung „Lageplan Hauptkomponenten und Trassenführung“ dargestellt (siehe Anlage 5.6.).

Die erdverlegte 10 kV-Trassierung verläuft zwischen dem Trafocontainer und dem Lichtschacht am Geb. 28.01 zunächst unter einem öffentlichen (Wander-)Weg und anschließend unter einer gepflasterten Fläche. Nach Herstellung der 10-kV Trassierung sind die gepflasterten Flächen sowie der (Wander-) Weg in den ursprünglichen Zustand zurückzusetzen. Hierzu ist die vorhandene Pflasterung für die Erdarbeiten aufzunehmen und anschließend unter Verwendung der originalen Pflastersteine fachgerecht wiederherzustellen. Im Zuge der 10 kV Trassierung ist eine Führung der Trasse unterhalb

gepflasterter Stufen erforderlich. Die Wiederherstellung der Treppenstufen ist ebenfalls Bestandteil der auszuführenden Leistungen. Dabei sind die vorhandenen Pflastersteine nach Möglichkeit aufzunehmen, zu erhalten und wiederzuverwenden. Unvermeidbare Beschädigungen sind durch Pflastersteine gleicher Form, Farbe und Art zu ersetzen, sodass der ursprüngliche Zustand nach Abschluss der Maßnahme vollständig wiederhergestellt wird.

Anschließend wird die 10 kV Kabeltrasse durch den Lichtschacht am Gebäudeeintritt 28.01 und ein dahinter liegendes Fenster in das Geb. 28.01 geführt. Im Untergeschoss des Geb. 28.01 erfolgt die Trassenführung deckennah auf Kabeltrassen bis zur Mittelspannungsschaltanlage. Hierzu sind mehrere Wanddurchführungen herzustellen und entsprechend den geltenden Brandschutzanforderungen des Geb. 28.01 fachgerecht zu verschließen. Sämtliche erforderlichen Kernbohrungen, Einführungen, Wandabschlüsse sowie alle weiteren Leistungen zur normgerechten Kabel- und Leitungsführung sind einzukalkulieren und zu erbringen.

Alle Leitungen sind zugentlastet zu befestigen. Datenleitungen sind getrennt von Leistungsleitungen zu führen. Mindestbiegeradien gemäß Herstellerangaben sind einzuhalten. Die Verlegung erfolgt gemäß DIN VDE 0100-712 sowie den einschlägigen Teilen der DIN VDE 0100, insbesondere der DIN VDE 0100-520. Für Mittelspannungskabel gelten zusätzlich die relevanten Normen der DIN VDE 0276-Reihe.

3.4.8 Netzstation (Trafo / Mittel- Niederspannungsschaltanlage) am Seeufer

Die Trafoanlage ist als durch die AN zu errichtende begehbare Netzstation mit den maximalen Abmessungen eines 20 Fuß ISO Containers zu planen und zu errichten. Es muss sich bei der Netzstation nicht zwingend um einen Container handeln, sondern darf auch eine Ausführung in Betonbauweise sein, solange die maximalen Außenmaße eingehalten werden.

Diese Netzstation soll zwischen dem Süden des Sportplatzes und dem öffentlichen Gehweg aufgestellt werden. Die genaue Positionierung ohne Baumrodungen, ist dem Lageplan Container-Netzstation zu entnehmen (siehe Anlage 5.4).

Ein für die sichere Aufstellung ggf. benötigtes Fundament (z.B. Streifenfundament) bzw. Untergrundvorbereitungen sind durch die AN zu beplanen und auszuführen.

Die Netzstation soll mit einer wetterbeständigen Holzverkleidung versehen werden, um sich besser in das Landschaftsbild einzufügen. Die Holzverkleidung soll in vertikaler Lattung aus Holz aus zertifiziert nachhaltiger Waldbewirtschaftung Holz (FSC oder PEFC Zertifiziert) ausgeführt werden.

Die Türen der Netzstation sind Zugang zu einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte im Sinne der DIN EN IEC 61936-1 (VDE 0101-1) und müssen normgerecht ausgeführt werden. Zu beachten sind insbesondere Vorgaben für Maße, Sicherheitsschließung, Beschilderung und Störlichtbogen-, sowie Schlagfestigkeit. Sie muss nach außen öffnen mit Türfeststeller versehen sein, korrosionsbeständig sein und den notwendigen Wetterschutz bieten.

Die Korrosions- und Wetterbeständigkeit ist für die gesamte Außenhülle der Netzstation zu gewährleisten.

