# Ergänzende Hinweise zu den Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz – TAB Mittelspannung 2008 -

für das Versorgungsgebiet der

## Aschaffenburger Versorgungs-GmbH (AVG)

Richtlinien und Erläuterungen zur örtlichen Anwendungen
Stand Dezember 2017

Aschaffenburger Versorgungs-GmbH
Werkstraße 2
63739 Aschaffenburg

Internet: www.netze-stwab.de

# Ergänzende Hinweise der AVG zu den Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz - TAB Mittelspannung 2008-

## Inhaltverzeichnis

Vorwort……3

zu 1 Grundsätze……... 4

zu 2 Netzanschluss…….. 6

zu 3 Übergabestation……... 6

zu 4 Abrechnungsmessung…….. 17

zu 5 Betrieb……..20

zu 6 Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage…….. 21

zu 7 Erzeugungsanlagen..... 21

*AVG-spezifischer Anhang:*

Checkliste für Unterlagen……... 23

Fristenübersicht……... 24

Prinzipaufbau Erdungsanlage……..…..... 25

Übersichtsschaltpläne der gebräuchlichsten Anlagenkonfigurationen…..…….. 26

Prinzipschaltbilder Messung (nieder- und mittelspannungsseitig)……..... 31

Inbetriebsetzungsauftrag…….
(aktuelle Version auf www.netze-stwab.de)

Vordrucke……... D

Checklisten für Abnahme, Inbetriebsetzung und Dokumentation…… E

# Vorwort

Im Versorgungsgebiet der AVG gilt für den Anschluss an deren 20kV-Netz der Musterwortlaut der TAB Mittelspannung 2008 des BDEW (Ausgabe Mai 2008).

Zusätzlich sind die hier vorliegenden, ergänzenden Hinweise des Netzbetreibers AVG zur TAB Mittelspannung 2008 zu beachten. Die Festlegungen des Netzbetreibers AVG haben Vorrang vor denen der TAB Mittelspannung 2008.

Dieser Anhang entspricht den Veröffentlichungspflichten des Netzbetreibers zur Auslegung und dem Betrieb von Anlagen gemäß § 19 EnWG „Technische Vorschriften“. Er ist somit Bestandteil von Netzanschlussverträgen und Anschlussnutzungsverhältnissen.

Bei der Erstellung oder Änderung von elektrischen Hausanschlüssen mit einer Sicherungsnennstromstärke von mehr als 160 A ($P_{eff}$ ~100 kW) wird in dem Versorgungsgebiet der Aschaffenburger Versorgungs-GmbH, nachfolgend AVG genannt der Bau einer Kundeneigenen Transformatorenstation erforderlich.

# Zu Ziffer 1 Grundsätze

## 1.1 Geltungsbereich

Die ergänzenden Hinweise des Netzbetreibers AVG zur TAB Mittelspannung des BDEW treten für das Versorgungsgebiet der AVG (www.netze-stwab.de) in der vorliegenden Form zum 01.01.2013 in Kraft und ersetzen die bisherigen Richtlinien und Veröffentlichungen.

Sie gelten primär für die Ausführung kundeneigener und halböffentlicher Stationen und werden sinngemäß auch auf öffentliche Stationen angewandt.

Kundeneigene Stationen (Übergabestationen) erfüllen keine Aufgaben der öffentlichen Versorgung, sondern dienen ausschließlich dem Netzanschluss einer wirtschaftlichen Einheit. Dieser Netzanschluss kann sowohl von einem einzelnen Anschlussnutzer als auch von einer klar umrissenen Gruppe von Anschlussnutzern genutzt werden. Sie werden daher komplett vom Kunden bzw. von dessen Beauftragten geplant, gebaut und betrieben. Mit Inbetriebnahme der Station werden nur die im Netzanschlussvertrag / Anschlussnutzungsvertrag beschriebenen Anlagenteile unterhaltspflichtiges Eigentum der AVG. Alle übrigen Anlagenteile müssen vom Kunden bzw. dessen Beauftragtem betrieben und gewartet werden. Der Kunde trägt die volle Verantwortung für die in seinem Unterhaltsbereich stehenden Anlagenteile und ist daher für alle aus einer Missachtung dieser Pflicht resultierenden Schäden haftbar.

Gemeinsame Stationen werden darüber hinaus auch zur öffentlichen Versorgung genutzt. Die AVG beteiligen sich daher an Planung, Bau und Betrieb der Anlage. Die Eigentumsverhältnisse und die Unterhaltspflichten regelt auch hier der Netzanschlussvertrag.

Öffentliche Stationen dienen ausschließlich der öffentlichen Versorgung und befinden sich deswegen komplett im Verantwortungsbereich der AVG.

## 1.3 Anschlussverfahren und anschlussrelevante Unterlagen

Bereits in der Planungsphase, auf jeden Fall aber rechtzeitig vor Baubeginn oder Bestellung wesentlicher Komponenten der Trafostation, sind der AVG die in der Checkliste im Anhang genannten Unterlagen zur technischen Freigabe der Baumaßnahme in zweifacher Ausfertigung zu übergeben.

**Abweichungen von den in dieser Richtlinie genannten Festlegungen sind mit der AVG abzustimmen und bedürfen derer ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung.**

Mit den Bau- und Montagearbeiten darf erst begonnen werden, wenn die mit dem Sichtvermerk der AVG versehenen Genehmigungs-Unterlagen beim Kunden oder seinem Planer vorliegen.

**Es ist dabei zu berücksichtigen, dass Mittelspannungsanlagen nur von Fachfirmen errichtet werden dürfen, die über entsprechende Erfahrung und ausgebildetes Personal verfügen.**

Ergeben sich bei der Bauausführung Änderungen gegenüber den von AVG genehmigten Plänen, so ist mit der AVG unverzüglich Rücksprache über die Ausführbarkeit der Änderung zu halten. Bei Änderungen, die ohne Rücksprache mit der AVG erfolgt sind und für die keine schriftliche Genehmigung vorliegt, können die AVG einen Rückbau bzw. eine Anpassung an die technischen Vorgaben verlangen. Die AVG ist berechtigt, sich jederzeit über den Stand der Arbeiten zu informieren.

## 1.4 Inbetriebsetzung

Die ordnungsgemäße Ausführung der Bauarbeiten ist nach deren Abschluss durch die in der TAB Mittelspannung 2008 beschriebenen Unterlagen zu dokumentieren. Diese sind spätestens mit der Inbetriebnahme der Transformationsstation zu übergeben.

Der Anschluss der Station an das 20 kV-Netz der AVG erfolgt gegen Berechnung der entstehenden Kosten durch Personal der AVG. Zur Abgabe eines entsprechenden Angebots sind der AVG rechtzeitig Angaben über den geplanten Standort und die benötigte Anschlussleistung zu machen.

Aus Gründen der Netzführung erfolgt die endgültige 20 kV-Anbindung (Montage der Muffen und Endverschlüsse) der Station erst nach der mängelfreien Abnahme der fertigen Station. Deswegen kann die Inbetriebnahme der Anlage durch die AVG in der Regel frühestens zwei Wochen nach der erfolgreichen Überprüfung der Anschlussbedingung erfolgen. Dies ist bei der kundenseitigen Bauzeitplanung unbedingt zu berücksichtigen.

Bei der Terminplanung ist ebenfalls zu beachten, dass die Verlegung von kunststoffisolierten Mittelspannungskabeln nur bis – 5°C, von Massekabeln nur bis + 5°C erfolgen kann.

Wird die AVG aus Gründen, die der Auftraggeber bzw. dessen Planer zu vertreten hat, aufgefordert von dieser Regelung abzuweichen, so hat dieser die dadurch anfallenden Kosten für

kurzfristige Material- und Personalbereitstellung bzw. für das Anwärmen und Warmhalten der Kabel in voller Höhe zu tragen. Eine mögliche, vorgezogene 20 kV-Anbindung ist im Einzelfall mit der AVG zu prüfen. Ein Anspruch darauf ist nicht ableitbar.

Bis zur Inbetriebnahme der Station müssen der unterschriebene Antrag auf Eintragung der (je nach Lage und Art der Station) erforderlichen beschränkten persönlichen Dienstbarkeiten sowie der Netzanschlussvertrag vorliegen.

## Zu Ziffer 2 Netzanschluss

### 2.4.7 Tonfrequenz-Rundsteuerung

Die für Rundsteueranlagen vorgesehenen Frequenzen (168 Hz) sind zu beachten. Vor Einbau einer Kompensationsanlage ist daher mit der AVG Rücksprache bezüglich Kompensationsart und Verdrosselung zu halten.

## Zu Ziffer 3 Übergabestation

### 3.1.1 Allgemeines

Fabrikfertige und begehbare Stationen sind vorzusehen.
Turmstationen bzw. Maststationen sind nicht zulässig.
Stationen im Gebäude (Sonderfälle) sind ebenerdig an Außenwänden mit direktem Zugang von außen einzuplanen.

Die lichte Raumhöhe über dem Fußboden in begehbaren Stationen muss mindestens 2,4 m betragen. Unter dem Fußboden wird ein 0,8 m tiefer Kabelraum benötigt. Alle Kabeleinführungen für die 20 kV-Schaltanlage und Niederspannungsverteilung erfolgen aus dem Kabelraum direkt von unten. Bei Einbaustationen ist zur Gewährleistung der erforderlichen Be- und Entlüftung sowie der Druckentlastung meist eine größere Raumhöhe notwendig.

Beim Einbau von Stationen in Gebäuden ist außer den einschlägigen VDE- und BG-Vorgaben die „Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauV)“ einzuhalten. Diese Verordnung des Bayerischen Staatministeriums des Innern stellt unter anderem auch zusätzliche brandschutztechnische Anforderungen.

Die im Störlichtbogenfall (16 kA, 1s) entstehende Druckbeanspruchung ist bereits bei der Gebäudeplanung zu berücksichtigen (DIN VDE 0101, Pkt. 6.5.2). Personen- und Gebäudeschäden sind, z.B. durch Druckentlastungsöffnungen, zu verhindern bzw. zu begrenzen.

Fabrikfertige Stationen benötigen eine Störlichtbogenklassifizierung von mindestens IAC AB 16 kA, 1s entsprechend EN 62271-202. Ein entsprechender Nachweis ist zu erbringen.

Die Verantwortung für die fachgerechte Planung und Ausführung des baulichen Teils der Station (z.B. Druckentlastungsanlage, Ölauffangwanne, Erdungsanlage, …) liegt ausschließlich beim Kunden bzw. dessen Auftragnehmern.

Bei der Auswahl des Stationsstandortes sind in Mainnähe auch die Hochwassergrenzen des Wasserwirtschaftsamtes zu berücksichtigen. Das Bodenniveau des Kabelkellers darf ohne besondere Schutzmaßnahmen nicht unter der HW100-Grenze liegen. Aktuelle und standortbezogene Informationen über die zu berücksichtigenden Pegelstände entlang des Mainverlaufes sind beim Wasserwirtschaftsamt einzuholen.

### 3.1.2 Einzelheiten zur baulichen Ausführung

Zugang und Türen

Der Zugang zu der Station muss direkt vom öffentlichen Grund erfolgen. Ein Zugang durch Räumlichkeiten des Kunden ist nicht zugelassen. Bei Stationen im Kellerbereichen ist ein Zugang von allgemein zugänglichen Treppenhäusern vorzusehen. Für alle Türen auf diesem Zugangswege sind Doppelzylinder vorzusehen.

Die Zugänge für Trafo- und Schaltanlagenraum benötigen ein lichtes Durchgangsmaß (Zargenlichte) von mindestens 1,12 x 2,12 m.

Hinter der Traforaumtüre ist ein Schutzbalken aus Holz oder anderem nicht leitfähigen Material anzubringen. Dieser muss ohne Werkzeug entfernt werden können.

Die Länge der durch die AVG beigestellten Profilzylinder beträgt aufgrund des eingesetzten Schließsystems 35 mm (Halbzylinder) bzw. 70mm (normaler Zylinder).

Sollte der Einbau einer Doppelschließung bzw. die Verwendung der AVG-Profilzylinder nicht möglich sein, so sind der AVG vor der Inbetriebnahme der Station für alle abschließbaren Türen die zum Erreichen des Stationsraumes notwendig sind Schlüssel auszuhändigen. Diese Schlüssel werden vor Ort in einem von der AVG beigestellten Schlüsselkasten hinterlegt. Die Platzierung des Schlüsselkastens ist mit der AVG abzustimmen. Eine eventuelle Änderung der Schließung ist der AVG, mit der Übergabe der neuen Schlüssel, sofort mitzuteilen. Bei elektrisch betätigten Toren ist ein separater Zugang notwendig, der auch bei einem eventuellen Stromausfall begangen werden kann.

Bei Tief- bzw. Unterflurstationen ist für das Einbringen des Transformators ein Transportschacht vorzusehen. Die Zufahrt zum Transportschacht und das Einbringen des Transformators müssen mit einem 16 t Kranwagen jederzeit möglich sein.

Klimabeanspruchung, Belüftung und Druckentlastung

Aus Gründen der Klimatisierung sowie der Druckentlastung  im Störlichtbogenfall sollen für Stationen in Gebäuden nach Möglichkeit Räume mit Außenwänden verwendet werden. Eine natürliche Belüftung ist anzustreben. Wenn mit besonderer Verschmutzung, z.B. durch Staubentwicklung, zu rechnen ist, sind geeignete Gegenmaßnahmen zu treffen.

Fußböden

Die Bodenplatten sind so zu bemessen, dass sie auch bei geschlossenen Schaltfeldtüren herausgenommen werden können. Doppelböden müssen druckfest verschraubt oder verriegelt sein.

Bei der Doppelbodengestaltung ist außerdem darauf zu achten, dass die Kabeleinführungen nicht durch Stützen oder ähnliches verbaut werden. Die Kabeleinführungen und die 20 kV-Endverschlüsse müssen frei zugänglich sein. Zum Einbau der Dichtdeckel ist jeweils ein Montageraum von 10 cm um die Einführungsöffnungen freizuhalten.

Erfolgt die Druckentlastung der Schaltanlage in den Kabelkeller so ist dort eine ausreichend dimensionierte Entlastungsöffnung, z. B. in einen benachbarten Transformatorenraum, erforderlich.

Trassenführung der Netzanschlusskabel

Der Bereich der AVG-Kabeltrassen darf, außer bei der Verlegung in Zugrohren, nicht überbaut bzw. durch gelagertes Material blockiert werden.

Bei der Platzierung der Kabeleinführungen ist auf eine möglichst einfache, geradlinige Kabelführung sowohl im Innen- als auch im Außenbereich der Station zu achten. Der Mindestbiegeradius des Mittelspannungskabels beträgt ca. 1,2 m, die übliche Verlegetiefe im Gehsteig ca. 1 m. Die Kabeleinführungen und die vorgesehenen Trasse sind in die Ausführungspläne einzuzeichnen.

Zur Einführung der Kabel in das Gebäude ist wahlweise das Dichtsystem der Firma Hauff-Technik (www.hauff-technik.de) zu verwenden. Die Dichtpackungen sind bauseits zu stellen und gemäß Herstelleranweisung so einzubauen, dass die Dichtheit zwischen Wand und Dichtpackung gewährleistet ist. Die Dichtheit der einbetonierten Bauteile ist bauseits sicherzustellen.

Standardmäßig sind für die AVG bei Fertiggebäuden 5 Dichtpackungen (Hauff: Typ HSI 150-E-K/x) und 1 Erdungsdurchführung (Hauff: Typ HDE-M12/x) vorzusehen. Die Verschraubung der Abdichtung erfolgt hierbei im Äußeren der Trafostation, d.h. die Deckel befinden sich außen (Montageanleitung beachten!)

