



## **Leistungsbeschreibung**

# **Erneuerung der USV-Anlagen inkl. Batterieanlage und Blindleistungskompensation Betriebsgebäude Tunnel Innsbrucker Platz (TIP)**

### **1 Ziel der Maßnahme**

Im Betriebsgebäude Tunnel Innsbrucker Platz (TIP) ist die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) für definierte, sicherheits- und betriebsrelevante Verbraucher zu erneuern und auf den Stand der Technik zu bringen. Gegenstand der Maßnahme ist die Lieferung, Montage, Inbetriebnahme und Dokumentation von zwei neuen USV-Systemen (ca. 30 kVA und ca. 80 kVA) in Online-Doppelwandlertechnik (VFI) einschließlich der zugehörigen stationären Batterieanlagen in Reinblei-AGM-Technologie (VRLA, High-Rate) mit mindestens 60 Minuten Autonomiezeit je USV bei Nennlast. Zusätzlich ist eine Blindleistungskompensationsanlage mit einer Gesamtkompensationsleistung von ca. 180 bis 200 kVAr zu liefern, zu montieren, in Betrieb zu nehmen und in die Überwachung des Auftraggebers einzubinden.

Die Batterien sind in einem separaten Batterieraum aufzustellen. Die USV-Leistungsteile sind in einem separaten USV-Raum/Technikraum aufzustellen; die USV-Steuerung bzw. die Bedien- und Überwachungseinheit ist in einem separaten Raum neben dem Batterieraum anzuordnen. Jede USV ist zwingend mit einem externen Wartungsbypass (manuelle Last-Umschalteneinrichtung außerhalb des USV-Gerätes) auszurüsten, sodass Wartungsarbeiten an der USV ohne Versorgungsunterbrechung und ohne unzulässige Parallelbildung sicher durchgeführt werden können.

### **2 Vergabe- und Vertragsgrundlagen**

Die Ausschreibung und spätere Vertragsdurchführung erfolgen nach den Bestimmungen der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB). Soweit nicht ausdrücklich abweichend geregelt, gelten VOB/A (Vergabebestimmungen), VOB/B (Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen) und VOB/C (Allgemeine Technische Vertragsbedingungen - ATV).

Für die ausgeschriebenen Elektroarbeiten sind insbesondere die einschlägigen ATV der VOB/C zu berücksichtigen, insbesondere DIN 18382 (Nieder- und Mittelspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 36 kV) und - soweit einschlägig - DIN 18384 (Blitzschutz-, Überspannungsschutz- und Erdungsanlagen) sowie DIN 18381 (Gebäudeautomation).

Sämtliche Lieferungen und Leistungen sind als schlüsselfertige Gesamtleistung zu erbringen. Die Verantwortung für die norm- und regelkonforme Auslegung, Koordination, fachgerechte Ausführung, Funktionsfähigkeit, Prüfung, Dokumentation und Übergabe liegt beim Auftragnehmer.

### **3 Technische Regeln, Normen und gesetzliche Vorgaben**

Der Auftragnehmer hat sämtliche einschlägigen Gesetze, Verordnungen, technischen Regeln und Normen in der jeweils gültigen Fassung einzuhalten. Dazu zählen insbesondere (nicht abschließend):

- DIN VDE 0100 (Errichten von Niederspannungsanlagen), insbesondere Teile 410, 430, 540, 560, 600.



- DIN VDE 0105-100 (Betrieb von elektrischen Anlagen) - fünf Sicherheitsregeln; Nachweis der Spannungsfreiheit.
- DIN EN IEC 62040-1/-2/-3 (USV-Anlagen - Sicherheit, EMV, Leistungsanforderungen und Klassifizierung).
- DIN EN 50272-2 (Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Stationäre Batterien).
- IEC 60896-21/-22 (Stationäre Bleiakkumulatoren - Anforderungen und Prüfverfahren; VRLA).
- DGUV Vorschrift 3 (Elektrische Anlagen und Betriebsmittel).
- Batteriegesetz (BattG) und Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) - Rücknahme/Entsorgung.
- IEC 61000-4-30 (Netzqualitätsmessung, Klasse A) - sofern Netzgütemessung gefordert/angeboten.
- DIN EN 60831 (Leistungskondensatoren) sowie EN/IEC 61439 (Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen) für die Blindleistungskompensation.