Die Belüftung der Station muss normgerecht mittels natürlicher Belüftung erfolgen. Zusätzlich zur primären natürlichen Belüftung ist eine mechanische Querlüftung für die Wärmeabfuhr bei hohen Temperaturen einzusetzen und zu regeln. Die Belüftungskonstruktion muss einer Störlichtbogentypenprüfung standhalten und Stochersicherheit aufweisen.

Der Zwischenboden ist mit revisionierbaren, einzeln entnehmbaren Elektro-Doppelbodenplatten auf einer Metallkonstruktion auszuführen. Er muss für eine Bedienung der Anlagen begehrbar sein und als Auflage für die installierten Betriebsmittel dienen. Personen müssen vor Störlichtbogen geschützt werden.

Der Gang muss mindestens 2000 mm hoch und mindestens 800 mm breit sein, bei einer Mindestfluchtwegbreite von 500 mm. Die Türen von Schaltfeldern sollen in Fluchtwegrichtung schließen.

Ölisierte Transformatoren werden ausgeschlossen. Wassergefährdende Stoffe sind ebenfalls auszuschließen (vgl. Anforderungen gemäß TAB der HHU).

Zu- und Abgangskabel werden unterirdisch von außen an die Schaltanlagen im Inneren der Station geführt. Es sind geeignete druckwasser- und öldichte Kabeldurchführungen zu verwenden.

In der Netzstation muss auf der 10 kV Seite ein Mittelspannungsschalter für den Trafo vorgesehen werden, welcher die gleichen Spezifikationen gemäß TAB der HHU aufweisen muss, wie dies für die bereits zuvor beschriebene Mittelspannungsschaltanlage (vgl. Kapitel 3.5.5) der Fall ist (Einsatz geeigneter *Schneider Electric GM AirSeT* Schaltgeräte & *ABB Relion®* Schutz- und Steuerprodukte). In der Netzstation besteht die Besonderheit, dass an dieser Stelle der Netz- und Anlagenschutz zu gewährleisten ist, da über diesen Einspeisepunkt die gesamte elektrische Leistung der Floating-PV-Anlage in Richtung des Campus übertragen wird. An dieser Stelle ist mit geeignetem Schutzgerät der ABB Relion® Schutzgerätefamilie der Entkuppungsschutz der Erzeugereinheit zu realisieren.

Die Erstellung und Beauftragung des Anlagenzertifikats Typ A nach VDE-AR-N 4110 erfolgt durch den Auftraggeber im Rahmen des Gesamtkonzepts zur PV-Stromerzeugung am Campus der HHU. Der Auftragnehmer stellt sämtliche für die Zertifizierung erforderlichen technischen Daten, Herstellerunterlagen und Nachweise (inkl. Einheitenzertifikate/ Erklärungen der eingesetzten Komponenten, Modell-/ Reglerdaten, Schutz- und Parametrierlisten) bereit, unterstützt Abstimmungen mit Zertifizierer und Netzbetreiber und setzt die aus dem Anlagenzertifikat resultierenden Anforderungen an Schutz-, Regelungs- und Schaltfunktionen vollständig um.

In der Netzstation muss ein Trafo verbaut werden, der ein Übersetzungsverhältnis von 0,8/10 passend zu den 800 V Wechselrichtern hat und ausreichend leistungsfähig dimensioniert ist. Die Errichtung der Erdungsanlage für die Trafo-/Netzstation ist ebenfalls Teil dieser Ausschreibung. Ebenfalls ist in dem Container eine Niederspannungshauptverteilung (NSHV) zu installieren, welche die PV Anlage auf der Niederspannungsseite anschließen wird. Diese muss mit Schaltgeräten ausgerüstet werden die bis 1000 V AC betrieben werden dürfen, da hierrüber die 800 V-Wechselrichter eingebunden werden. Die hier beschriebenen, für die 800 V-Wechselrichter erforderliche Technik, entspricht einer anzuwendenden Abweichung von der TAB der HHU. Da im Bereich des Transformators kein 60 V DC Netz zur Verfügung steht, ist dieses ebenfalls Teil dieser Ausschreibung und muss für 6 Stunden via USV gepuffert werden. Hierrüber erfolgt eine Versorgung, wie schon in dem Abschnitt zu der Mittelspannungsschaltanlage im Geb. 28.01 beschrieben.