Bei Unterflur- oder Tiefstationen und bei in Gebäuden integrierten Transformatorenstationen sind 5 Doppel-Dichtpackungen (Hauff: Typ HSI 150-E-K2/x) und 1 Erdungsdurchführung der obengenannten Typen einzubauen. Für „L“ bzw. „x“ ist bei der Bestellung die Wandstärke in mm anzugeben. Die Systemdeckel für die AVG-seitigen Kabel werden beigestellt.

Die Durchführungen sind waagerecht nebeneinander so anzuordnen, dass rundum mindestens 10 cm freier Arbeitsraum erhalten bleibt (siehe auch unter Fußböden).

Oberhalb der Durchführungen ist das Aufstellen jeglicher Einrichtungen (z.B. 20 kV-Schaltanlage, Batterie-, Fernmelde- oder Steuerschränke) untersagt. Dieser Bereich ist für Montage- und Wartungsarbeiten unbedingt freizuhalten.

Zusätzlich zu den eigentlichen Kabeleinführungen ist eine Öffnung für das Einbringen provisorischer Kabel in der Größe 15 cm x 15 cm bzw. 15 cm Durchmesser vorzusehen. Diese muss so verschlossen werden können, dass ein unbefugtes Öffnen von außen unmöglich ist. Die Platzierung dieser Öffnung ist mit der AVG abzustimmen. Bei Fertigstationsgebäuden empfiehlt sich eine Anordnung ca. 20 cm oberhalb des Doppelbodens im Bereich der Niederspannungsverteilung.

Beleuchtung, Steckdosen

Die gemäß 26. BlmSchV erforderliche Anzeige der Transformatorenstation bei der Stadt bzw. den zuständigen Behörden hat durch den Anlagenbetreiber spätestens zwei Wochen vor der Inbetriebnahme zu erfolgen.

### 3.2.1 Allgemeines

Die im Netzgebiet der AVG zugelassenen Anlagenkonfigurationen für Übergabestationen sind in den Übersichtsschaltbildern im Anhang dargestellt.

### 3.2.3 Kurzschlussfestigkeit

Die gesamte Mittelspannungsschaltanlage ist unter Beachtung der DIN VDE 0103 so zu dimensionieren, dass sie der jeweiligen Kurzschlussbeanspruchung des AVG-Netzes an der Anschlussstelle entspricht. Die Anlagenteile sind in der Regel für eine Kurzschlussleistung von 500 MVA bei 20 kV (14,4 kA/ 1 s) zu bemessen.

### 3.2.4 Schutz gegen Störlichtbögen

Der Störlichtbogenschutz des Bedienpersonals ist durch den Einsatz von Schaltanlagen nach DIN VDE 0271-200 mit einer Störlichtbogenqualifikation von mindestens IAC AFL 16 kA/1 s (bei Wandaufstellung) bzw. IAC AFRL 16 kA/1 s (bei Aufstellung frei im Raum) sicherzustellen. Um die Wirksamkeit des Störlichtbogenschutzes sicherzustellen sind schaltanlagenherstellerseitigen Vorgaben für Raumgröße bzw. –höhe und Anlageplatzierung einzuhalten.

### 3.2.5 Überspannungsableiter

Mittelspannungsanlagen mit Freileitungsanschluss sind grundsätzlich mit Überspannungsschutzeinrichtungen auszustatten. Die einzusetzenden Ableiter werden von der AVG vorgegeben.

### 3.2.6.2 Ausführung

Die 20 kV-Schaltanlage ist mit fabrikfertigen, metallgekapselten und typgeprüften Schaltfeldern nach DIN VDE 0271-200 auszuführen. Diese Forderung gilt auch für den Sammelschienenbereich.

Sofern die Vorraussetzungen dafür vorliegen, wird die Station grundsätzlich in das Mittelspannungsnetz der AVG eingeschleift. Die Eigentumsgrenzen sind in den Übersichtsschaltbildern im Anhang dargestellt und werden im Netzanschlussvertrag anlagenspezifisch beschrieben. In der Regel hat nur das Personal der AVG Zugang zur Mittelspannungsschaltanlage. Die Antriebe aller Mittelspannungsschaltgeräte sind abschließbar auszuführen.

Aus Gründen des Netzbetriebes und der Ersatzteilhaltung können für die Kabelschleife und die Übergabe einschließlich Messfeld nur die im Anhang aufgeführten Schaltanlagentypen verwendet werden. Andere Anlagen dürfen dafür nur dann eingesetzt werden, wenn diese den Anforderungen dieser Richtlinie entsprechen und von der AVG für den Einsatz im Netz der AVG freigegeben wurden.

Es sind grundsätzlich alle Schaltfelder mit einschaltfesten Erdungsschaltern bzw. mit Kugelanschlussbolzen und zugehöriger Erdungsgarnitur auszurüsten.

Nichtbelegte Außenkonus-Anschlüsse $SF_6$-isolierter Anlagen sind grundsätzlich mit spannungsfesten Abschlusskappen zu versehen.
Schaltfelder, in denen herkömmliche Spannungsprüfer, z. B. aufgrund einer Kapselung, nicht eingesetzt werden können, sind mit dem integrierten kapazitiven Spannungsprüfsystem CAPDIS-S1+ der Firma Kries Energietechnik (www.kries.com) auszurüsten.

Die Schaltanlage darf mit ihrer Unterkonstruktion oder Gebäudeteilen nur lösbar verbunden werden.

Die Felder müssen mit je zwei Endverschlusshalteeisen versehen sein. Bei der Verwendung von Dreimantelbleikabel in der Einschleifung sind zusätzlich Dehnungsbänder vorzusehen. Zur Endverschlussmontage ist die freie Zugänglichkeit der Felder von vorne erforderlich. Die Schaltfelder müssen daher mit bis zum Boden reichenden Türen ausgestatten sein oder demontierbare Frontverkleidung besitzen. Hierauf ist besonders bei der Verwendung von Sockeln zu achten.

Die Druckentlastung der Schaltfelder im Störlichtbogenfall soll nach unten erfolgen (über bzw. in den Kabelkeller). Sollte dies technisch nicht möglich sein, so kann sie im Einzelfall auch nach oben erfolgen. Die Felder sind dann sowohl oben als auch unten zu verschließen, wobei die obere Abdeckung als Druckentlastungsklappe ausgeführt sein muss. Der Schutz des Bedienpersonals im Störungsfall muss gewährleistet sein. Herstellervorgaben bezüglich der erforderlichen Raumhöhe und des Einsatzes von Leitblechen oder Druckentlastungskanälen sind einzuhalten. Bei Kundeninterner von 20 kV Kabeln (z. B. Schwerpunkttransformator nach dem Übergabeschalter) ist in die Übergabezelle ein digitaler UMZ-Schutz einzubauen.

### 3.2.6.3 Kennzeichnung und Beschriftung

Die nach DIN 57105/VDE105 Teil 1 und ASR A1.3 vorgeschriebene Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung ist vom Errichter der Anlage anzubringen. Die Bezeichnung der Einspeisefelder erfolgt durch die AVG.

### 3.2.7.1 Schaltgeräte

**Grundsätzliche Beschreibung der einzelnen Komponenten**

Folgende grundsätzliche Anforderungen sind zu erfüllen:

- Typgeprüfte Schaltfelder nach DIN VDE 0271-200
- Störlichtqualifikation mindestens IAC AFL 16 kA/1 s
- Bemessungsspannung 24 kV
- Isolationspegel 125 kV entsprechend DIN VDE 0111 Teil 1, Tabelle 2
- Feld- zu Feld-Schottung (auch im Sammelschienenbereich)
- T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100
- HH-Sicherungen mit Temperatur-Begrenzer, Fabrikat Driescher oder Siba, Bemessungsstrom entsprechend Trafoleistung und Referenzliste des Schaltanlagenherstellers.

Nennstrom entsprechend Tabelle 3
Trafoleistung max. 1000 kVA

| **Transformator-Nennleistung [kVA]** | **HH-Sicherungs-Nennstrom [A]** |
|---|---|
| 250 | 16 |
| 400 | 20 |
| 630 | 31,5 |
| 800 | 40 |
| 1.000 | 50 |

**Kabelschaltfeld mit Lasttrennschalter (mit oder ohne Motorantrieb):**

Lasttrennschalter
Nennstrom: ≥ 630 A
Antrieb: mit Hand- oder Motorantrieb (60 V DC)
Hilfsschalter: bei Motorantrieb 3 S, 3 Ö

Erdungsschalter, dreipolig, mit Schnelleinschaltung
Hilfsschalter: bei Motorantrieb des Lasttrennschalters 2 S, 2 Ö
oder T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100

**Kabelschaltfeld mit Leistungsschalter:**

Lasttrennschalter (entfällt bei Schaltwagen- bzw. Einschubtechnik)
Nennstrom: 630 A
Antrieb: mit Handantrieb bei geschlossener Feldtür

Leistungsschalter
Nennstrom: 630 A
Kurzschlussleistung: 500 MVA
Antrieb: Federkraftspeicherantrieb mit Motoraufzug (60 V DC)
Hilfsschalter: 5 S, 5 Ö, Arbeitsstromauslöser und Einschaltmagnet (60 V DC)

Erdungsschalter, dreipolig, mit Schnelleinschaltung
Hilfsschalter: 2 S, 2 Ö
oder T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100

Giessharz Stützerstromwandler (Musterwerte, projektbezogene Abstimmung nötig!)

Siehe Internetauftritt www.netze-stwab.de
- ➢ Stromnetz
- > Messstellenbetrieb
  Anlage 2 technische Mindestanforderung-Strom

Giessharz-Spannungswandler (Musterwerte projektbezogene Abstimmung nötig!)

Siehe Internetauftritt www.netze-stwab.de
- ➢ Stromnetz
- > Messstellenbetrieb
  Anlage 2 technische Mindestanforderung-Strom

**Übergabeschaltfeld mit Leistungsschalter (mit oder ohne Motorantrieb):**

Lasttrennschalter (entfällt bei Schaltwagen- bzw. Einschubtechnik)
Nennstrom: 630 A
Antrieb: mit Handantrieb bei geschlossener Feldtür

Leistungsschalter
Nennstrom: 630 A
Kurzschlussleistung: 500 MVA
Antrieb: Federkraftspeicherantrieb mit Motoraufzug (60 V DC)

Hilfsschalter: 5 S, 5 Ö, Arbeitsstromauslöser und Einschaltmagnet (60 V DC)

Erdungsschalter, dreipolig, mit Schnelleinschaltung
Hilfsschalter: 2 S, 2 Ö

oder T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100

**Messfeld:**

Geeignet für den Einbau von 3 Strom- und 3 Spannungswandlern, Bauform entsprechend DIN 42600.

Siehe Internetauftritt www.netze-stwab.de
- ➢ Stromnetz
- > Messstellenbetrieb
  Anlage 2 technische Mindestanforderung-Strom

T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100

**Trafoschaltfeld mit Sicherungslasttrennschalter:**

Lasttrennschalter

| | |
|---|---|
| Nennstrom: | ≥400A |
| Antrieb: | mit Handantrieb und angebautem HH-Sicherungsunterteil mit mechanischer Auslösung |
| Hilfsschalter: | 1 Arbeitsstromauslöser 230 V AC (bei motorbetr. Kabelschaltfeldern zusätzlich Hilfsschalter mit 3 S, 3 Ö) |

Erdungsschalter, dreipolig, mit Schnelleinschaltung

| | |
|---|---|
| Hilfsschalter: | Bei Motorantrieb des Lasttrennschalters 2 S, 2 Ö |

oder T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100

**Übergabeschaltfeld mit Lasttrennschalter (mit oder ohne Motorantrieb):**

Lasttrennschalter

| | |
|---|---|
| Nennstrom: | ≥400A |
| Antrieb: | mit Handantrieb und angebautem HH-Sicherungsunterteil mit mech. Auslösung |
| Hilfsschalter: | 1 Arbeitsstromauslöser 230 V AC (bei motorbetriebenen Kabelschaltfeldern zusätzlich Hilfsschalter mit 3 S, 3 Ö) |

Erdungsschalter, dreipolig, mit Schnelleinschaltung

| | |
|---|---|
| Hilfsschalter: | bei Motorantrieb des Lasttrennschalters 2 S, 2 Ö |

oder T-Phasen Anschlussbolzen, Fabrikat Pfisterer, Bestellnummer 360372001 für Anschlusserdungsgarnituren nach DIN VDE 0683 Teil 100

**Übergabeschaltfeld mit Sicherungslasttrennschalter:**

Lasttrennschalter

| | |
|---|---|
| Nennstrom: | ≥400A |

| | |
|---|---|
| Antrieb: | mit Handantrieb und angebautem HH-Sicherungsunterteil mit mech. Auslösung |
| Hilfsschalter: | 1 Arbeitsstromauslöser 230 V AC (bei motorbetriebenen Kabelschaltfeldern zusätzlich Hilfsschalter mit 3 S, 3 Ö) |

Erdungsschalter, dreipolig, mit Schnelleinschaltung

| | |
|---|---|
| Hilfsschalter: | bei Motorantrieb des Lasttrennschalters 2 S, 2 Ö |

### 3.2.7.2 Verriegelungen

Die in den einzelnen Feldern eingebauten Erdungsschalter sind grundsätzlich gegen das zugehörige Betriebsmittel (Lasttrennschalter bzw. Leistungsschalter) zu verriegeln

### 3.2.7.3 Transformatoren

Die Beschaffung des Transformators und dessen Anschluss erfolgen durch den Kunden. Neben der Erdungsmöglichkeit im zugehörigen Schaltfeld ist auch am Transformator selbst ober- und unterspannungsseitig eine Möglichkeit zur Erdung gemäß DIN VDE 0101 und 0105 zu schaffen. Die oberspannungsseitige Erdungsmöglichkeit ist ebenfalls mit Kugelanschlussbolzen ø 20 mm (auch für den Erdungsfestpunkt) auszuführen, bei Anschluss mit berührungssicheren Steckern kann sie entfallen.

Vor der Beschaffung des Transformators ist festzustellen, ob die baulichen bzw. örtlichen Gegebenheiten einen Öltransformator zulassen oder ob ein Trockentransformator (Gießharztrafo) erforderlich ist. Befindet sich die Anlage in der engeren oder weiteren Schutzzone einer Trinkwassergewinnungsanlage, so ist zum Schutz des Grundwassers stets ein Trockentransformator nach DIN VDE 0532 Teil 6 zu verwenden. Öltransformatoren sind gemäß Punkt 3.2 und 5.1 der Schutzgebietsverordnung nicht zulässig.

Des weiteren ist die Elt Bau VO zu beachten, die die Verwendung von ölgefüllten Transformatoren ebenfalls nur beim Vorliegen gewisser Vorraussetzungen ermöglicht.

Die Gefahrenstoffverordnung, die Chemikalien-Verbotsordnung sowie das Wasserhaushaltsgesetz sind ebenfalls zu beachten.
Im Versorgungsgebiet der AVG werden folgende elektrische Kennwerte für die Transformatoren festgelegt:

| | |
|---|---|
| Übersetzung | 20.000/400 – 231 V |
| Anzapfung | +/- 2 x 2,5 % insges. 5 Stufen |
| Kurzschlussspannung | 4 % |
| Schaltung | Dyn 5 |
| Frequenz | 50 Hz |
| Ausführung | verlustarm nach Liste $A_0$ - $B_K$ 0 Toleranz nach Öko-Design-Richtlinie |
| OS-Anschluss | Kommen Öltransformatoren zum Einsatz, so sind die Anschlüsse oberspannungsseitig mit Innenkonus-Trafo- |

| | |
|---|---|
| | Winkelsteckbuchsen Größe 0 nach DIN 47 637 (Fabr. Pfisterer) auszustatten. |
| US-Anschluss | Klemme und Abdeckhauben für Zweileiter vom Typ 2 Direkt, inkl. einer Druckschraube mit Kugelbolzen zum Erden- und Kurzschließen, Fabr. Pfisterer |

### 3.2.8 Sternpunktbehandlung

Das 20 kV-Netz der AVG wird als gelöschtes Netz mit Erdschlusskompensation betrieben. Ein in der Kundenanlage möglicherweise vorhandener oberspannungsseitiger Sternpunkt darf nicht geerdet werden.