#### **4 Leistungsumfang des Auftragnehmers**

Der Auftragnehmer schuldet die vollständige Durchführung der Maßnahme einschließlich aller Nebenleistungen, die für die Funktionsfähigkeit der Gesamtanlage erforderlich sind. Hierzu gehören insbesondere:

- Bestandsaufnahme, Aufmaß, technische Klärungen, Detail- und Ausführungsplanung (inkl. Kabel- und Schutzkonzept, Selektivitätsbetrachtung, Aufstell- und Transportkonzept).
- Lieferung der USV-Systeme (30 kVA und 80 kVA) einschließlich externer Wartungsby-pass-Schalter, Kommunikations- und Meldeschnittstellen sowie Bedien-/Überwachungseinheit im separaten Steuerungsraum.
- Lieferung der Batterieanlagen in Reinblei-AGM-Technologie (VRLA, High-Rate) einschließlich Batterieracks/-schränken, DC-Schutz- und Trennorganen, DC-Verkabelung und Batterieüberwachung.
- Demontage der Bestandsanlagen (USV, Batterien, ggf. Blindleistungskompensation) und fachgerechte Entsorgung unter Einhaltung BattG/ElektroG; Entsorgungsnachweise.
- Montage, elektrische Einbindung in die Bestandsversorgung (Einspeisung/Abgänge), Herstellung des Potentialausgleichs, Brandschottungen nach MLAR sowie Anpassungen an Kabeltrassen/Kabelwegen.
- Lieferung, Montage und Inbetriebnahme einer Blindleistungskompensationsanlage (180-200 kVAR) einschließlich Messwandlern/Regler, sofern erforderlich.
- Integration sämtlicher relevanter Zustände, Stör- und Betriebsinformationen in die Leit- und Überwachungstechnik des Auftraggebers (WinCC OA); Parametrierung, Datenpunktlisten, Test und Abnahme.
- Inbetriebnahme, Prüfungen und Messungen (DIN VDE 0100-600, Funktions- und Lasttests, Batterietest, Bypass-Test, Kommunikationstest, ggf. Netzqualitätsmessung).
- Dokumentation (Revisionsunterlagen, Schaltpläne, Prüfprotokolle, Bedien-/Wartungsunterlagen) und Schulung/Einweisung des Betriebspersonals.



## 5 Technische Anforderungen - USV-Systeme

### 5.1 Allgemeine Auslegung und Betriebsart

Die USV-Systeme sind als statische Online-USV in Doppelwandlertechnik auszuführen (VFI nach DIN EN IEC 62040-3). Die Verbraucher sind im Normalbetrieb permanent über den Wechselrichter zu versorgen; bei Netzausfall oder Netzanomalien ist ohne Umschaltunterbrechung auf Batteriebetrieb zu übergehen.

- Nennscheinleistungen: ca. 30 kVA und ca. 80 kVA (jeweils 3-phasig, 400/230 V AC, 50 Hz).
- Ausgang: sinusförmige Spannung; statische Regelabweichung im Wechselrichterbetrieb höchstens +/- 1 %.
- Überlastfähigkeit: mindestens 125 % für 10 Minuten und 150 % für 1 Minute (oder herstellerseitig besser), ohne Abschaltung der Verbraucher; automatische Umschaltung auf statischen Bypass bei unzulässiger Überlast oder interner Störung.
- Eingangsnetz: 3 x 400 V, 50 Hz; weiter Eingangsspannungs- und Frequenzbereich ohne Batteriebetrieb (mindestens +/- 10 % Spannung, +/- 5 % Frequenz).
- Eingangsrückwirkungen: aktiver Gleichrichter (IGBT) mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC), Leistungsfaktor mindestens 0,99, Strom-THD höchstens 5 % bei Nennlast.
- Wirkungsgrad: mindestens 90 % (30 kVA) bzw. mindestens 92 % (80 kVA) im Onlinebetrieb bei Nennlast (oder herstellerseitig besser).