Je Abgang sind Leistungsschalter mit elektronischem, einstellbarem Auslöser vorzusehen (Einstellbarkeit mindestens: Überlaststrom I_r , Kurzschlussauslösung I_{sd}/I_i und Zeitverzögerungen); NH-/D-Schmelzsicherungen sind ausgeschlossen. Als Fabrikat ist *Schneider Electric* einzusetzen. Alle Werte für die Einstellung der Leistungsschutzschalter werden durch die AN entsprechend der Netzberechnungen durch den Sachverständigen beigestellt.

3.5 Ausgleichsmaßnahmen

- Die zu erbringenden Ausgleichsmaßnahmen ergeben sich aus den Bestimmungen der wasserrechtlichen Genehmigung (siehe Anlage 5.7) und dem wasserwirtschaftlich-technischen Erläuterungsbericht und seinen Anlagen (siehe Anlage 5.8).

Dazu gehören insbesondere:

- 10-20 große Totholzelemente als Strukturelemente auf dem Gewässergrund im nahen Umfeld der Floating PV-Anlage
- Schwimmende Röhrichtinseln in Form von langen bepflanzten Substrat-Elementen (vorkultiviert), die der Nordost- und der Südostseite der Anlage vorgelagert sind, auf einer Fläche von ca. 940 m² Fläche
- Ausgleichspflanzungen bei Gehölzentnahmen (v.a. 1:1 Ersatz für entnommene Sträucher)
- Aussaat von vorgegebenen Rasenmischungen bei der Wiederherstellung temporär beeinträchtigter Rasenflächen an BE-Flächen, insbesondere am Montageort und am Standort der Trafo-/Netzstation inkl. Randstreifen aus Rindenmulch an dessen Tür-Seite(n).

3.6 Baustelleneinrichtung

Die Kosten für die Erschließung und Baustelleneinrichtung (BE) sind in die Einheits- bzw. Pauschalpreise mit einzukalkulieren (u.a. Hilfsmittel, Fahrzeuge, Absperrungen, Bauüberwachung). Außerdem mit in die Preise einzukalkulieren sind sämtliche erforderliche Baustelleneinrichtungen sowie die Ver- und Entsorgungen und damit verbundenen Genehmigungen und Anmeldungen. Alle im Zuge der Baustelleneinrichtung und Anlagenerrichtung anfallenden Abfall-, Hilfs- und Reststoffe sind fachgerecht zu entsorgen und deren Entsorgungsnachweise sind der AN vorzulegen.

Die AN plant die Baustelleneinrichtung und stimmt diese rechtzeitig vor Baubeginn mit der AN ab. Die Sicherung der Baustelle und der darauf befindlichen Materialien und Hilfsmittel sowie die Einhaltung von geltenden Vorschriften und Arbeitssicherheitsregeln obliegt der AN.

Die BE-Flächen werden sich überwiegend in sensiblen naturnahen Bereichen des Unisees befinden. Die Planung und Einrichtung dieser Flächen und des Bauablaufs selbst, sind mit besonderer Sorgfalt in Hinblick auf die schützenswerte Umwelt durchzuführen. Es sind insbesondere die Bestimmungen der wasserrechtlichen Genehmigung und die Ausführungen des wasserwirtschaftlich-technischen Erläuterungsberichts und dessen Anlagen zu beachten und einzuhalten (siehe Anlage 5.7 und 5.8).

Als BE-Flächen sind folgende Bereiche zu beachten (siehe Anlage 5.5):

- Zufahrt zum See für Montage und Einbringung von Material auf das Gewässer über südliches Seeufer, Zufahrt, Kiesuferfläche und Wiese auf dem umzäunten Grundstück des ASV Petri Heil
 - Montagefläche am Ufer mit ca. 13 m Breite und 15m Länge
 - Definierte Flächen entlang der Zuwegung zum Ufer stehen als BE-Fläche zur Verfügung, ggf. ist vor Nutzung Grünschnitt o.ä. nötig

- Zufahrt zum Stellplatz der Container Trafostation am See über Zufahrt zum Geb. 28.01
- Durchgangswege für Einsatzfahrzeuge und Anlieger der Kita und des Stoffeler Broichs müssen auch während der Erdarbeiten im Bereich Geb. 28.01 gewährleistet werden
- Baustrom kann bei Geb. 28.01 und auf dem Gelände des Angelvereins bauseits bereitgestellt werden (16 A, 400 V)
- Definierte Fläche auf unbebautem, umzäuntem Grundstück an der Christophstraße steht als BE-Fläche zur Verfügung (ca. 940 m²).
 - Einfahrt mit Tor von Seite Christophstraße möglich
- Sanitäreinrichtungen können im Geb. 28.01 genutzt werden, es dürfen keine mobilen Sanitäreinrichtungen auf dem Gelände ASV Petri Heil aufgestellt werden.