### 3.2.9 Sekundärtechnik

Beim Einsatz von zwei oder mehr Transformatoren ist ein Übergabeleistungsschalter einzubauen. Es ist ein digitaler unabhängiger Überstromzeitschutz zu installieren, der das öffentliche Netz vor Schäden in der Anlage des Kunden schützt. Aus Wartungsgründen empfiehlt die Aschaffenburger Versorgungs-GmbH den Schutz der Firma Schneider. Derzeit ist die Typen Bezeichnung für UMZ-Schutz mit Wandlerstromversorgung: MICOM P116.

Im Netzgebiet des Gewerbe- und Industriegebietes Bayernhafen Aschaffenburg mit Sondergebietsausweisung, empfiehlt die Aschaffenburger Versorgungs-GmbH den Schutz der Firma Siemens. Derzeit ist die Typen Bezeichnung für UMZ-Schutz mit Hilfsspannungsversorgung: 7SJ602 oder 7SJ80

Die jeweilige Auslegung und die möglichen Schutz- Einstellwerte sind frühzeitig und anlagenspezifisch zu klären. Beim Einsatz von Leistungsschaltern mit Schutzgeräten ist der AVG bis zur Inbetriebnahme der Anlage ein Prüfprotokoll über deren Funktionsfähigkeit vorzulegen.

Mindestforderung Schutzwandler: $\ddot{U}_{min}$ = 100/5 A Klasse: 10P10

#### 3.2.9.1 Fernsteuerung

Bei Leistungsschaltern und motorbetriebenen Lasttrennschaltern ist für die Anbindung der Schaltgeräte an die Netzleitstelle der AVG ein dafür geeignetes Fernwirkgerät vorzusehen. Auswahl und Dimensionierung erfolgen nach Rücksprache mit der AVG.

#### 3.2.9.2 Hilfsenergieversorgung

Als Hilfsspannungsquelle für die Steuerung der Schalter und für das Fernwirkgerät ist eine 60 V Batterie mit Ladegerät erforderlich. Die Kapazität der Batterie in Ah errechnet sich aus der Summe der Nennströme der Schaltanlagenmotorantriebe zuzüglich 5 A für das Fernwirkgerät multipliziert mit 1 h. Das Ladegerät ist in einen Schrank mit Batteriefach einzubauen und mit Erdschluss- und Spannungsüberwachung mit entsprechenden Meldekontakten auszurüsten.

### 3.2.9.3 Schutzeinrichtungen

Schutzeinrichtungen in der Kundenanlage sind auf die Schutzeinrichtungen der AVG abzustimmen. Die zulässigen Einstellwerte werden projektbezogen von AVG vorgegeben.

Die Verwendung von Lasttrennschaltern in den Kabelzellen erfordert den Einsatz von Kurschlussanzeigern. Die mechanischen Kurzschlussanzeiger werden von der AVG montiert und dem Kunden in Rechnung gestellt.

Um bei einem anstehenden Erdschlussfehler im 20 kV-Netz (siehe auch 3.2.8) entscheiden zu können, ob dieser in der Kundenanlage oder dem öffentlichen Netz liegt, sind in folgenden Fällen entsprechende Erdschlusserfassungseinrichtungen notwendig:

- Transformatorenstationen mit kundenseitigem 20 kV-Netz oder z.B. auch abgesetztem Schwerpunkttransformator (Einbau im Übergabefeld bzw. dem betroffenen Abgangsfeld.)

- Transformatorenstationen mit Leistungsschaltern in den Kabelfeldern (Einbau in den Kabelfeldern bzw. in die Kabelschleife).

Dazu sind, neben den geeigneten Auswerteeinheiten, Kabelumbauwandler bis max. 115 mm Innendurchmesser mit einem Übersetzungsverhältnis von 60 A/1 A sowie einer Fußplatte vorzusehen.

## 3.2.10 Erdungsanlage

Die Erdungsanlage ist vom Kunden gemäß DIN VDE 0101 zu errichten. Die prinzipielle Ausführung des um das Gebäude zu verlegenden Schutz- bzw. Steuererders ist im Anhang dargestellt.

Der Schutz- bzw. Steuererder wird bei Fertigstationen angeschlossen. Der maximal zulässige Erdausbreitungswiderstand beträgt 2 Ω. Der Niederspannungs-Betriebserder wird über die GED bzw. HDE-Einführung isoliert in das Gebäude eingeführt und auf der Potentialausgleichsschiene aufgelegt.

Schutz- bzw. Steuererde und Niederspannungs-Betriebserde sind, wenn nicht anders vereinbart, an der Potentialausgleichsschiene zu einer gemeinsamen Erdungsanlage zusammenzuschließen. Die Potentialausgleichsschiene muss frei zugänglich oberhalb des Stationsbodens angeordnet sein.

Der Erdungswiderstand der beiden verbundenen Erder darf maximal 1 Ω betragen. Die Erdungsanlage ist durch ein Messprotokoll der Impedanzen (entsprechend DIN VDE 0101, Anhang N) und einen Erdungsplan (gemäß DIN VDE 0101 Anhang P) zu dokumentieren.

### 3.3.1 Hinweisschilder

Zusätzlich zu den Angaben der TAB sind folgende Hinweisschilder und Aushänge erforderlich:

- Verbotszeichen: Nicht schalten, es wird gearbeitet! (1 St./Schaltfeld)
- Warnzeichen: Hochspannung, Lebensgefahr! (1 St./Schaltfeld)
- Aushänge: Bestimmungen für den Betrieb von Starkstromanlagen
  Gebotsschild „5 Sicherheitsregeln“
  Merkblatt der Berufsgenossenschaft „Erste Hilfe“
  Übersichtsschaltplan der Mittelspannungsanlage mit Angabe der Betriebs- und Bemessungsspannung sowie der Eigentums-/ Verfügungsbereichsgrenzen

### 3.3.2 Zubehör

Zusätzlich zu den Angaben der TAB sind folgende Zubehörteile erforderlich:

- Sicherungszange nach DIN VDE 0681, Teil 3 (soweit erforderlich)
- Erdungs- und Kurzschließvorrichtungen nach DIN VDE 0683, Teil 1, dreipolig, Seilquerschnitt 95/35 mm²Cu mit Betätigungsstange
- 3 HH-Reservesicherungen, mit Thermolot, Auslegung entsprechend Trafoleistung.
- Betriebsanweisung (Zuordnungstabelle) der Schaltanlage
- Zellenschlüssel
- Wandhalter für Zubehör
- Isoliermatte
- Antriebshebel

## Zu Ziffer 4 Abrechnungsmessung

### 4.1 Allgemeines

Messstellenbetrieb und Messung erfolgen gemäß § 21b EnWG und MessZV.
Der Zählerplatz ist gemeinsam mit der AVG festzulegen. Ist die AVG auch der Messstellenbetreiber (MSB) so wird der Zählerschrank bauseits beigestellt. Dieser ist bauseitig zu montieren und anzuschließen. Messwandlerverdrahtung, Leitungstype, Querschnitt und maximale Länge angegeben sind in den Prinzipschaltbildern im Anhang dargestellt.

### 4.2 Wandler

**Abweichend von der Vorgaben der TAB Mittelspannung sind die Messspannungswandler vom Netz der AVG aus gesehen hinter den Messstromwandlern anzuschließen! Das gleiche gilt sinngemäß auch bei niederspannungsseitiger Messung. Auch hier erfolgt der Abgriff der Messspannung vom Netz der AVG aus gesehen hinter den Messstromwandlern!**

Für Mess- und Schutzfunktionen sind immer getrennte Wandlerkerne vorzusehen. Die Messwandler werden in der Regel durch den Messstellenbetreiber beigestellt und verbleiben in dessen unterhaltspflichtigem Eigentum. Einbau und Anschluss inklusive der Verdrahtung erfolgen stets durch den Kunden. Der Einbau der Messwandler muss generell an gut zugänglicher Stelle erfolgen, sie müssen abschalt- und leicht auswechselbar sein.

Wir empfehlen im Hinblick auf eine mögliche spätere mittelspannungsseitige Zählung vorsorglich den Platz für ein Messfeld zu Aufnahme der 20 kV-Strom- und Spannungswandler vorzusehen.

## 4.3 Spannungsebene der Messung

Dient die kundeneigene Station nur zu Versorgung eines einzelnen Anschlussnutzers, so kann die Zählung wahlweise nieder- oder mittelspannungsseitig erfolgen (bei Stationen mit mehreren Transformatoren jedoch zwingend mittelspannungsseitig). Werden aus der kundeneigenen Station mehrere Anschlussnutzer versorgt, so erfolgt die Zählung grundsätzlich niederspannungsseitig und für jeden Anschlussnutzer getrennt.

Bei Energiebezug auf der Mittelspannungsebene wird im Falle einer niederspannungsseitigen Messung ein Zuschlag für die Umspannverluste berechnet. Der aktuelle Wert ist dem jeweils gültigen „Preisblatt 1 – Strom Netzentgelte für Kunden mit Lastgangmessung“ des Netzbetreibers unter www.netze-stwab.de zu entnehmen.

Ausführung der Messung in der Niederspannungsebene:

Bei Transformatorenstationen mit niederspannungsseitiger Messung wird im Allgemeinen im Mittelspannungsraum der Station eine gesonderte Niederspannungsverteilung in blechgekapselter Ausführung installiert. Auf dieser wird auch der Niederspannungsnotanschluss aus dem öffentlichen Netz aufgelegt.
Über diesen Notanschluss kann bei Ausfall bzw. Abschaltung der Transformatorenstation und nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber, gegebenenfalls eine eingeschränkte Leistung zur Verfügung gestellt werden.

Die Niederspannungsverteilung ist in der Regel dieser Reihenfolge zu bestücken:

- 1 Einspeisungselement (z.B. Sicherungslasttrennschalter NH4/4a 1250 A, 3-pol. Schaltbar),
- 1 Lastschaltleiste NH2 für den Niederspannungsnotanschluss aus dem öffentlichen Netz,
- Einbauplatz für die Stromwandler (auf der Sammelschiene), die Wandler müssen leicht auswechselbar sein,
- 1 Lastschaltleiste NH00, plombierbar, auf Adapterleiste zur Absicherung des Spannungspfades der Zähleinrichtung,
- 1 Lastschaltleiste NH00, auf Adapterleiste zum Anschluss des Kleinverteilers nach 4.2,
- Abgänge zur Niederspannungshauptverteilung des Kunden (z. B. eine oder mehrere Lastschaltleisten NH2 oder NH3)

Davon abweichende Varianten bedürfen einer gesonderten Freigabe durch den Netzbetreiber.

Ausführung der Messung in der Mittelspannungsebene:

Bei mittelspannungsseitiger Zählung ist für den Einbau der 3 Strom- und 3 Spannungswandler i.d.R. ein separates Messfeld vorzusehen (siehe 3.2.7.1).

## 4.5 Datenfernübertragung bei MS / NS

Die Art und Weise der Datenfernübertragung ist abhängig vom jeweiligen Messstellenbetreiber. Soweit die AVG den Messstellenbetrieb durchführt ist im Messschrank eine durchwahlfähige, analoge und betriebsbereite Telekommunikations-Anschluss-Einheit (TAE N) zur Verfügung zu stellen, die ohne zeitliche Einschränkung nutzbar ist. Das Auslesegerät bzw. Modem ist Bestandteil der Zähleinrichtung und wird vom Messstellenbetreiber beigestellt.

# Zu Ziffer 5 Betrieb

## 5.1 Allgemeines

Für den sicheren und bestimmungsgemäßen Betrieb der Transformatorenstation und der darin befindlichen Betriebsmittel ist deren jeweiliger Eigentümer (AVG oder Kunde) verantwortlich. Sofern der Kunde aufgrund sicherheitstechnischer Belange (siehe 5.2) keinen eigenständigen Zugang zu den Betriebsmitteln und –räumen hat, wird ihn die AVG über im Rahmen des regulären Netzbetriebes festgestellte Mängel an den unter seiner Verantwortung stehenden Anlagenteilen kurzfristig informieren.

Der Kunde ist verpflichtet sämtliche ihm bekannten Mängel umgehend zu beseitigen. Die in seinem unterhaltungspflichtigen Eigentum stehenden Betriebsmittel sind durch ihn jederzeit funktionstüchtig und sicher zu halten.

Der Betriebsverantwortliche des Kunden ist mit seinen Kontaktdaten (Mobilfunknummer) in der Transformatorenstation durch einen Aushang kenntlich zu machen.

## 5.2 Zugang

Transformatorenstationen sind als abgeschlossene elektrische Betriebstätten entsprechend der DIN VDE 0105 zu betrachten. Dies sind Räume oder Orte, die ausschließlich dem Betreiben elektrischer Anlagen dienen und unter Verschluss gehalten werden müssen. Zutritt haben nur Elektrofachkräfte und elektrotechnisch unterwiesene Personen. Bei beiden Personengruppen ist sicherzustellen, dass sie für das Betreten von Anlagen über 1 kV entsprechend unterwiesen sind.

Ist kundenseitig kein entsprechend qualifiziertes Fachpersonal vorhanden, so dürfen Mittelspannungs- und Traforaum nur zusammen mit Beauftragten der AVG betreten werden. Aus diesem Grund werden die Zugangstüren zu diesen Räumen ausschließlich mit einer AVG-Schließung versehen. Die benötigten Profilzylinder werden von der AVG beigestellt. Sollten zusätzliche Schließzylinder-Einbauplätze für den möglichen, künftigen Einbau einer kundeneigenen Schließung vorhanden sein, so sind diese zunächst bauseits mit Blindzylindern zu versehen.

## 5.3 Verfügungsbereich/Bedienung

Schalthandlungen am AVG-Teil der Transformatorenstation sind grundsätzlich untersagt. In Einzelfällen kann dem Betriebsverantwortlichen (siehe 5.1) auf Antrag die Zustimmung zur Bedienung der kundenseitigen Schaltgeräte personenbezogen erteilt werden. Vorraussetzung dafür sind Ausbildung und Einsatz als Elektrofachkraft im Sinne der DIN VDE 0105, Teil 100 und der DGUV VORSCHRIFT 3 sowie der schriftliche Nachweis einer entsprechenden Qualifikation als 20 kV Schaltberechtigter.

### 5.4 Instandhaltung

Wartung und Instandhaltung der im Eigentum des Kunden stehenden Anlagen- und Gebäudeteile sind im Auftrag des Kunden und entsprechend den Herstellervorgaben von geeignetem Fachpersonal durchzuführen. Schutzeinrichtungen sind turnusmäßig nach DGUV VORSCHRIFT 3 zu überprüfen. Festgestellte Mängel sind umgehend zu beheben.
Termine für Freischaltungen sind rechtzeitig zu vereinbaren. Falls erforderlich werden diese dann auch für Wartungsarbeiten am AVG-Teil der Schaltanlage genutzt.

### 5.6 Blindleistungskompensation

Der Verschiebungsfaktor cos φ der Kundenanlage muss zwischen 0,90 induktiv und 1,0 liegen. Er darf, auch beim Einsatz einer Kompensationsanlage, keine kapazitiven Werte annehmen. Außerdem ist die für eine mögliche Rundsteueranlage vorgesehene Frequenz (168 Hz) zu berücksichtigen. Vor Einbau einer Kompensationsanlage ist daher mit der AVG Rücksprache bezüglich Kompensationsart und Verdrosselung zu halten.