### 5.2 Interner statischer Bypass und externer Wartungsbypass (zwingend)

Jede USV ist mit einem internen statischen Bypass auszustatten. Unabhängig hiervon ist zwingend ein externer Wartungsbypass (manuelle Umschalteinrichtung außerhalb des USV-Gerätes) vorzusehen. Der externe Wartungsbypass muss so ausgeführt sein, dass die USV für Wartungsarbeiten allpolig freigeschaltet werden kann, während die Last unterbrechungsfrei aus dem Netz versorgt wird.

- Ausführung als Wartungsbypass-Schrank bzw. Bypass-Schalteinrichtung mit mechanisch verriegelten Schaltstellungen (z.B. 'USV', 'Bypass', 'Trennstellung').
- Sichere Vermeidung unzulässiger Parallelbildung zwischen USV-Ausgang und Netz (mechanische und/oder elektrische Verriegelung).
- Schaltgeräte bemessen nach den maximal auftretenden Betriebs- und Kurzschlussströmen am jeweiligen Anschlussort; Bemessungsdaten sind im Rahmen der Ausführungsplanung nachzuweisen.
- Kennzeichnung, eindeutige Stellungsmeldung, Verriegelungsmöglichkeit gegen Fehlbedienung (Vorhängeschloss), Beschriftung und Schaltanweisung im Schaltschrank.
- Der externe Wartungsbypass ist sowohl elektrisch als auch leittechnisch zu berücksichtigen (Meldung 'Wartungsbypass aktiv' an Leitstelle).

### 5.3 Aufstellkonzept - getrennte Räume

Die Anlagen sind räumlich wie folgt zu realisieren:

- Batterieraum: Aufstellung der Batterieanlagen (je USV getrennt) einschließlich Batterieracks/-schränken, DC-Hauptschalter/Trennstellen und Batterieüberwachung.
- USV-Raum/Technikraum: Aufstellung der USV-Leistungsteile (Leistungsschrank/Module), Leistungskabelanschlüsse AC Ein-/Ausgang, interner statischer Bypass.



# Die Autobahn Nordost

- USV-Steuerungs-/Bedienraum (separat, neben Batterieraum): Aufstellung der USV-Steuerung bzw. Bedien- und Überwachungseinheit (HMI/Panel) einschließlich Kommunikations-Gateway zur Leitstelle; Zugänglichkeit für Betriebspersonal ohne Betreten des Batterieraums.  
Die erforderlichen DC-Verbindungsleitungen zwischen Batterieraum und USV-Raum sind durch den Auftragnehmer zu dimensionieren, zu liefern, zu verlegen und brandschutztechnisch ordnungsgemäß abzuschotten.

## 6 Technische Anforderungen - Batterieanlagen (Reinblei-AGM, VRLA, High-Rate)

### 6.1 Batterietyp und Mindestanforderungen

Als Batteriesystem sind stationäre, ventilgeregelte Bleiakkumulatoren (VRLA) in Reinblei-AGM-Technologie (High-Rate) einzusetzen. Die Batterien müssen für USV-Anwendungen ausgelegt sein und eine hohe Kurzzeit- und Hochstromfähigkeit aufweisen.

Das Batteriesystem ist als stationäre, ventilgeregelte Bleiakku-Anlage (VRLA) in AGM-Technologie, vorzugsweise in Reinblei-Ausführung (High-Rate), auszuführen. Es sind 12-V-Batterieblöcke (Frontanschluss) vorzusehen. Mindestanforderungen je 12-V-Block: Nennkapazität mindestens 150 Ah (C10 bei 25 °C bis 1,80 V/Zelle), Leistungskennwert im Hochstrombetrieb mindestens 620 W (W15 bei 25 °C bis 1,67 V/Zelle), maximaler Entladestrom mindestens 1.400 A, maximaler Ladestrom mindestens 45 A. Die konstruktive Auslegung muss eine technische Lebensdauer (Design Life) von mindestens 15 Jahren bei 25 °C (z.B. Eurobat-Klasse 'Very Long Life' oder gleichwertig) erreichen. Die Batterieanlagen sind je USV getrennt im separaten Batterieraum zu installieren, einschließlich DC-Haupttrennstelle, Strang-/Blocksicherungen, berührungssicherer Abdeckung, Kennzeichnung, Potentialausgleich sowie Lüftungs-/Sicherheitskonzept gemäß DIN EN 50272-2. Gleichwertigkeit ist durch Herstellerunterlagen sowie einen rechnerischen Autonomie- und Alterungsnachweis zu belegen.