Für weitere Planungsdetails bezüglich der BE-Flächen dient der angehängte Plan als Grundlage (siehe Anlage 5.5).

3.7 Verwendbarkeitsnachweis von Bauprodukten und Bauarten, Bauaufsichtliche Zulassung

Der Nachweis der Verwendbarkeit von Bauprodukten und Bauarten muss auf der Grundlage von in der länderspezifischen Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen bauaufsichtlich eingeführten harmonisierten europäischen Normen (vormals Bauregelliste B) oder nationalen Normen (vormals Bauregelliste A) erfolgen.

Nicht geregelte Bauprodukte dürfen nur dann verwendet werden, eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) oder ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis nach den geltenden Regeln oder nach § 20 MBO eine Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Baubehörde des Bundeslandes, in dem das Projekt realisiert wird, vorliegt.

Für alle anderen Verankerungs-, Befestigungs- und Verbindungselemente ist der Verwendbarkeitsnachweis durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung zu erbringen.

3.8 Anmeldung, Abnahme und Dokumentation

Die AN übernimmt die Pflege der Stammdaten und die Vorbereitung und Durchführung aller nötigen Anmeldungen und Registrierungen. Dazu gehören benötigte Zuarbeiten für den Eintrag in das Marktstammdatenregister und die Anmeldung beim Energieversorgungsunternehmen.

Die Aufgaben der AN umfassen ferner die Anmeldung und Abstimmung mit der Netzgesellschaft Düsseldorf, der Feuerwehr und ggf. weiteren Behörden.

Die Abnahme der Leistungen erfolgt gemäß VOB/B. Zusätzlich ist eine Einweisung in Betrieb, Bedienung und Wartung der Anlage durch den Auftragnehmer durchzuführen. Die Inbetriebnahme und Funktionsprüfungen von Anlagenteilen und der Gesamtanlage sind von der AN in Abstimmung mit dem Betreiber zu planen und durchzuführen.

Für sämtliche technischen Anlagen bzw. Ergänzungen von technischen Anlagen sind die Einweisungen mit dem Betreiber rechtzeitig von der AN durchzuführen und schriftlich nachzuweisen. Hierfür sind ausschließlich die Formblätter der HHU (siehe Anlage 5.9 und Anlage 5.9.1) zu verwenden.

Bei diesem Projekt ist die Einweisung stufenweise, d.h. zunächst als grobe Übersicht und in einem 2. Termin mit genauer Erläuterung der Bedienung und Handhabung anhand der Schema- und Installationspläne durchzuführen.

Mindestens eine Woche vor der ersten Einweisung müssen alle erforderlichen Unterlagen wie Bau- und Instandhaltungspläne (Installationspläne und Schemata) bzw. -unterlagen (techn. Datenblätter) sowie erforderliche Protokolle in einer vollständigen Dokumentation an die AG übergeben werden.

Die Struktur und der Umfang der Revisionsunterlagen entsprechen den Vorgaben der TAB der HHU (siehe Anlage 5.9 und Anlage 5.9.2), vorbehaltlich künftiger Änderungen und sind zwischen AN und AG im Projektverlauf final abzustimmen. Alle Unterlagen werden digital in den Dateiformaten DWG und PDF sowie einfach in Papierform übergeben.