## Zu Ziffer 6 Änderungen, Außerbetriebnahmen und Demontage

Die Kosten der Außerbetriebnahme einer Station, insbesondere auch die der Durchverbindung der 20 kV-Kabelschleife, sind vom Anschlussnehmer zu tragen.

## Zu Ziffer 7 Erzeugungsanlagen

Der Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen des Kunden mit dem Mittelspannungsnetz der AVG darf nur nach Genehmigung durch die AVG erfolgen. Dabei sind bei Planung, Errichtung, Betrieb und Änderung von Erzeugungsanlagen die Vorgaben der technischen FNN / BDEW-Regel „Eigenerzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“ einzuhalten. Zur Klärung technischer Vorraussetzungen und offener Fragen ist im Fall solcher Planungen frühzeitig Kontakt mit der AVG aufzunehmen.

Die eingesetzten Schutzsysteme sind zur Sicherung ihrer dauerhaften Funktionsfähigkeit vor Inbetriebnahme und in regelmäßigen Abständen zu prüfen (AVG empfiehlt einen Rhythmus von maximal 4 Jahren). Die Ausführung der Schutzprüfungen und deren Ergebnisse sind vom Anlagenbetreiber durch Prüfprotokolle zu dokumentieren und der AVG auf Verlangen vorzulegen.

## AVG-spezifischer Anhang

- Checkliste für Unterlagen
- Fristenübersicht
- Erdungsanlagen
- Übersichtsschaltpläne der gebräuchlichsten Anlagekonfigurationen
- Prinzipschaltbilder Messung (mittel- und niederspannungsseitig)
- Inbetriebsetzungsauftrag Strom (jeweils aktuelle, gültige Fassung unter www.netze-stwab.de)

## Checkliste zum Bau einer kundeneigenen Transformatorenstation

### Zur Anfrage benötigte Unterlagen

- Örtliche Lage des zu versorgenden Grundstückes (M 1:1000)
- voraussichtlicher Leistungsbedarf
- Art der Belastung

### Zur Netzanschlussangebotserstellung/Genehmigungsplanung benötigte Unterlagen

- Bauherr
- Planer/Ansprechpatner für die AVG
- Errichter der Anlage
- Lageplan 1:1000 des Grundstückes mit eingezeichnetem Stationsstandort sowie der vorhandenen und geplanten Bebauung
- Maximaler Leistungsbedarf (P, Q)
- Einpoliges Übersichtsschaltbild der gesamten Mittelspannungsanlage
- Aufbau und Anordnung der 20 kV-Schaltanlage
- Angaben über die Abrechnungsmessung (bei niederspannungsseitiger Zählung mit Plan der Wandlereinbauorte)
- Fabrikat und Typ der geplanten 20 kV-Schaltanlage
- Grundrisse und Schnitte 1:50 der elektrischen Betriebsräume für die Schaltanlage und die Transformatoren
- Trassenführung der Leitungen und Zugang zur Schaltanlage
- Schnitte im Bereich der Kabeleinführungen und evtl. des Transportschachtes für den Transformator
- Aufbau und Konstruktion des Doppelbodens
- Angaben über die Druckentlastung der Schaltanlage und des Gebäudes

### Zur schnellen Abwicklung und Inbetriebnahme benötigte Unterlagen/Termine

- Beginn der Bauarbeiten, Bauzeitenplan
- Geplanter Fertigstellungstermin, Stationsabnahme
- Gewünschter Inbetriebnahmetermin
- Errichterbestätigung nach DGUV VORSCHRIFT 3
- Frühzeitige Auftragserteilung

Der Errichter ist für die ordnungsgemäße Ausführung der Anlagen verantwortlich. Mit der Errichtung darf nur eine Fachfirma beauftragt werden.

Der Betreiber ist für den ordnungsgemäßen Betrieb der in seinem Verfügungsbereich stehenden Anlagenteile verantwortlich.

**Für die im Rahmen dieser Richtlinien von der AVG vorgenommenen Prüfungen, Genehmigungen oder Mitwirkungen übernimmt die AVG keine Haftung.**

## Fristenübersicht

Grundsätzlich sollte die AVG bereits im Frühstadium der Planungsarbeiten des Bauvorhabens, für das die spätere Transformatorenstation benötigt wird, informiert werden. Die frühzeitige Festlegung des möglichen Standortes, des Netzanbindungskonzeptes und des erforderlichen Raumbedarfes erleichtern die nachfolgende Detailplanung erheblich.

**Für die Bauabwicklung, die Abnahme der Station und ihre spätere Inbetriebnahme sind die nachfolgend genannten Fristen und Termine zwingend einzuhalten:**

Bestellung der Hauptkomponenten, Beginn der Bau- und Montagearbeiten erst nach der jeweiligen Freigabe durch die AVG. Die Bearbeitungszeit der zur Freigabe benötigten Unterlagen (siehe Checkliste im Anhang) beträgt mindestens 10 Arbeitstage.

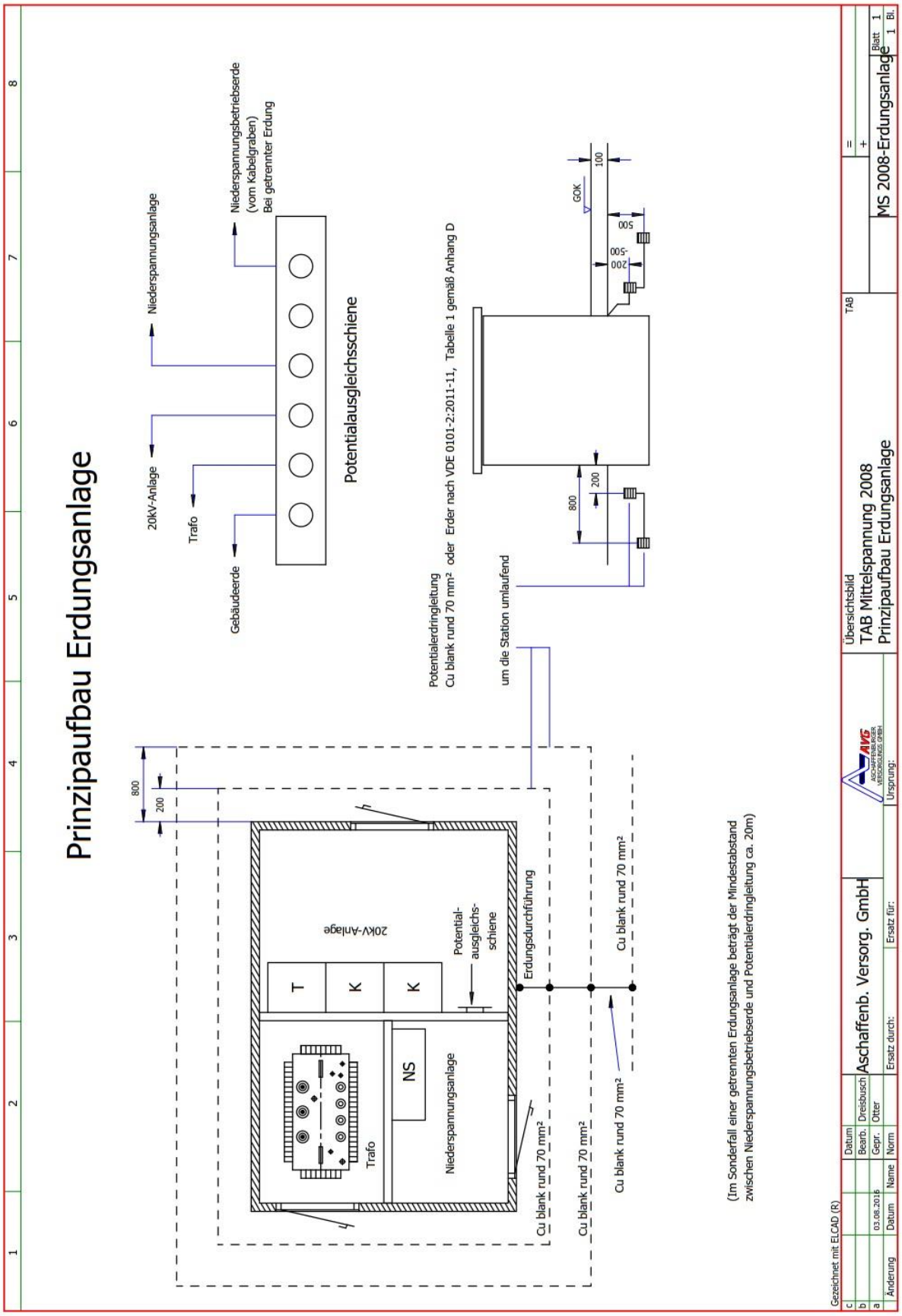
Nach der Neufassung der Verordnung über elektromagnetische Felder der 26. BImSchV vom 22.08.2013 entfällt die Anzeigepflicht gegenüber der zuständigen Behörde. Entsprechende Unterlagen sind jedoch vorzuhalten.

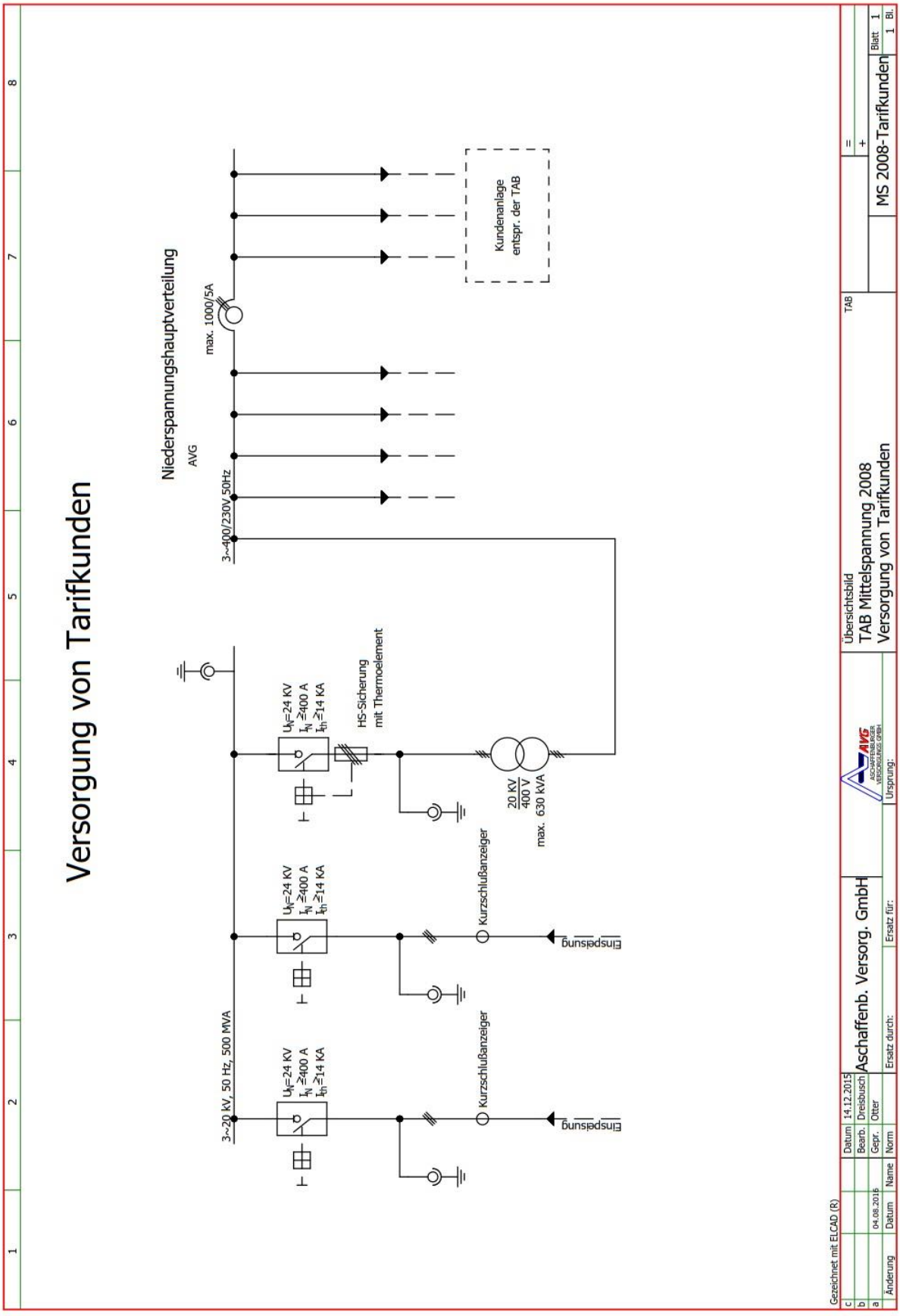
Inbetriebnahme der Station normalerweise frühestens 2 Wochen nach deren mängelfreier Fertigstellung (siehe Ziffer 1.4 – Inbetriebsetzung).

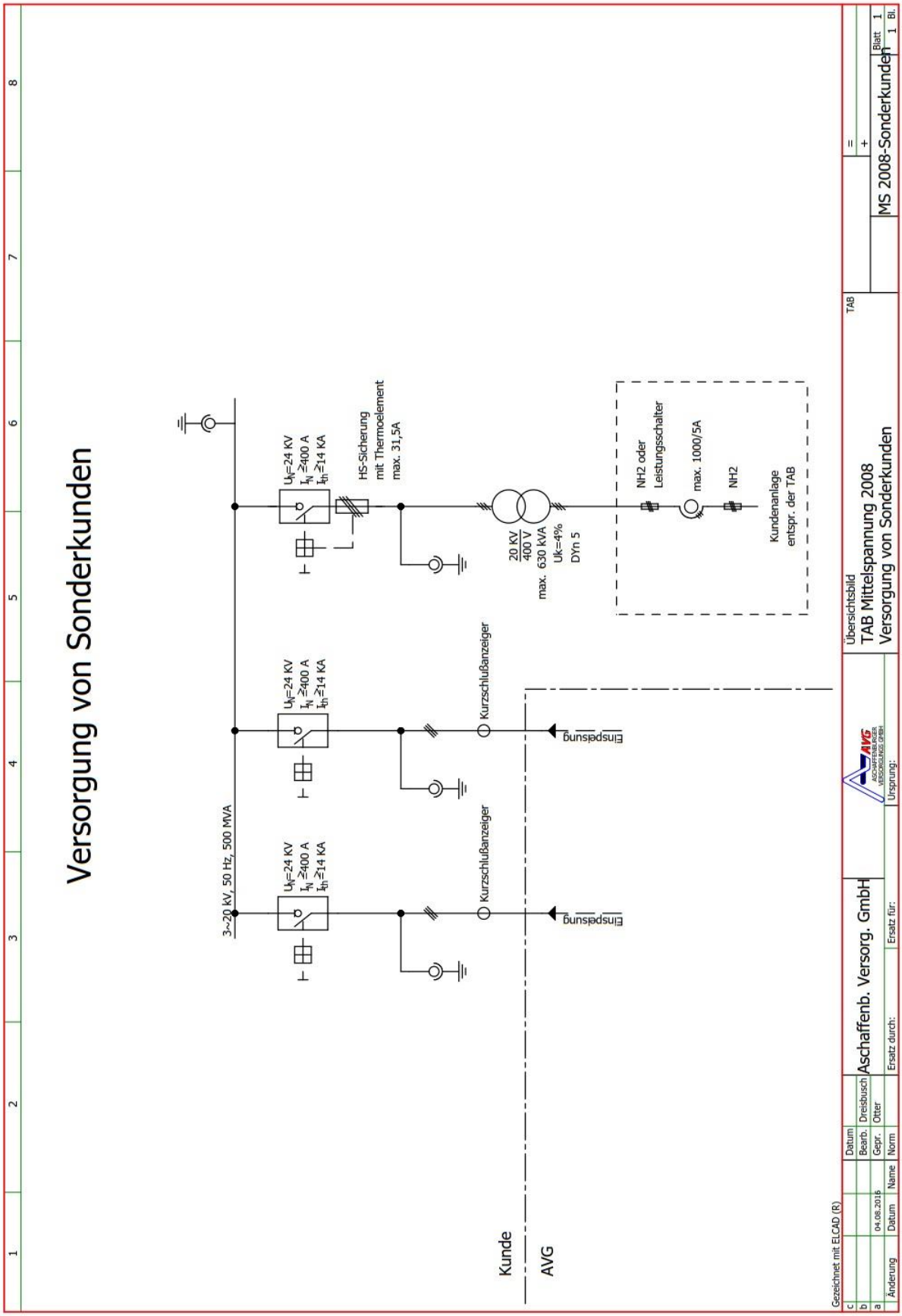
Abgabe des unterzeichneten Inbetriebsetzungsauftrages mindestens 10 Arbeitstage vor der Inbetriebnahme der Transformatorenstation.