- Nennspannung je Block: 12 V.
- Nennkapazität: mindestens 150 Ah (C10, Endspannung 1,80 V/Zelle) bei 25 °C.
- Hochstrom-/High-Rate-Eignung: Leistungsdaten nach Herstellerkennlinie (konstante Leistung) für USV-Betrieb; Referenzwert: 620 W je 12-V-Block (W15, Endspannung 1,67 V/Zelle, 25 °C) oder herstellenseitig äquivalente Leistungsangabe.
- Auslegungslebensdauer: mindestens 15 Jahre bei 25 °C (Eurobat-Klasse 'Very Long Life' oder gleichwertig).
- Zulässiger max. Entladestrom: mindestens 1.400 A je Block; interne Impedanz im vollgeladenen Zustand ca. 3,6 mOhm (Referenz).
- Gehäusematerial schwer entflammbar (mindestens UL94 V-0 oder gleichwertig).
- Normen/Qualifikation: Herstellung nach ISO 9001/14001; Batterietyp konform IEC 60896 (VRLA).

### 6.2 Dimensionierung (Autonomie mindestens 60 Minuten) und Nachweise

Die Dimensionierung der Batterieanlagen obliegt dem Auftragnehmer. Für jede USV ist eine Autonomiezeit von mindestens 60 Minuten bei Nennlast nachzuweisen. Die Auslegung hat mindestens folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Batterietemperatur im Betrieb 20 bis 25 °C (Auslegung 25 °C).



# Die Autobahn Nordost

- Endspannung je Zelle/Block gemäß Herstellerkennlinie sowie Mindest-DC-Eingangsspannung der USV; die Auslegung ist mit der USV-DC-Zwischenkreisspannung kompatibel zu wählen.
- Altersreserve: mindestens 10 % Kapazitäts-/Leistungsreserve (bzw. Herstellerempfehlung) zur Sicherstellung der Autonomie über die Nutzungsdauer.
- Spannungsfall und Erwärmung der DC-Verbindungsleitungen; symmetrische Leitungsführung, Minimierung von Induktionsschleifen (Plus-/Minusführung gemeinsam).

Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber vor Lieferung einen Auslegungsnachweis (Batterieberechnung) vorzulegen, aus dem Stringbildung (Serien-/Parallelstränge), Blockanzahl, Endspannung, Entladestrom, Autonomiezeit sowie die zugrunde gelegten Herstellerkennlinien hervorgehen.

### 6.3 Batterieraum - Sicherheit, Lüftung, Aufstellung

Die Batterieanlagen sind in einem separaten Batterieraum aufzustellen. Der Auftragnehmer hat die einschlägigen Sicherheitsanforderungen nach DIN EN 50272-2 umzusetzen. Insbesondere sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen und - soweit erforderlich - im Leistungsumfang einzuplanen:

- Ausreichende Raumlüftung zur Ableitung ggf. entstehender Wasserstoffanteile (H<sub>2</sub>) sowie zur Abführung der Verlustwärme; erforderliche Luftvolumenströme sind zu berechnen und nachzuweisen.
- Sicherheitskennzeichnung (Batterieraum, Rauch-/Feuerverbot, PSA-Hinweise, Notfallkontakte) und Vorhalten geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (PSA) für Arbeiten an Batterien.
- Aufstelllasten: Der Auftragnehmer hat die Aufstelllasten aus den Herstellerunterlagen der tatsächlich angebotenen Batterieblöcke, Racks und Schränke zu ermitteln und nachzuweisen; die Lasten sind bei der Aufstellplanung (Bodenlasten/Lastverteilung) zu berücksichtigen.
- Herstellung eines fachgerechten Potentialausgleichs sämtlicher Batteriegestelle/-schränke; Schutz gegen zufälligen Kurzschluss (Abdeckungen, isolierte Werkzeuge, Berührungsschutz).
- DC-Hauptschalter/Lasttrennschalter je Batterieanlage (stringweise) in unmittelbarer Nähe der Batterie; Kennzeichnung und Verriegelungsmöglichkeit.
- Brandschutz und Kabelabschottungen nach Vorgaben des Auftraggebers und nach MLAR; Abstimmung mit vorhandenem Brandschutzkonzept.