3.9 Instandhaltung

Die AN übernimmt Instandhaltung und Inspektion entsprechend den Herstellerangaben für die Dauer von 4 Jahren nach Abnahme durch die AG gemäß Instandhaltungsvertrag der HHU (siehe Anlage 5.10), wodurch die Verjährungsfrist für Mängelansprüche nach VOB auf 4 Jahre verlängert wird. Die Instandhaltung und Inspektion erfolgt über die AMEV Arbeitskarte Wartung 2018 für KG 442 PV-Anlagen, Variante 2 (siehe Anlage 5.10.1) und der AMEV Arbeitskarte Wartung 2018 für KG 441 Hoch- und Mittelspannungsschaltanlagen (siehe Anlage 5.10.2) einschl. An- und Abfahrt, jedoch ohne Lieferung von Ersatzteilen und Erneuern/Ausbessern von schadhaften Anlagenteilen (wenn es kein Gewährleistungsfall ist). Hierüber wird nach Rücksprache ein gesondertes Angebot erstellt. Abweichend von der optionalen Nennung der thermografischen Untersuchung der AMEV-Arbeitskarte KG 442 für PV-Anlagen wird diese Untersuchung einmalig im Zeitraum von vier Jahren zu einem mit der AG zu vereinbarendem Zeitpunkt durchgeführt. Sollte eine Reinigung der PV-Module/Schwimmplattform notwendig werden, so wird nach Rücksprache ein gesondertes Angebot erstellt. Zusätzlich zu den Aufgaben der AMEV-Arbeitskarten sind jährlich im Rahmen der Instandhaltung Schwimmkörper, Tragekonstruktion Wartungswege und Verankerung regelmäßig auf Beschädigungen, Verformungen, Korrosion und festen Sitz zu prüfen. Zusätzlich sind Kabelwege, Befestigungen und Durchführungspunkte auf Scheuerstellen, Knickstellen, Zugentlastung und Dichtheit zu kontrollieren und die Ergebnisse sind zu protokollieren.

Der Abschluss des Wartungsvertrages ist Bestandteil dieses Auftrages. Der Preis pro Jahr ist entsprechend im Preisblatt (siehe Anlage 5.12) anzugeben.

3.10 Stundenlohnarbeiten

Im Preisblatt sind zusätzlich zu den Pauschal- und Stückleistungen auch Stundensätze für Arbeiten anzugeben, die erst nach Absprache auf Anordnung der AG zusätzlich auszuführen sind.

Der Verrechnungssatz für die jeweilige Arbeitskraft umfasst sämtliche Aufwendungen wie Lohn- und Gehaltskosten, Lohn- und Gehaltsnebenkosten, lohngebundene und lohnabhängige Kosten, sonstige Sozialkosten, Gemeinkosten, Wagnis und Gewinn.

Die Stundenlohnarbeiten sind nicht zur Bewältigung der in dieser Leistungsbeschreibung spezifizierten Leistungen zu kalkulieren, sondern dienen ausschließlich der optionalen Abrechnung von Zusatzaufgaben die im Projektverlauf von der AG angeordnet werden.

4 Organisation

4.1 Betreiber- und Eigentümerrolle

Das Gelände befindet sich im Eigentum des Bau- und Liegenschaftsbetriebes NRW (BLB NRW) und wird von der AG betrieben. Alle Absprachen im Projektablauf hat die AN mit der AG zu führen. Die PV-Anlage wird Eigentum der AG und von dieser betrieben.

In den Projektablauf ist in Zusammenarbeit mit der AG der ASV Petri Heil 04 e.V. als Pächter des Gewässers einzubeziehen.

4.2 Zeitplanung

Ein vereinfachter durch die AG erstellter Rahmenterminplan liegt vor (siehe Anlage 5.11).

Die AN hat innerhalb von 3 Wochen nach Auftragsbestätigung einen Planungs- und Bauzeitenplan vorzulegen, während des gesamten Projektablaufs fortzuschreiben und bei Bedarf regelmäßig zu aktualisieren.

Bei der Zeitplanung sind insbesondere die von der Genehmigungsbehörde festgelegten Sperrzeiten für Bauarbeiten auf dem See und am Seeufer z.B. aufgrund von Vogelbrutzeiten zu beachten (siehe Anlage 5.7, Abs. Landschafts- und naturschutzrechtliche Belange). Diese zeitlichen Einschränkungen gelten nicht für das Geb. 28.01 und dessen Umfeld.

Die AG hat für die Errichtung der hier beschriebenen Floating PV-Anlage eine Förderzusage über das Programm progres.nrw erhalten. Der Fördermittelgeber hat eine Frist für die Fertigstellung des Projektes bis Mitte 2027 festgelegt, um einen Anspruch auf die Förderung zu erhalten. Die AN hat den Planungs- und Bauzeitenplan so auszugestalten und einzuhalten, dass der Förderzeitraum zwingend eingehalten wird. Die Fertigstellung und VOB-Abnahme der Anlage haben daher bis zum 31.05.2027 zu erfolgen. Die Einhaltung des Durchführungszeitraums ist für die AG von wesentlicher Bedeutung, da andernfalls der Anspruch auf Förderung entfällt. Die AN hat die AG bestmöglich bei der Einhaltung der Allgemeinen Nebenbestimmungen für Zuwendungen zur Projektförderung aus dem Programm progres.nrw zu unterstützen (siehe Anlage 5.13).