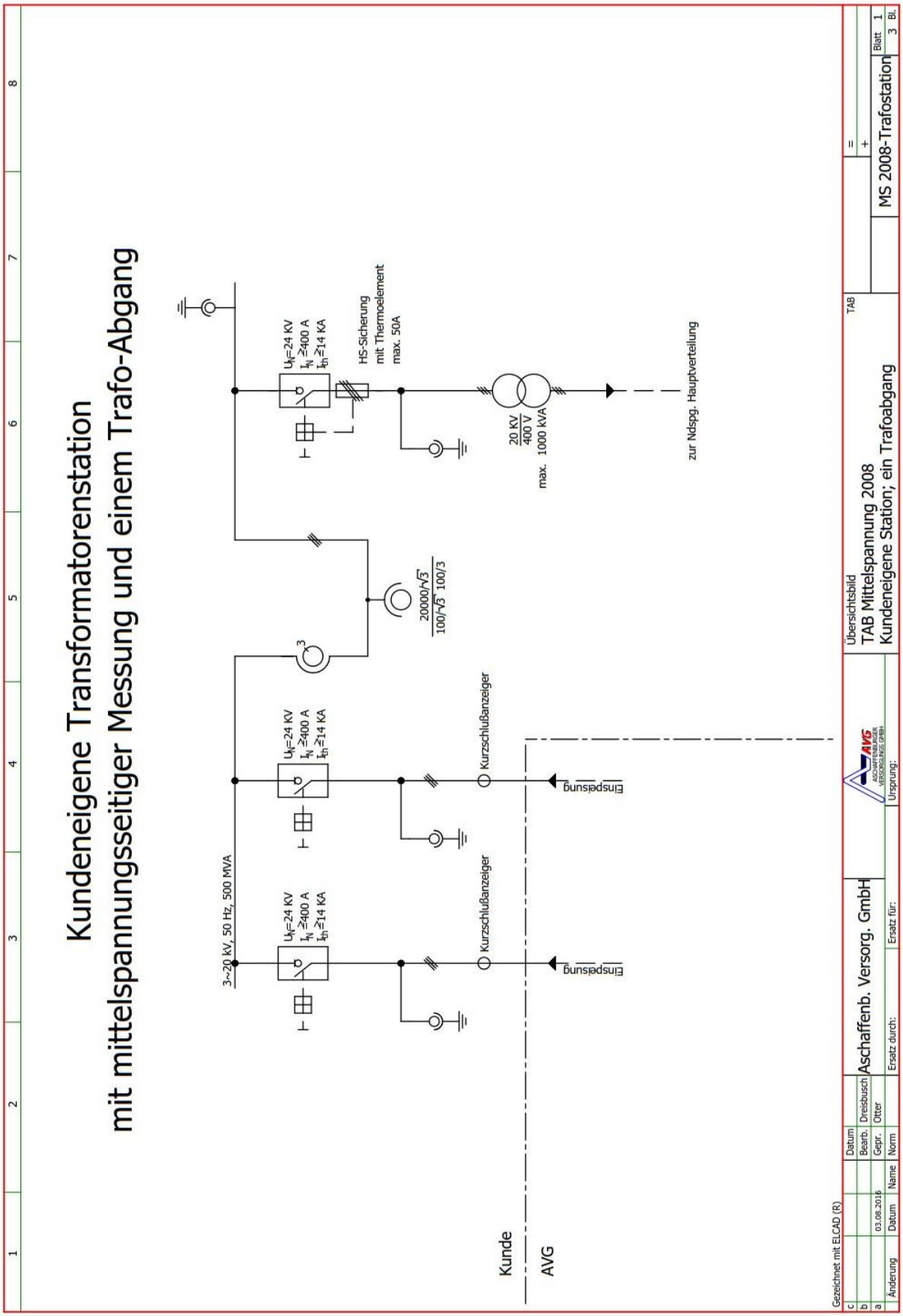
Die Inbetriebnahme steht unter dem Vorbehalt der Übergabe bzw. Abschluss folgender Dokumente und Verträge (siehe Ziffer 1.3 – Anmeldeverfahren und anschlussrelevante Unterlagen):

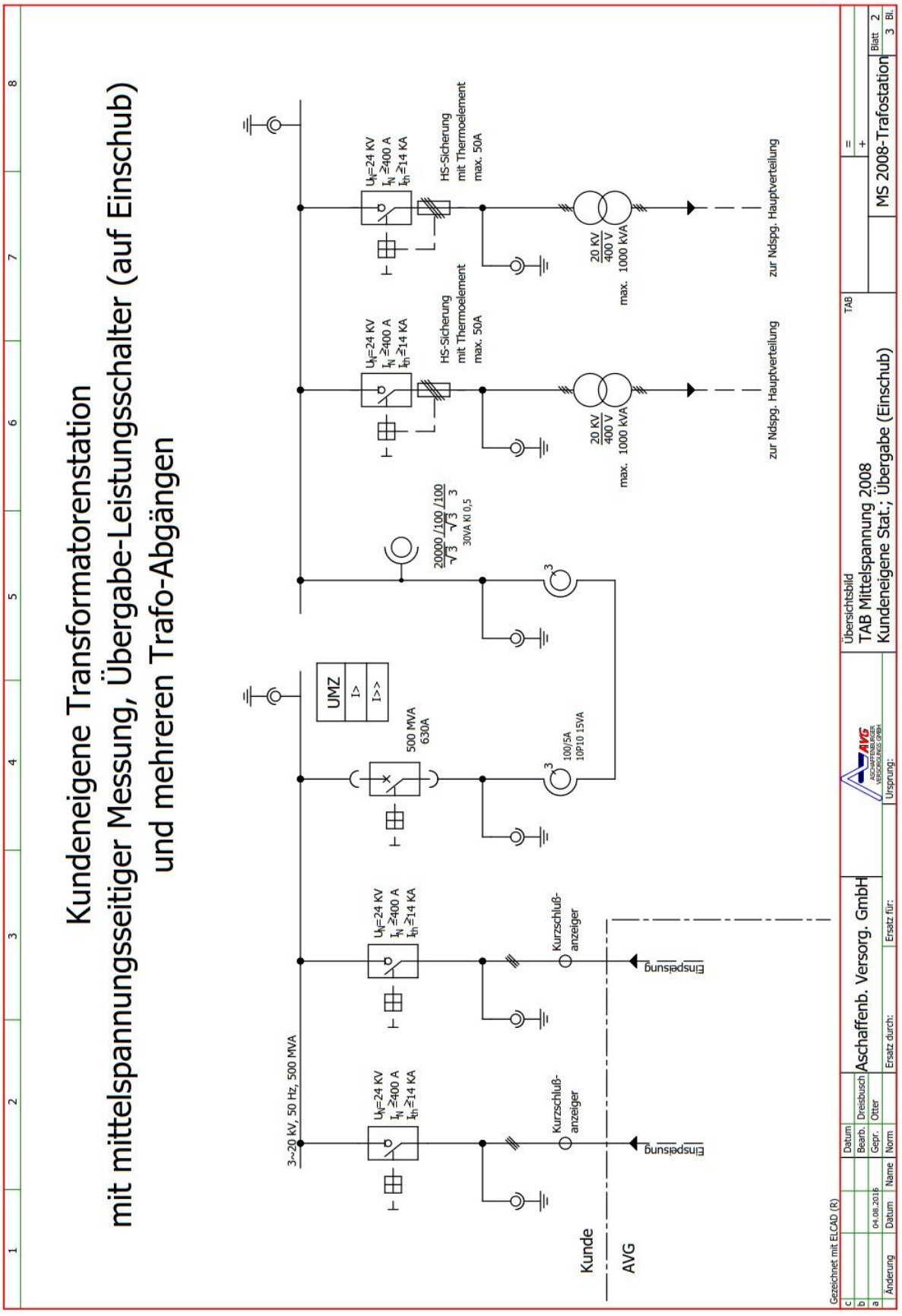
- Übergabe der vollständigen technischen Dokumentation.
- Nachweis über die Störlichtbogenfestigkeit der Station (Gebäude und Schaltanlage)
- Prüfprotokolle der eingesetzten Schutzeinrichtungen
- Hersteller- / Errichterbestätigung nach DGUV VORSCHRIFT 3
- Plan der Erdungsanlage und dazugehöriges Messprotokoll
- Antrag zur Eintragung eventuell benötigter beschränkter persönlicher Dienstbarkeiten
- Netzanschlussvertrag
- Wartungsvertrag für kundeneigene Trafostationen

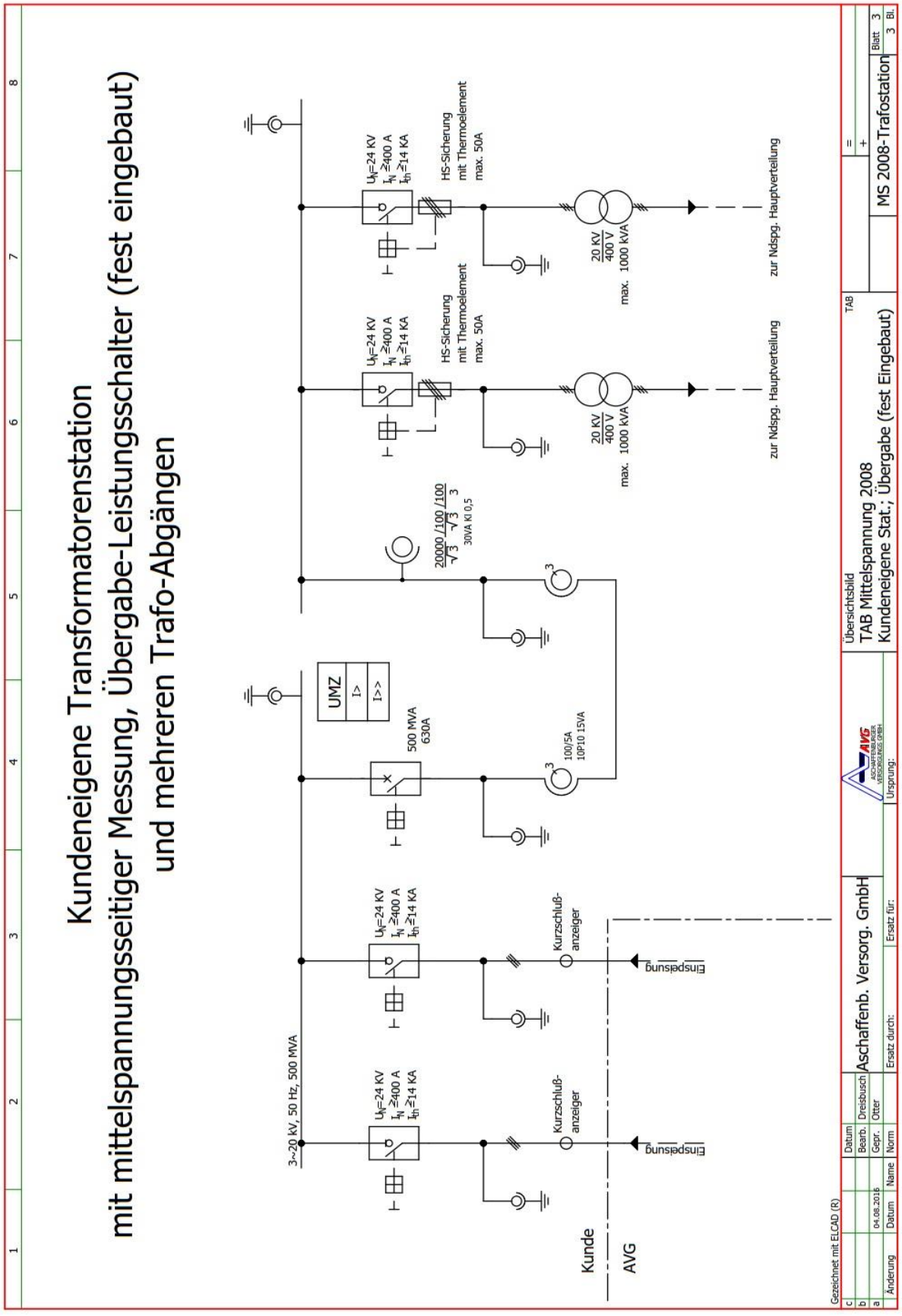

Prinzipaufbau Erdungsanlage
Niederspannungsanlage
Niederspannungsbetriebserde
(vom Kabelgraben)
Bei getrennter Erdung
20kV-Anlage
Trafo
Gebäudeerde
Potentialausgleichsschiene
Potentialerdringleitung
Cu blank rund 70 mm² oder Erder nach VDE 0101-2:2011-11, Tabelle 1 gemäß Anhang D
um die Station umlaufend
GOK
100
500
200
500
800
200
800
200
20kV-Anlage
Potential-
ausgleichs-
schiene
Erdungsdurchführung
T
K
K
NS
Trafo
Niederspannungsanlage
Cu blank rund 70 mm²
Cu blank rund 70 mm²
Cu blank rund 70 mm²
Cu blank rund 70 mm²
(Im Sonderfall einer getrennten Erdungsanlage beträgt der Mindestabstand
zwischen Niederspannungsbetriebserde und Potentialerdringleitung ca. 20m)
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Prinzipaufbau Erdungsanlage
TAB
MS 2008-Erdungsanlage
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Gezeichnet mit ELCAD (R)
Datum
Bearb.
Dreisbusch
Gepr.
Otter
Norm
Name
Datum
Änderung
03.08.2016
Ersatz durch:
Ersatz für:
Ursprung:
Blatt 1
Bl. 1