### 6.4 Batterieüberwachung (Batteriemonitoring) und Schnittstellen

Für die Batterieanlagen ist ein geeignetes Batterieüberwachungs- bzw. Batteriemonitoringsystem vorzusehen, das mindestens Stringzustände (Spannung, Strom, Temperatur) erfasst und eine Stör-/Warnmeldung erzeugt. Soweit technisch verfügbar und wirtschaftlich angemessen, sind Blockspannungen und Impedanzen zu erfassen, um einen zustandsorientierten Austausch zu ermöglichen.

- Meldungen mindestens: Batterie-String OK/Warnung/Störung, Tiefentladeschutz aktiv, DC-Schutzorgan ausgelöst, Raumtemperatur außerhalb Grenzwerts (sofern Messung vorgesehen).
- Kommunikation: bevorzugt Modbus/TCP oder SNMP; alternative potentialfreie Kontakte nach Abstimmung.
- Anbindung an WinCC OA: Datenpunktliste, Protokoll-/Registerliste, Test der Meldungsübertragung.



## **7 USV-Steuerung, Bedienung und Kommunikation (separater Raum)**

Die USV-Steuerung bzw. die Bedien- und Überwachungseinheit ist in einem separaten Raum neben dem Batterieraum zu installieren. Der Auftragnehmer hat eine herstellerekonforme Remote-Bedienung (HMI) zu liefern und so zu installieren, dass Betriebszustände, Alarmer, Messwerte und Schalthandlungen (im zulässigen Umfang) von diesem Raum aus durchgeführt werden können.

- Anzeige mindestens: Betriebsmodus (Normalbetrieb/Batteriebetrieb/Bypass), Last in %, Eingang-/Ausgangsspannungen, Batteriestatus (Stringsprung, Restlaufzeit soweit verfügbar), Sammelstörung.
- Bedienung: Quittierung von Meldungen, Anzeige von Ereignisprotokollen; sicherheitsrelevante Schalthandlungen ausschließlich in abgestimmten Berechtigungsstufen.
- Kommunikationsgateway/Netzwerkschnittstelle (Ethernet) im Steuerungsraum; Parametrierung (IP, VLAN, IT-Sicherheitsvorgaben des Auftraggebers).
- Ausführung der Leitungswege zwischen USV-Leistungsteil und Remote-HMI/Steuerung entsprechend Herstelleranforderungen; EMV-gerechte Verlegung.

## **8 Technische Anforderungen - Blindleistungskompensationsanlage**

Ziel ist ein Leistungsfaktor am Netzanschlusspunkt von  $\cos \phi$  mindestens 0,95 (induktiv); bevorzugt ist eine Regelung nahe  $\cos \phi = 1,0$  unter Vermeidung kapazitiver Überkompensation.

- Ausführung als automatisch geregelte, mehrstufige Kondensatoranlage; schalttechnisch als Schützstufen (kondensatorauglich) oder Thyristor-Steller (TSC) - nach Netzanalyse und Lastdynamik.
- Verdrosselung/Detuning der Stufen zur Vermeidung von Resonanz (typisch 5,67 % oder 7 %), abhängig vom Oberschwingungsniveau.
- Schutz- und Überwachungseinrichtungen: Stufensicherungen, Entladeeinrichtungen, Temperaturüberwachung der Drosseln, Lüfter-/Filterüberwachung (sofern vorhanden), Sammelstörmeldung.
- Kommunikationsschnittstelle zur Leitstelle: bevorzugt Modbus (TCP oder RTU mit Gateway).

## **9 Integration in Bestandsinfrastruktur und Leittechnik (WinCC OA)**

Die neuen Anlagen (USV-Systeme, externe Wartungsbypässe, Batterieüberwachung, Blindleistungskompensation) sind in die vorhandene Leit- und Überwachungstechnik des Auftraggebers (WinCC OA) zu integrieren. Der Auftragnehmer übernimmt die Koordination der Schnittstellen und stellt sämtliche für die Integration erforderlichen Informationen (MIB-Dateien, Modbus-Registerlisten, Kontaktbelegungen, Datenpunktlisten) bereit.