Drohende Verzögerungen hat die AN unverzüglich schriftlich anzuzeigen und geeignete Maßnahmen zur Einhaltung des Terminplans vorzuschlagen. Um den zeitlichen Ablauf kontinuierlich zu überwachen und bei etwaigen Verzögerungen frühestmöglich Lösungen erarbeiten zu können erfolgt die Kontrolle und ggf. nötige Anpassung des Zeitplans monatlich.

4.3 Besprechungen

AN und AG vereinbaren 14-tägige Baubesprechungen von ca. 60 Minuten Länge über den gesamten Projektablauf hinweg. Bei besonderen Meilensteinen (z.B. Inbetriebnahme,

Abnahmen) kann die Dauer auf 90 Minuten und die Häufigkeit auf einen wöchentlichen Rhythmus erweitert werden. Die AN benennt für die Baubesprechungen feste Ansprechpersonen.

In der Planungsphase können Besprechungen überwiegend per Videokonferenz abgehalten werden. Vor-Ort-Begehungen während der Planungsphase werden nach Bedarf vereinbart. In der Bauphase finden Baubesprechungen unter Anwesenheit der Bauleitung (siehe Kapitel 4.6) vor Ort auf den Baustellen oder in von der AG gestellten Räumen statt.

Die wesentlichen Inhalte und Festlegungen der Besprechungen werden von der AN protokolliert und allen Beteiligten zur Verfügung gestellt.

4.4 Sichtung/Freigabe von Planunterlagen

Die AN erstellt die im Projektverlauf benötigten Planunterlagen. Diese werden der AN in digitaler Form zur Sichtung vorgelegt und entsprechendes Feedback in die Überarbeitung der Dokumente eingepflegt. Die Verwendung der Unterlagen erfolgt erst nach schriftlicher Freigabe der Planunterlagen durch die AN.

4.5 RAGA

Für Arbeiten auf dem Campus der HHU gilt die Richtlinie für Arbeiten in Gebäuden und Außenanlagen (RAGA) der HHU (siehe Anlage 5.14). Die RAGA dient der Sicherstellung von Arbeitssicherheit, Umweltschutz und Betrieb der Einrichtungen der HHU. Die AN und eventuelle Unterauftragnehmerinnen, welche Arbeiten am Campus ausführen sind zur Einhaltung der Richtlinie verpflichtet.

4.6 Bauleitung

Die AN setzt eine namentlich anzugebende verantwortliche Bauleitung ein. Die AN hat das zur Beihilfe bei allen Messungen, Kontrollen etc. erforderliche Personal rechtzeitig zu stellen sowie alle zur Abnahme, Kontrolle, Messungen etc. erforderlichen Geräte bereitzustellen, ohne dass der AG hierdurch zusätzliche Kosten entstehen.

Die Bauleitung ist während der baulichen Errichtung mindestens einmal pro Woche vor Ort und nimmt im notwendigen Umfang an Baubesprechungen teil.

5 Anlagen

5.1 HHU-Übersichtsplan

5.2 Lageplan Floating PV-Anlage

5.3 Machbarkeitsuntersuchung Floating PV-Anlage

5.4 Lageplan Container-Netzstation

5.5 Lage und Baustelleneinrichtungsflächen

5.6 Lageplan Hauptkomponenten und Trassenführung

5.7 Wasserrechtliche Genehmigung

5.8 Wasserwirtschaftlich-technischer Erläuterungsbericht

5.8.1 Landschaftspflegerischer Begleitplan 1 (LBP-1) (Biotoptypen)

5.8.2 Landschaftspflegerischer Begleitplan 2 (LBP-2) (Konfliktanalyse und Maßnahmen)

5.9 Technische Anschlussbedingungen (TAB) der HHU

5.9.1 Modul 810: Dokumentation / Revisionsunterlagen, Anlage 815: Einweisungsprotokoll

5.9.2 Modul 810: Dokumentation / Revisionsunterlagen, Anlage 811: Vorgaben für Revisionsunterlagen

5.9.3 Modul 820: Anforderungen an Datenpunkte MBE/ Übersichtsmatrix

5.10 Instandhaltungsvertrag

5.10.1 AMEV Arbeitskarte PV

5.10.2 AMEV Arbeitskarte Trafo

5.11 Rahmenterminplan

5.12 Preisblatt

5.13 Nebenbestimmungen für Zuwendungen zur Projektförderung (progres.nrw)

5.14 Richtlinie für Arbeiten in Gebäuden und Außenanlagen der HHU (RAGA)

5.15 Bewertungsmatrix