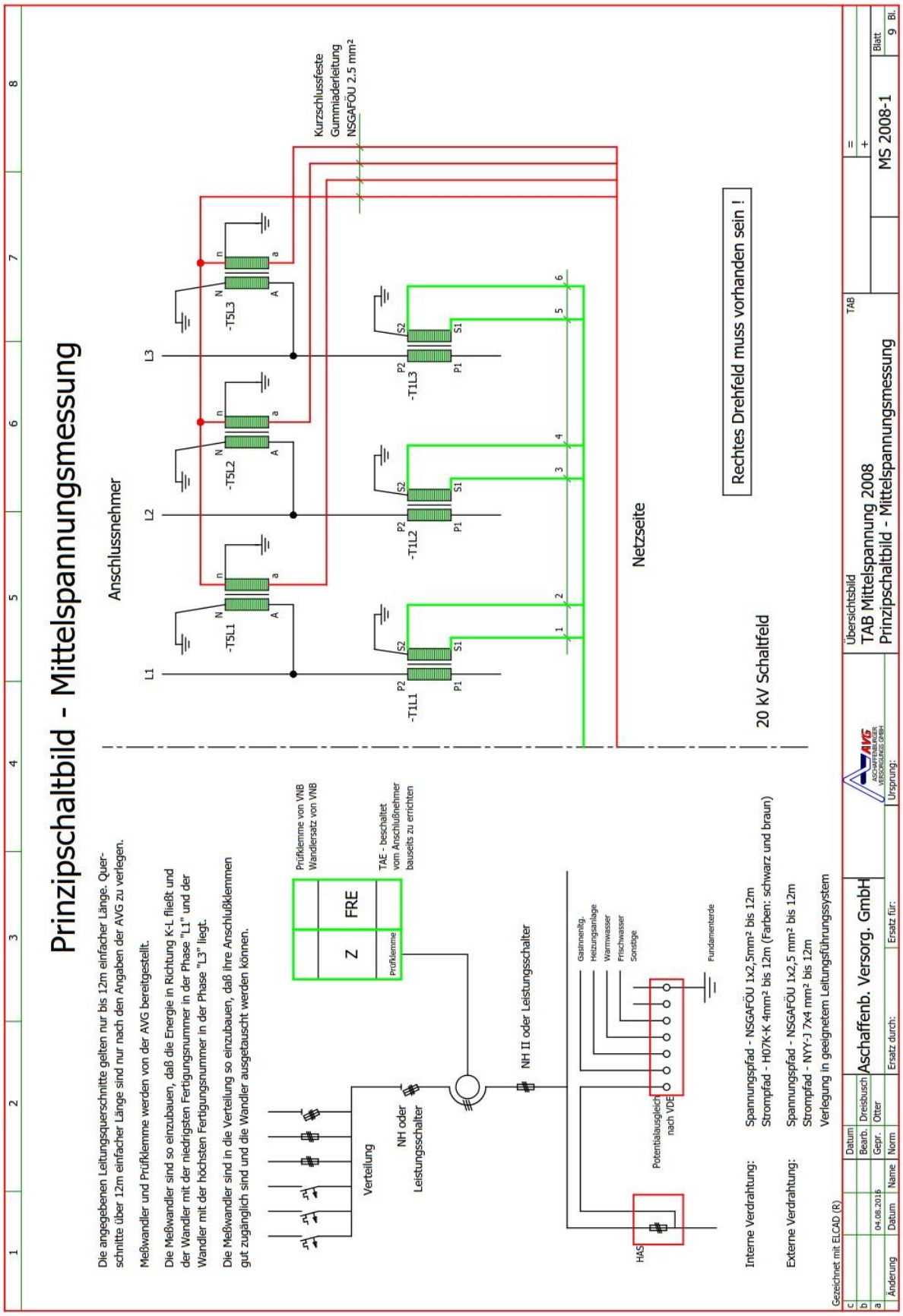

Versorgung von Tarifkunden
Niederspannungshauptverteilung
AVG
max. 1000/5A
3~400/230V 50Hz
Kundenanlage
entspr. der TAB
3~20 kV, 50 Hz, 500 MVA
$U_N$=24 KV
$I_N$ ≥400 A
$I_{th}$ ≥14 KA
HS-Sicherung
mit Thermoelement
20 KV
400 V
max. 630 kVA
Kurzschlußanzeiger
Einspeisung
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Versorgung von Tarifkunden
TAB
MS 2008-Tarifkunden
Blatt 1
Bl. 1
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Gezeichnet mit ELCAD (R)
Datum 14.12.2015
Bearb. Dreisbusch
Gepr. Otter
Norm
Ersatz durch:
Ersatz für:
Ursprung:
Änderung Datum Name
04.08.2016

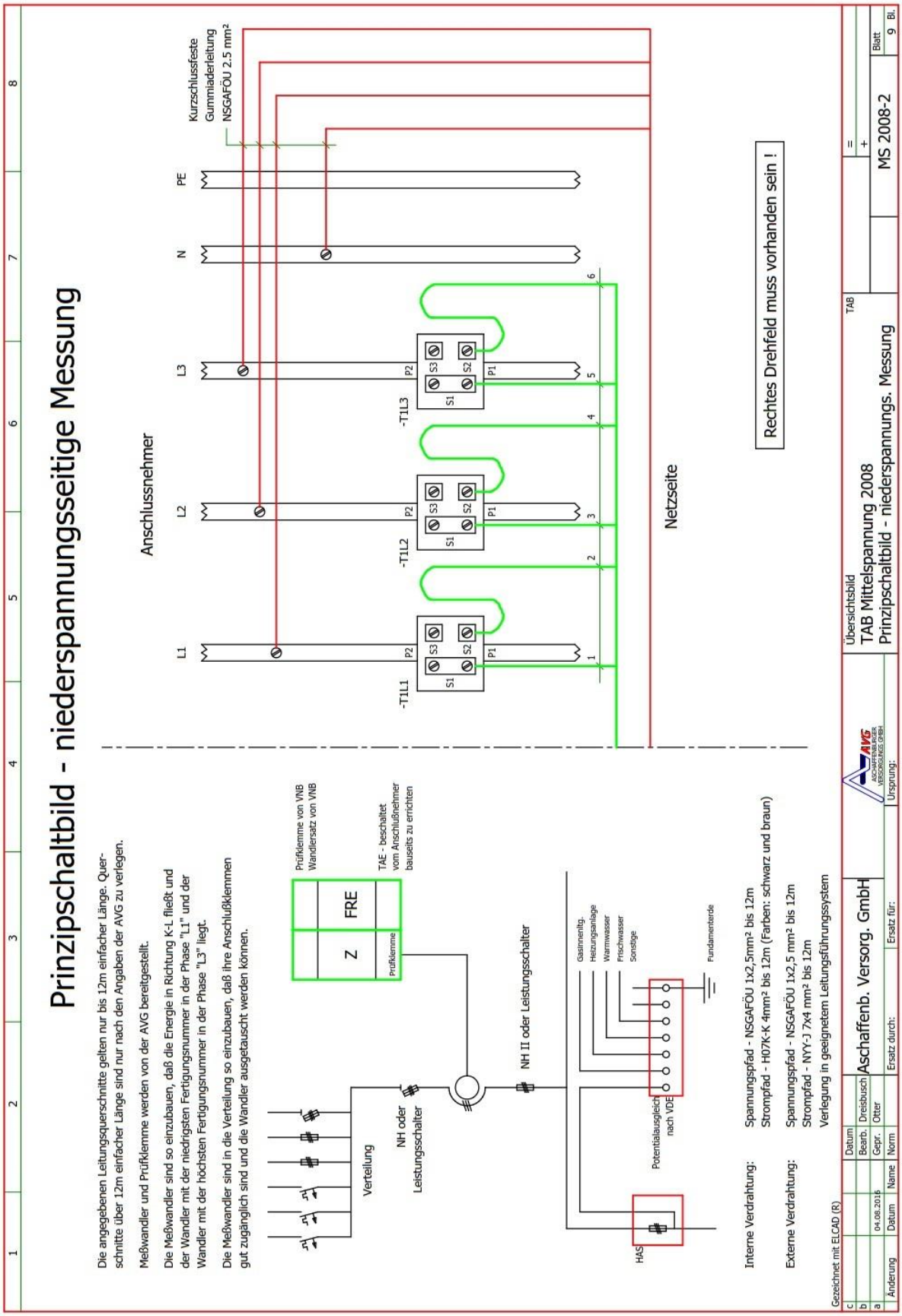

Versorgung von Sonderkunden
3~20 kV, 50 Hz, 500 MVA
Uₙ=24 KV
Iₙ ≥400 A
Iₜₕ ≥14 KA
HS-Sicherung
mit Thermoelement
max. 31,5A
20 KV
400 V
max. 630 kVA
Uk=4%
DYn 5
NH2 oder
Leistungsschalter
max. 1000/5A
NH2
Kundenanlage
entspr. der TAB
Kurzschlußanzeiger
Einspeisung
Kunde
AVG
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Versorgung von Sonderkunden
TAB
MS 2008-Sonderkunden
Blatt 1
Bl. 1
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Gezeichnet mit ELCAD (R)
Änderung
Datum
Name
Norm
Bearb.
Gepr.
Dreisbusch
Otter
04.08.2016
Ersatz durch:
Ersatz für:
Ursprung:


Kundeneigene Transformatorenstation
mit mittelspannungsseitiger Messung und einem Trafo-Abgang
3~20 kV, 50 Hz, 500 MVA
U_N=24 KV
I_N ≥400 A
I_th ≥14 KA
HS-Sicherung
mit Thermoelement
max. 50A
20000/√3
100/√3 100/3
20 KV
400 V
max. 1000 kVA
zur Ndspg. Hauptverteilung
Kurzschlußanzeiger
Einspeisung
Kunde
AVG
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Kundeneigene Station; ein Trafoabgang
MS 2008-Trafostation
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Dreisbusch
Otter
TAB


Kundeneigene Transformatorenstation
mit mittelspannungsseitiger Messung, Übergabe-Leistungsschalter (auf Einschub)
und mehreren Trafo-Abgängen
3~20 kV, 50 Hz, 500 MVA
UMZ
I>
I>>
500 MVA
630A
20000 /100 /100
√3 √3 3
30VA Kl 0,5
100/5A
10P10 15VA
HS-Sicherung
mit Thermoelement
max. 50A
20 KV
400 V
max. 1000 kVA
zur Ndspg. Hauptverteilung
Kurzschluß-
anzeiger
Einspeisung
Kunde
AVG
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Kundeneigene Stat.; Übergabe (Einschub)
MS 2008-Trafostation
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Dreisbusch
Öter
Gezeichnet mit ELCAD (R)


Kundeneigene Transformatorenstation
mit mittelspannungsseitiger Messung, Übergabe-Leistungsschalter (fest eingebaut)
und mehreren Trafo-Abgängen
3~20 kV, 50 Hz, 500 MVA
UN=24 KV
IN ≥400 A
Ith ≥14 KA
500 MVA
630A
UMZ
I>
I>>
20000 /100 /100
√3 √3 3
30VA Kl 0,5
100/5A
10P10 15VA
Kurzschluß-
anzeiger
Einspeisung
HS-Sicherung
mit Thermoelement
max. 50A
20 KV
400 V
max. 1000 kVA
zur Ndspg. Hauptverteilung
Kunde
AVG
Gezeichnet mit ELCAD (R)
Datum
Bearb.
Dreisbusch
Gepr.
Otter
Norm
Name
Ersatz durch:
Ersatz für:
Ursprung:
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Kundeneigene Stat.; Übergabe (fest Eingebaut)
TAB
MS 2008-Trafostation
Blatt 3
3 Bl.
Änderung
Datum
Name
04.08.2016


Prinzipschaltbild - Mittelspannungsmessung
Die angegebenen Leitungsquerschnitte gelten nur bis 12m einfacher Länge. Querschnitte über 12m einfacher Länge sind nur nach den Angaben der AVG zu verlegen.
Meßwandler und Prüfklemme werden von der AVG bereitgestellt.
Die Meßwandler sind so einzubauen, daß die Energie in Richtung K-L fließt und der Wandler mit der niedrigsten Fertigungsnummer in der Phase "L1" und der Wandler mit der höchsten Fertigungsnummer in der Phase "L3" liegt.
Die Meßwandler sind in die Verteilung so einzubauen, daß ihre Anschlußklemmen gut zugänglich sind und die Wandler ausgetauscht werden können.
Anschlussnehmer
L1
L2
L3
-T5L1
-T5L2
-T5L3
-T1L1
-T1L2
-T1L3
Kurzschlussfeste Gummiaderleitung NSGAFÖU 2.5 mm²
Netzseite
20 kV Schaltfeld
Rechtes Drehfeld muss vorhanden sein !
Prüfklemme von VNB Wandlersatz von VNB
Z FRE
Prüfklemme
TAE - beschaltet vom Anschlußnehmer bauseits zu errichten
Verteilung
NH oder Leistungsschalter
NH II oder Leistungsschalter
Gasinnenltg.
Heizungsanlage
Warmwasser
Frischwasser
Sonstige
Potentialausgleich nach VDE
Fundamenterde
HAS
Interne Verdrahtung:
Spannungspfad - NSGAFÖU 1x2,5mm² bis 12m
Strompfad - H07K-K 4mm² bis 12m (Farben: schwarz und braun)
Externe Verdrahtung:
Spannungspfad - NSGAFÖU 1x2,5 mm² bis 12m
Strompfad - NYY-J 7x4 mm² bis 12m
Verlegung in geeignetem Leitungsführungssystem
Gezeichnet mit ELCAD (R)
Änderung
Datum
Name
04.08.2016
Otter
Norm
Bearb.
Dreisbusch
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Ersatz durch:
Ersatz für:
Ursprung:
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Prinzipschaltbild - Mittelspannungsmessung
TAB
MS 2008-1
Blatt
9 Bl.


Prinzipschaltbild - niederspannungsseitige Messung
Die angegebenen Leitungsquerschnitte gelten nur bis 12m einfacher Länge. Querschnitte über 12m einfacher Länge sind nur nach den Angaben der AVG zu verlegen.
Meßwandler und Prüfklemme werden von der AVG bereitgestellt.
Die Meßwandler sind so einzubauen, daß die Energie in Richtung K-L fließt und der Wandler mit der niedrigsten Fertigungsnummer in der Phase "L1" und der Wandler mit der höchsten Fertigungsnummer in der Phase "L3" liegt.
Die Meßwandler sind in die Verteilung so einzubauen, daß ihre Anschlußklemmen gut zugänglich sind und die Wandler ausgetauscht werden können.
Anschlussnehmer
Netzseite
L1
L2
L3
N
PE
Kurzschlussfeste Gummiaderleitung NSGAFÖU 2.5 mm²
-T1L1
-T1L2
-T1L3
S1
S2
S3
P1
P2
1
2
3
4
5
6
Rechtes Drehfeld muss vorhanden sein !
Prüfklemme von VNB Wandlersatz von VNB
TAE - beschaltet vom Anschlußnehmer baueits zu errichten
Z
FRE
Prüfklemme
Verteilung
NH oder Leistungsschalter
NH II oder Leistungsschalter
Gasinnenltg.
Heizungsanlage
Warmwasser
Frischwasser
Sonstige
Potentialausgleich nach VDE
Fundamenterde
HAS
Interne Verdrahtung:
Spannungspfad - NSGAFÖU 1x2,5mm² bis 12m
Strompfad - H07K-K 4mm² bis 12m (Farben: schwarz und braun)
Externe Verdrahtung:
Spannungspfad - NSGAFÖU 1x2,5 mm² bis 12m
Strompfad - NYY-J 7x4 mm² bis 12m
Verlegung in geeignetem Leitungsführungssystem
Gezeichnet mit ELCAD (R)
Datum
Bearb.
Dreisbusch
Gepr.
Otter
Norm
Ersatz durch:
Ersatz für:
Ursprung:
Aschaffenb. Versorg. GmbH
Übersichtsbild
TAB Mittelspannung 2008
Prinzipschaltbild - niederspannungs. Messung
TAB
MS 2008-2
Blatt
9 Bl.