- USV: Meldungen und Messwerte mindestens für Netzausfall, Batteriebetrieb, Bypassbetrieb, Wartungsbypass aktiv, Sammelstörung, Last in %, Batteriezustand/Restlaufzeit (soweit verfügbar).
- Batterie: Statusmeldungen (OK/Warnung/Störung), Stringsprung/-strom, Temperatur (soweit Messung vorgesehen).
- BKA: Betriebszustand,  $\cos \phi$ , Stufenstatus (Anzahl/Leistung zugeschaltet), Sammelstörung, Übertemperatur/Lüfterstörung.



- IT-Sicherheit: Umsetzung der Vorgaben des Auftraggebers (Adressierung, VLAN, Zugangsdaten, Protokollversionen, ggf. SNMPv3).

## **10 Inbetriebnahme, Prüfungen und Abnahme**

Nach Abschluss der Montage sind alle vorgeschriebenen Prüfungen durchzuführen und zu protokollieren. Die Inbetriebnahme erfolgt stufenweise (Einzelkomponenten, dann Gesamtsystem) in Anwesenheit des Auftraggebers.

- Erstprüfung der errichteten/angepassten Stromkreise nach DIN VDE 0100-600 (Schutzleiter, Isolationsmessung, Schleifenimpedanz, Phasenfolge, Funktionsprüfung).
- USV-Funktionstest: Normalbetrieb, Batteriebetrieb, Rückschaltung, statischer Bypass, externer Wartungsbypass (schrittweise Umschaltung nach Schaltanweisung).
- Batterietest: kontrollierter Entladetest zur Plausibilisierung der Auslegung; Umfang in Abstimmung mit AG (z.B. 10-15 min Entladung bei repräsentativer Last) sowie Nachweis der 60-min-Autonomie rechnerisch anhand Herstellerkennlinien.
- BKA-Test: Regelverhalten, Stufenschaltung, Schutz- und Störmeldungen, Messwertübertragung.
- Kommunikationstest WinCC OA: Auslösen definierter Zustände/Alarime und Prüfung der korrekten Visualisierung und Alarmierung.

Die Abnahme setzt die vollständige Funktionsfähigkeit, die erfolgreiche Integration in die Leitstelle sowie die vollständige Dokumentationsübergabe voraus.

## **11 Dokumentation und Schulung**

Der Auftragnehmer übergibt eine vollständige Anlagendokumentation in deutscher Sprache in Papierform (2-fach) und digital. Die Dokumentation muss den ausgeführten Endzustand ('as built') abbilden.

- Einliniendiagramm (Gesamtübersicht) inkl. externer Wartungsbypass, Batterieanlage, BKA; Stromlauf-/Klemmpläne, Kabellisten.
- Berechnungs- und Auslegungsnachweise (Batterieberechnung, Selektivität, ggf. Lüftungsnachweis Batterieraum).
- Prüf- und Messprotokolle (DIN VDE 0100-600, Inbetriebnahmeprotokolle, Kommunikationstest).
- Herstellerunterlagen (USV, Batterien, BKA, Monitoring), Konformitätserklärungen, Werksprüfprotokolle.
- Betriebs- und Wartungsanweisung inkl. Schaltanweisungen für externen Wartungsbypass.

Nach Inbetriebnahme ist das Betriebspersonal des Auftraggebers in Betrieb, Störungsbehandlung, Wartungsbypass-Schaltung und sicherheitsgerechtem Verhalten im Batterieraum zu schulen. Die Schulung ist zu protokollieren (Teilnehmerliste, Inhalte, Datum, Unterschriften).

## **12 Ausführungsfristen**

Die Ausführung ist mit dem Auftraggeber terminlich so zu koordinieren, dass die Versorgung sicherheitsrelevanter Verbraucher jederzeit gewährleistet bleibt. Umschalt- und Abschaltvorgänge sind nur



# Die Autobahn Nordost

nach Freigabe durch den Betreiber und bevorzugt in verkehrsarmen Zeiten (Nacht-/Wochenendfenster) durchzuführen.

Der Auftragnehmer legt mit dem Angebot einen Grobterminplan vor und konkretisiert diesen nach Zuschlag als Detailterminplan einschließlich Meilensteinen (Bestandsaufnahme, Lieferung Hauptkomponenten, Montage, Umschaltung, Inbetriebnahme, Abnahme).