# D Vordrucke

**D.0:** Anmeldung zum Netzanschluss Elektrizitätsversorgung (Aktueller Stand siehe stwab.de)

**D.1:** Antragstellung

**D.2:** Datenblatt zur Beurteilung von Netzrückwirkungen

**D.3:** Netzanschlussplanung

**D.4:** Errichtungsplanung

**D.5a:** Inbetriebsetzungsauftrag

**D.5b:** Antrag zur In- und Außerbetriebsetzung Strom (Aktueller Stand siehe stwab.de)

**D.6:** Erdungsprotokoll

**D.7:** Prüfprotokoll für Übergabeschutz

**D.8:** Inbetriebsetzungsprotokoll

## D.1 Antragstellung

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Antragstellung für Netzanschlüsse (Mittelspannung)**<br>(vom Kunden auszufüllen) | | | |
| **Anlagenanschrift** | Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ | | |
| **Anschlussnehmer**<br>(Eigentümer) | Vorname, Name _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | |
| **Anlagenerrichter**<br>(Elektrofachbetrieb) | Firma, Ort _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | |
| **Anlagenart** | ☐ Neuerrichtung | ☐ Erweiterung | ☐ Rückbau |
| **Örtliche Lage des zu versorgenden Grundstücks (Plan im Maßstab mindestens 1:1.000 mit Vorschlägen zu möglichen Stationsstandorten vorhanden ?** | | | ☐ ja ☐ nein |
| **Voraussichtlicher Leistungsbedarf** | | | _____ kVA |
| **Baustrombedarf** | ☐ nein | wenn ja: Leistung _____ kVA | ab wann _____ |
| **Datenblatt zur Beurteilung von Netzrückwirkungen ausgefüllt (s. Anhang D.2)** | | | ☐ ja ☐ nein |
| **Zeitlicher Bauablaufplan vorhanden** (bitte beifügen) | | | ☐ ja ☐ nein |
| **Geplanter Inbetriebsetzungstermin** | | | _____ |
| _____<br>Ort, Datum | | _____<br>Unterschrift des Anschlussnehmers | |

## D.2 Datenblatt zur Beurteilung von Netzrückwirkungen

| **Datenblatt zur Beurteilung von Netzrückwirkungen (Mittelspannung)** **1/2**<br>(vom Kunden auszufüllen) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ | | | |
| **Transformatoren** | Bemessungsleistung $S_{rT}$ | _____ kVA | | |
| | Relative Kurzschlussspannung $u_k$ | _____ % | | |
| | Schaltgruppe | _____ | | |
| **Blindleistungs-kompensation** | Bereich der einstellbaren Blindleistung | _____ kVar | | |
| | Blindleistung je Stufe _____ kVar | Zahl der Stufen _____ | | |
| | Verdrosselungsgrad / Resonanzfrequenz | _____ | | |
| **Schweißmaschinen** | Höchste Schweißleistung _____ | Leistungsfaktor _____ | | |
| | Anzahl der Schweißvorgänge | _____1/min | | |
| | Dauer eines Schweißvorganges | _____ | | |
| **Motoren** | Asynchronmotor ☐ | Synchronmotor ☐ | Motor mit Stromrichterantrieb ☐ | |
| | Bemessungsspannung | _____ V | | |
| | Bemessungsstrom | _____ A | | |
| | Bemessungsleistung | _____ kVA | | |
| | Leistungsfaktor | _____ | | |
| | Wirkungsgrad | _____ | | |
| | Verhältnis Anlaufstrom / Bemessungsstrom $I_a$ / $I_r$ | _____ | | |
| | Anlaufschaltung: | direkt ☐ | Stern/Dreieck ☐ | sonstige ☐ |
| | Anzahl der Anläufe je Stunde oder Tag | _____ | | |
| | Anlauf mit oder ohne Last: | mit Last ☐ | ohne Last ☐ | |
| | Anzahl der Last- bzw. Drehrichtungswechsel | _____ 1/min | | |

| **Datenblatt zur Beurteilung von Netzrückwirkungen (Mittelspannung)** | | | | | | | | | | **2/2** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (vom Kunden auszufüllen) | | | | | | | | | | |
| **Stromrichter** | Bemessungsleistung | | | | | | | | | _____ kVA |
| | Gleichrichter ☐ | | Frequenzumrichter ☐ | | | Drehstromsteller ☐ | | | | |
| **(Eingangs-) Gleichrichter** | Pulszahl bzw. Schaltfrequenz | | | | | | | | | _____ |
| | Schaltung (Brücke, …) | | | | | | | | | _____ |
| **Stromrichter-transformator** | Steuerung: | | gesteuert ☐ | | | ungesteuert ☐ | | | | |
| | Zwischenkreis vorh. ☐ | | induktiv ☐ | | | kapazitiv ☐ | | | | |
| **Kommutierungs-induktivitäten** | Schaltgruppe | | | | | | | | | _____ |
| | Bemessungsleistung | | | | | | | | | _____ kVA |
| | relative Kurzschlussspannung $u_k$ | | | | | | | | | _____ % |
| | | | | | | | | | | _____ mH |
| **Herstellerangaben zu den netzseitigen Oberschwingungsstörungen:** | | | | | | | | | | |
| **Ordnungszahl** | 3 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 17 | 19 | 23 | 25 |
| **$I_\mu$[A]** | | | | | | | | | | |
| **Bemerkungen** | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

## D.3 Netzanschlussplanung

| **Netzanschlussplanung (Mittelspannung)**<br>(Checkliste für den Netzbetreiber für die Festlegung des Netzanschlusses) | |
|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Stationsname/Feld-Nr. _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ |

| | |
|---|---|
| **Standort der Übergabestation und Leitungstrasse des Netzbetreibers geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |
| **Aufbau der Mittelspannungs-Schaltanlage geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |
| **Erforderliche Schutzeinrichtungen für Einspeise- und Übergabefelder geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |
| **Fernsteuerung/Fernüberwachung und erforderliche Umschaltautomatiken geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |
| **Art und Anordnung der Messeinrichtung geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |
| **Eigentumsgrenze geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |
| **Liefer- und Leistungsumfang von Kunde und Netzbetreiber geklärt ?** | ☐ ja ☐ nein |

## D.4 Errichtungsplanung

| **Errichtungsplanung (Mittelspannung)**<br><br>(Spätestens 6 Wochen vor Baubeginn der Übergabestation vom Kunden an den Netzbetreiber zu übergeben – mindestens 2-fache Ausfertigung) | |
|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Stationsname/Feld-Nr. _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ |
| **Anlagenbetreiber** | Vorname, Name _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____<br>Telefon, E-Mail _____ |

| | |
|---|---|
| Maßstäblicher Lageplan des Grundstückes mit eingezeichnetem Standort der Übergabestation, der Trasse des Netzbetreibers sowie der vorhandenen und geplanten Bebauung beigefügt ? | ☐ ja ☐ nein |
| Übersichtsschaltplan der gesamten Mittelspannungsanlage einschließlich Transformatoren, Mess-, Schutz- und Steuereinrichtungen (wenn vorhanden, Daten der Hilfsenergiequelle) incl. der Eigentums- und Verfügungsbereichgrenzen beigefügt ? (bitte auch technische Kennwerte angeben) | ☐ ja ☐ nein |
| Zeichnungen aller Mittelspannungs-Schaltfelder mit Anordnung der Geräte beigefügt ? | ☐ ja ☐ nein |
| Anordnung der Messeinrichtung (incl. Datenfernübertragung) beigefügt ? | ☐ ja ☐ nein |
| Grundrisse und Schnittzeichnungen (möglichst im Maßstab 1:50), der elektrischen Betriebsräume für die Mittelspannungs-Schaltanlage und der Transformatoren beigefügt ?<br>(Aus diesen Zeichnungen muss auch die Trassenführung der Leitungen und der Zugang zur Schaltanlage ersichtlich sein) | ☐ ja ☐ nein |
| Einvernehmliche Regelung bezüglich des Standortes und Betriebes der Übergabestation und der Netzbetreiber-Kabeltrasse zwischen dem Haus- und Grundeigentümer und dem Errichter bzw. dem Betreiber der Übergabestation (wenn dies unterschiedliche Personen sind) erzielt ? | ☐ ja ☐ nein |
| Liegen Nachweise zur Erfüllung der technischen Forderungen des Netzbetreibers gemäß Kapitel 3 der TAB Mittelspannung beim Netzbetreiber vor ?<br>(Nachweis der Kurzschlussfestigkeit für die gesamte Übergabestation, … ) | ☐ ja ☐ nein |
| Liegt ein Nachweis der Kurzschlussfestigkeit für die Mittelspannungsschaltanlage vor ? | ☐ ja ☐ nein |

## D.5a Inbetriebsetzungsauftrag

| **Inbetriebsetzungsauftrag (Mittelspannung)**<br>(vom Anlagenerrichter auszufüllen) | | | |
|---|---|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Stationsname/Feld-Nr _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ | | |
| **Messstellenbetrieb**<br><br>Es handelt sich um:<br><br>Gewünschte Messeinrichtung:<br><br>Eigentümer Wandler | Die Bereitstellung der Messeinrichtung erfolgt durch den Netzbetreiber oder durch einen anderen Messstellenbetreiber – MSB – (in diesem Fall bitte die MSB-ID laut MSB-Rahmenvertrag angeben): _____ | | |
| | ☐ Einbau | ☐ Ausbau | ☐ Wechsel der Zählung für o.g. Messstelle |
| | ☐ Drehstromzähler | ☐ Lastgangzähler | ☐ 2 Energierichtungen |
| | ☐ Netzbetreiber | ☐ Anschlussnehmer | ☐ Messstellenbetreiber |
| **Anlagendaten**<br><br>Bedarfsart:<br><br><br><br><br>Leistung/ Arbeit: | ☐ Neuanlage | ☐ Wiederinbetriebnahme | ☐ Anlagenänderung |
| | ☐ EEG- Anlage | ☐ KWK- Anlage | ☐ sonstige _____ |
| | ☐ Gewerbe | ☐ Landwirtschaft | ☐ Industrie |
| | ☐ Baustrom | ☐ sonstiger Kurzzeitanschluss _____ | |
| | Maximal gleichzeitige Leistung _____ kW | | |
| | Voraussichtlicher Jahresverbrauch _____ kWh | | |
| **Netzeinspeisung aus:** | ☐ Windkraft | ☐ Wasserkraft | ☐ BHKW |
| | ☐ Photovoltaik | ☐ andere _____ | |
| **Hinweis zur Stromlieferung** | Vor der Aufnahme der Anschlussnutzung ist vom Anschlussnutzer ein Stromliefervertrag mit einem Stromlieferanten zu schließen. | | |
| | _____<br>Ort, Datum | _____<br>Unterschrift Anschlussnutzer (Auftraggeber) | |
| **Bemerkungen:** | _____ | | |
| **Inbetriebsetzung** | Die von mir/uns ausgeführte Installation der Übergabestation ist unter Beachtung der geltenden Rechtsvorschriften und behördlichen Verfügungen sowie nach den anerkannten Regeln der Technik, insbesondere nach den DIN VDE Normen, nach den Bedingungen der BDEW-Richtlinie „Technische Anschlussbedingungen Mittelspannung“ und den Ergänzenden Hinweisen zu den Technischen Anschlussbedingungen für den Anschluss an das Mittelspannungsnetz- TAB 2008- der AVG von mir/uns errichtet, geprüft und fertig gestellt worden. Die Ergebnisse der Prüfungen sind dokumentiert. | | |
| | _____<br>Ort, Datum | _____<br>Unterschrift Anlagenerrichter (Elektrofachbetrieb) | |

## D.6 Erdungsprotokoll

**Erdungsprotokoll (Mittelspannung)**

(vom Kunden auszufüllen)

| | |
|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Stationsname/Feld-Nr. _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ |

**Skizze der ausgeführten Erdungsanlage** (bitte Nordpfeil einzeichnen)

| | |
|---|---|
| **Ausführung durch Firma:** _____ | **Datum:** _____ |

**Bodenart:** ☐ **Lehm** ☐ **Humus** ☐ **Sand** ☐ **Kies** ☐ **felsig**

**Boden:** ☐ **feucht** ☐ **trocken**

| **Tiefenerder?** | **Oberflächenerder?** | **Steuererder?** | **Fundamenterder?** |
|---|---|---|---|
| ☐ ja ☐ nein | ☐ ja ☐ nein | ☐ ja ☐ nein | ☐ ja ☐ nein |

**Erdermaterial:** _____

| | |
|---|---|
| **Gesamtlänge Tiefenerder** _____ m | **Gesamtlänge Oberflächenerder** _____ m |
| **Hochspannungsschutzerder** _____ Ω | **Niederspannungsbetriebserder** _____ Ω |

**Gesamterdungs-Impedanzwert nach verbindung von Hochspannungsschutz- und Niederspannungs-Erdungsanlage:** _____ Ω

**Mängel:** ☐ nein ☐ ja, (welche) _____

## D.7 Prüfprotokoll für Übergabeschutz

| **Prüfprotokoll für Übergabeschutz (Mittelspannung)** 1/2<br>(vom Kunden auszufüllen; Beispiel: UMZ- Schutz) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Stationsname/Feld-Nr. _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____ | | | |
| **Anlagenerrichter** (Elektrofachbetrieb) | Firma, Ort _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | | |
| **Wandler** | | | | |
| Fabrikat Strom: _____ | Fabrikat Spannung: _____ | Erdung Richtung*<br>☐ KA ☐ Netz | | |
| **Strom** Ü= ____:_____ | S = _____ VA | Klasse _____ | | |
| **Spannung** Ü= ____:_____ | S = _____ VA | Klasse _____ | | |
| **Schutzrelais** | | | | |
| Relaisart: _____ | Softwarestand: _____ | | | |
| Fabrikat: _____ | Typ: _____ | Fabrik-Nr. _____ | | |
| Betätigungsspannung: _____V | Wandler-Sekundär-Nennstrom: ☐ 1 A ☐ 5 A | | | |
| I > | Einstellung: _____ (prim _____ ) A_____ s | | | |
| I >> | Einstellung: _____ (prim _____ ) A_____ s | | | |
| **Zubehör** | | | | |
| Tatsächliche Einstellung: ** | I > _____ A | I >> _____ A | T1 _____ s | T1 _____ s |

*Anmerkungen:*

* *KA: In Richtung Kundenanlage geerdet*
*Netz: In Richtung Netz des Netzbetreibers geerdet*

** *Nur bei analogem Schutz erforderlich*

**Prüfprotokoll für Übergabeschutz (Mittelspannung)** **2/2**
(vom Kunden auszufüllen; Beispiel: UMZ-Schutz)

| **Leiter** | **L1 (Klemmen-Nr.___/___)** | **L2 (Klemmen-Nr.___/___)** | **L3 (Klemmen-Nr.___/___)** |
|---|---|---|---|
| Ansprechwert I > A | | | |
| Abfallwert I > A | | | |
| Ansprechwert I >> A | | | |
| Abfallwert I >> A | | | |
| Prüfwert in I sec. A | **Auslösezeit in s** | | |
| $I >_{Anspr.}$ _____ A | | | |
| $I >_{Abfall}$ _____ A | | | |
| $I >>_{Anspr}$ . _____ A | | | |
| $I >>_{Abfall}$ _____ A | | | |
| **Betriebs-** I [A] | | | |
| **Messung (s)** Grad° | | | |
| Strom K [mA] | | | |
| Spannung U [V] | | | |
| Spannung Grad° | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Auslösung und Signal geprüft: ☐ | | Auslösung betätigt mit LS: ☐ | |
| Klemmen-Nr. für Auslösungen: | LS: _____ | Störschreiber: _____ | Fernwirken: _____ |

| | |
|---|---|
| Wattmetrisches E-Relais | |
| Relaistyp.: _____ | Relais-Nr.: _____ |
| Wandlertyp: _____ | Wandlerübersetzung: _____ |
| Einstellung: primär: _____ | sekundär: _____ |
| Ansprechwert $I_e$ : _____ mA | Ansprechwert $U_{en}$ : _____ V |
| Abfallwert $I_e$ : _____ mA | Abfallwert $U_{en}$ : _____ V |
| Betriebsmesswerte $U_{en}$ : _____ mA | $I_f$ : _____ mA |

| | | |
|---|---|---|
| _____ | _____ | _____ |
| Ort, Datum | Anlagenerrichter | Anlagenbetreiber |

## D.8 Inbetriebsetzungsprotokoll

| **Inbetriebsetzungsprotokoll (Mittelspannung)** 1/2<br>(vom Anlagenerrichter auszufüllen) | | | |
|---|---|---|---|
| **Anlagenanschrift** | Stationsname/Feld-Nr. _____ | | |
| **Anschlussnehmer**<br>(Eigentümer) | Vorname, Name _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | |
| **Anlagenbetreiber** | Vorname, Name _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | |
| **Betriebsverant-wortlicher** | Vorname, Name _____<br>Straße, Hausnummer _____<br>PLZ, Ort _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | |
| **Anlagenerrichter**<br>(Elektrofachbetrieb) | Firma, Ort _____<br>Telefon, E-Mail _____ | | |
| **Netzform** | ☐ gelöscht | ☐ isoliert | ☐ niederohmig |
| **Dokumentation**<br>(Übergabe an VNB mindestens 1 Woche vor Inbetriebsetzung des Netzanschlusses) | Aktualisierte Projektunterlagen der Übergabestation vorhanden | | ☐ |
| | Inbetriebsetzungsauftrag vorhanden (D.5) | | ☐ |
| | Erdungsprotokoll vorhanden (D.6) | | ☐ |
| | Eichscheine der Wandler vorhanden | | ☐ |
| **Netzführungsvereinbarung** | erforderlich ☐ ja ☐ nein | wenn ja, vorhanden | ☐ |
| **Schutzprüfprotokoll (D.7)** | erforderlich ☐ ja ☐ nein | wenn ja, vorhanden | ☐ |
| **Fernsteuerung** | erforderlich ☐ ja ☐ nein | wenn ja, geprüft (incl. Fern-AUS) | ☐ |
| **Messwertübertragung** | erforderlich ☐ ja ☐ nein | wenn ja, geprüft | ☐ |
| **Abrechungsmessung** | Vorprüfung + Inbetriebnahmeprüfung erfolgt | | ☐ |

**Bemerkungen:**

_____

_____

_____

_____

**Inbetriebsetzungsprotokoll (Mittelspannung)** **2/2**

Die Station gilt im Sinne der zurzeit gültigen DIN VDE Bestimmungen und der Unfallverhütungsvorschrift DGUV VORSCHRIFT 3 als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte. Diese darf nur von Elektrofachkräften oder elektrisch unterwiesenen Personen betreten werden. Laien dürfen die Betriebsstätte nur in Begleitung v. g. Personen betreten.

Die Station ist nach den Bedingungen der BDEW-Richtlinie „Technische Anschlussbedingungen Mittelspannung“ und den Technischen Anschlussbedingungen des Netzbetreibers errichtet. Im Rahmen der Übergabe hat der Anlagenerrichter den Anlagenbetreiber eingewiesen und die Station gemäß DGUV VORSCHRIFT 3 § 3 und § 5 für betriebsbereit erklärt.

| Ort, Datum | Anlagenbetreiber | Anlagenerrichter |
|---|---|---|

Die Anschaltung der Kundenanlage an das Mittelspannungsnetz erfolgte am: _____

| Ort, Datum | Anlagenbetreiber | Netzbetreiber |
|---|---|---|

## E Checklisten für Abnahme, Inbetriebsetzung und Dokumentation

| | | |
|---|---|---|
| **Liste 1** | Allgemeine Angaben | ☐ |
| **Liste 2** | Gebäude / Gehäuse | ☐ |
| **Liste 3** | Mittelspannungsschaltanlage | ☐ |
| **Liste 4** | Zubehör und Aushänge | ☐ |
| **Liste 5** | Dokumentation | ☐ |
| **Liste 6** | Gleichspannungsversorgungsanlage | ☐ |

Diese Listen sind Bestandteil der Abnahme, Inbetriebsetzung und Dokumentation.

Projektbezeichnung:

_____

Stationsbezeichnung:

_____

Ort: _____

Flur / Flurstück:

_____

Datum:

_____

Anlagenerrichter:

_____

Anschlussnehmer:

_____

Für die Belange des Netzbetreibers:

_____

Teilnehmer

an der Abnahme / Inbetriebsetzung:

Kunde:

_____

Anlagenerrichter:

_____

Netzbetreiber:

_____

Sonstige: _____

_____

Unterschrift:

_____

Unterschrift:

_____

Unterschrift:

_____

| **Liste 1**<br>**Allgemeine Angaben** | Blatt: 1/3 |
|---|---|
| Gebäude: | |
| Bauform: | Eigentümer: |
| Hersteller / Typ: | Errichter: |
| Baujahr: | Betreiber: |
| | |
| | |
| Bemerkungen: | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| **Liste 1**<br>**Allgemeine Angaben** | Blatt: 2/3 |
|---|---|
| Mittelspannungsschaltanlage: | |
| Felder …….. bis ……. | |
| Hersteller: | Eigentumsverhältnisse: |
| Typ: | |
| Isoliermedium: Luft ☐ Gas ☐<br>Sonstiges ☐ | Errichter: |
| Baujahr: | Betreiber: |
| | Übersichtsschaltplan-Nr.: |
| | Nachweis der Störlichtbogenfestigkeit: |
| | |
| | |
| | |
| Felder …….. bis ……. | |
| Hersteller: | Eigentumsverhältnisse: |
| Typ: | |
| Isoliermedium: Luft ☐ Gas ☐<br>Sonstiges ☐ | Errichter: |
| Baujahr: | Betreiber: |
| | Übersichtsschaltplan-Nr: |
| | Nachweis der Störlichtbogenfestigkeit: |
| | |
| | |
| Bemerkungen: | |
| | |
| | |
| | |

| **Liste 1**<br>**Allgemeine Angaben** | | | Blatt: 3/3 |
|---|---|---|---|
| Transformator: | | | |
| | Trafo … | Trafo … | Trafo … |
| Hersteller: | | | |
| Typ: | | | |
| Baujahr: | | | |
| Isoliermedium: | | | |
| Nennleistung: | | | |
| Nennspannung: | | | |
| Kurzschlussspannung in %: | | | |
| Schaltgruppe: | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Bemerkungen: | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Zählung: | | | |
| Mittelspannung ☐ | Niederspannung ☐ | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| Bemerkungen: | | | |
| | | | |
| | | | |

**Liste 2** Blatt: 1/2
**Gebäude / Gehäuse**

| Lfd. Nr. | | ja | nein | entfällt |
|---|---|---|---|---|
| 2.1 | Die Bauarbeiten – soweit für den Betrieb erforderlich – sind abgeschlossen | | | |
| 2.2 | Kabelanschlussarbeiten sind möglich | | | |
| 2.3 | Das Gebäude und das Dach sind ohne Beschädigung | | | |
| 2.4 | Alle Türen lassen sich ordnungsgemäß öffnen, schließen, verschließen. Türanschlag/Fluchtrichtung korrekt (nach außen zu öffnen) | | | |
| 2.5 | Türfeststeller vorhanden | | | |
| 2.6 | Zugangstür von außen nur mit Schlüssel zu öffnen | | | |
| 2.7 | Das Schloss hat Antipanikfunktion | | | |
| 2.8 | Türen mit Doppelschließung sind für die Aufnahme einer Netzbetreiber-Schließung (z.B. Profilhalbzyllinder) ausgelegt | | | |
| 2.9 | Beschilderung wie gefordert | | | |
| 2.10 | Kabeleinführung entsprechend Vorgaben ist vorhanden, z.Zt. Nicht genutzte Durchführungen sind mit wasserdichten Blinddeckeln versehen (bzw. Abdichtung der Kabeleinführung wie gefordert) Erforderliche Kabelverlegetiefe ist gewährleistet. | | | |
| 2.11 | Die Be- und Entlüftung ist vorhanden und stochersicher | | | |
| 2.12 | Druckentlastungen vorhanden | | | |
| 2.13 | Bediengänge entsprechend DIN VDE | | | |
| 2.14 | Doppelboden verriegelt | | | |
| 2.15 | Kabelkeller wie gefordert | | | |
| 2.16 | Entlüftungsschächte und Einstiegsmöglichkeit in den Kabelkeller vorhanden und gesichert | | | |
| 2.17 | Beleuchtungsanlage vorhanden | | | |
| 2.18 | Ausreichend bemessene Auffangwanne ist vorhanden und nach Forderung ausgeführt | | | |
| 2.19 | Keine Rohre und Leitungen in der Station vorhanden, die nicht für deren Betrieb erforderlich sind | | | |
| 2.20 | Zugänglichkeit der Station ist zu jeder Zeit sichergestellt | | | |

**Liste 2** Blatt: 2/2
**Gebäude / Gehäuse**

| Lfd. Nr. | | ja | nein | entfällt |
|---|---|---|---|---|
| 2.21 | Zählerplatzgestaltung entsprechend Vorgaben des Netz-betreibers | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Zu lfd. Nr. | Bemerkungen |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

**Liste 3** Blatt: 1/2
**Mittelspannungsschaltanlage**

| Lfd. Nr. | | ja | nein | entfällt |
|---|---|---|---|---|
| 3.1 | Schaltanlage nach Vorgabe aufgebaut (Übersichtsschaltplan) | | | |
| 3.2 | Feldnummerierung und Kennzeichnung entsprechend Übersichtsschaltplan ausgeführt | | | |
| 3.3 | Es sind keine erkennbaren äußeren Beschädigungen vorhanden | | | |
| 3.4 | Die Schaltanlage ist mit der Unterkonstruktion (Tragrahmen) gemäß Herstellerangaben verbunden | | | |
| 3.5 | Leistungsschilder der Schaltanlage sind in deutscher Sprache; der Inhalt entspricht den Bestellangaben; sie sind dauerhaft befestigt | | | |
| 3.6 | Blindschaltbild entsprechend Vorgaben vorhanden | | | |
| 3.7 | Möglichkeiten zum Feststellen der Spannungsfreiheit und Durchführen des Phasenvergleiches sind gegeben | | | |
| 3.8 | Spannungsprüfsysteme | | | |
| | Die kap. Messpunkte sind unverwechselbar den Abgängen zugeordnet und entsprechend der Norm Beschriftet | | | |
| | Die Schutzkappen der Messbuchsen sind unverlierbar angebracht | | | |
| | Die Lage der kapazitiven Abgriffe in der Schaltanlage sind auf dem Blindschaltbild dargestellt | | | |
| 3.9 | Kurzschlussstromanzeiger: | | | |
| | wie gefordert eingebaut | | | |
| | Ansprechwert und Rückstellzeit wie gefordert eingestellt | | | |
| 3.10 | Schaltgeräte: | | | |
| | Alle Schaltgeräte lassen sich ein- und ausschalten | | | |
| | Geforderte Verriegelungen funktionsfähig | | | |
| | Die Schalterstellungsanzeigen stimmen eindeutig mit der jeweiligen Schalterstellung überein | | | |
| | Maßnahmen gegen unbefugtes Betätigen der Schaltgeräte und Öffnen der Türen für die im Verfügungsbereich des Netzbetreiber stehenden Felder sind getroffen | | | |

**Liste 3** Blatt: 2/2
**Mittelspannungsschaltanlage**

| Lfd. Nr. | | ja | nein | entfällt |
|---|---|---|---|---|
| 3.11 | Außenleiterkennzeichnung in allen Feldern erfolgt (L1, L2, L3) | | | |
| 3.12 | Gasdichtigkeitsanzeige (z.B. grün/ rot-Anzeige) ist vorhanden; Gasdruck ist ausreichend | | | |
| 3.13 | Schutzkonzept für die Übergabestelle einschließlich Sekundärtechnik und Meldungen entsprechen Vorgaben des Netzbetreibers<br>Schutzprüfprotokolle liegen vor ! | | | |
| 3.14 | Die Schutzeinrichtungen (Trafo- und Leitungsschutz) sind gemäß Vorgaben des Netzbetreibers eingestellt<br>Schutzprüfprotokolle liegen vor ! | | | |
| 3.15 | Berührungsschutz sichergestellt | | | |
| 3.16 | Ausführung und Anordnung der Erdungsfestpunkte wie gefordert | | | |
| 3.17 | Schaltfeld- und Nischentüren schließen in Fluchtrichtung | | | |
| 3.18 | Fernsteuerung gemäß Vorgaben des Netzbetreibers Geprüft<br>Prüfprotokolle liegen vor ! | | | |
| 3.19 | Erdschlusserfassungssysteme gemäß Vorgaben des Netzbetreibers | | | |

| Zu lfd. Nr. | Bemerkungen |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

**Liste 4** Blatt. 1/1
**Zubehör und Aushänge**

| Lfd. Nr. | | ja | nein | entfällt |
|---|---|---|---|---|
| 4.1 | Anzeigegeräte für kapazitive Messpunkte vorhanden | | | |
| 4.2 | Betätigungsstangen vorhanden | | | |
| 4.3 | Erforderliche Schalthebel vorhanden | | | |
| 4.4 | Erdungs- und Kurzschließvorrichtung mit Erdungsstange (Anzahl und Querschnitt gemäß Vorgaben des Netzbetreibers vorhanden) | | | |
| 4.5 | Isolierende Schutzplatten für die MS-Schaltanlage (Anzahl und Querschnitt gemäß Vorgaben des Netzbetreibers) vorhanden | | | |
| 4.6 | Schaltfeldtürschlüssel vorhanden | | | |
| 4.7 | Zusatzschilder (z.B. Vorsicht nicht schalten, etc.) entsprechend Vorgaben des Netzbetreibers vorhanden | | | |
| 4.8 | Aushänge (z.B. Merkblätter der Berufsgenossenschaft) entsprechend Vorgaben des Netzbetreibers vorhanden | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| Zu lfd. Nr. | Bemerkungen |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| **Liste 5**<br>**Dokumentation** | | | | Blatt: 1/2 |
|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | | ja | nein | entfällt |
| 5.1 | Technische Dokumentationen der eingesetzten Schaltanlage vorhanden (Wartungs- und Bedienungsanleitungen) | | | |
| 5.2 | Errichterbestätigung nach DGUV Vorschrift 3 vorhanden | | | |
| 5.3 | Gültiger MS-/ NS-Übersichtsschaltplan der Übergabestation liegt vor | | | |
| 5.4 | Protokoll der Schutzeinstellung und Schutzprüfprotokolle liegen vor | | | |
| 5.5 | Erdungs-Messprotokoll liegt vor | | | |
| 5.6 | Unterlagen über Netzrückwirkung vorhanden | | | |
| 5.7 | Aufstellungsplan der elektrischen Ausrüstung, Lage im Gebäude, vorhanden | | | |
| 5.8 | Abrechungszählung: Prüfprotokoll und Beglaubigung des Messwandlers wie gefordert | | | |
| 5.9 | Nachweis über die Einhaltung der Anforderungen gemäß 26. BImSchV*) ist erbracht | | | |
| 5.10 | Unterlagen über Anzeige nach 26. BImSchV*) bei Neuerrichtung oder wesentlicher Änderung der Anlage liegen vor (die maßgeblichen Daten sowie ein Lageplan ist vom Anlagenbetreiber vorzuhalten und der zuständigen Behörde auf Verlangen unverzüglich vorzulegen) | | | |
| | | | | |

| Zu lfd. Nr. | Bemerkungen |
|---|---|
| 5.5 | Erdungs-Meßprotokoll Fa.<br>Die Messung wurde am durchgeführt. Der Messwert beträgt < Ω |
| | |
| | |
| | |
| | |

| **Liste 6**<br>**Gleichspannungsversorgungsanlage** | Blatt: 1/1 |
|---|---|
| Gleichrichter | Batterieanlage |
| Hersteller: | Hersteller: |
| Typ: | Typ: |
| Nennspannung: | Nennspannung: |
| Nennstrom: | Kapazität: |
| Überwachungseinrichtung: | Batteriepole nicht geerdet: ja / nein |
| | Überwachungseinrichtung: |
| | |
| | |
| Bemerkungen: | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |