

	<div>Errichtung PtHA</div> <div>„Spezifikation Kabel und Kabelverlegung“</div>	<div></div>																														
<div>Spezifikation</div>		<div>Datum: 07.10.2024</div> <div>Rev.: 00</div>																														
<div>Teil B2.8 – „Spezifikation Kabel und Kabelverlegung“</div>																																
<div>Änderungsverzeichnis</div> <table><tr><td>Rev.</td><td>Datum</td><td>Seite</td><td>Änderungsangaben</td><td>Autor</td><td>Abteilung</td></tr><tr><td>00</td><td>07.10.2024</td><td></td><td>Erstellung</td><td>Herold</td><td>G-EPV</td></tr><tr><td>01</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>02</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>03</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			Rev.	Datum	Seite	Änderungsangaben	Autor	Abteilung	00	07.10.2024		Erstellung	Herold	G-EPV	01						02						03					
Rev.	Datum	Seite	Änderungsangaben	Autor	Abteilung																											
00	07.10.2024		Erstellung	Herold	G-EPV																											
01																																
02																																
03																																

Inhaltsverzeichnis

Teil B2.8 – „Spezifikation Kabel und Kabelverlegung“	1
1 Allgemeines.....	3
1.1 Abkürzungen.....	3
1.2 Regelwerke und Normen.....	3
2 Ausführungsbestimmungen.....	5
2.1 Kabelverlegesysteme	5
2.2 Verkabelung.....	7
2.3 Funktionserhalt	10
3 MEK, IBN, Abnahmen.....	11
3.1 Montageendkontrolle MEK	11
3.2 Inbetriebnahme.....	11
3.3 Probetrieb	11
3.4 End-Abnahme.....	11
4 Dokumentation	12

1 Allgemeines

Dieser Teil B2.8 der Ausschreibung umfasst

Kabel und Kabelverlegung

für das Vorhaben der Errichtung einer Power-to-Heat-Anlage am Standort Alchemnitz.

1.1 Abkürzungen

Siehe Abkürzungsverzeichnis in Teil A4.

1.2 Regelwerke und Normen

Die Ausführung der Kabel und Kabelverlegesysteme (Kabeltrassen etc.) muss mindestens der jeweils neuesten Ausgabe der nachstehenden Richtlinien, Standardvorschriften und Normen entsprechen:

VDE 0100	Errichten von Niederspannungsanlagen
EN 60228 / VDE 0295	Leiter für Kabel und isolierte Leitungen
VDE 0298-4	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen
EN 60865-1 / VDE 0103	Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung
EN 60909 / VDE 0102	Kurzschlussströme in Drehstromnetzen
EN 60332 / VDE 0482	Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall
EN 60811 / VDE 0473	Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel - Prüfverfahren für nichtmetallene Werkstoffe
EN 61442 / VDE0278	Prüfverfahren für Starkstromkabelgarnituren mit einer Nennspannung von 6kV bis 36 kV
EN 61537 / VDE 0639	Führungssysteme für Kabel und Leitungen
EN 61936 / VDE 0101	Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV
VDE 0266	Starkstromkabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall U _N 0,6/1 kV
VDE 0276-603	Verteilerkabel mit Nennspannung 0,6/1kV;

VDE 0276-604	Starkstromkabel mit Nennspannung 0,6/1 kV mit verbessertem Verhalten im Brandfall für Kraftwerke
VDE 0276-620	Energieverteilungskabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen 3,6/6 kV bis 20,8/36 kV
VDE 0276-622	Starkstromkabel mit Nennspannungen von 3,6/6 kV bis 20,8/36 kV mit verbessertem Verhalten im Brandfall für Kraftwerke
VDE 0276-1000	Starkstromkabel - Teil 1000: Strombelastbarkeit, Allgemeines; Umrechnungsfaktoren
DIN 4102-9	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Kabelabschottungen; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4102-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 12: Funktions- von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen
MLAR	Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie

Die hier aufgeführten Richtlinien, Standardvorschriften und Normen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es obliegt allein dem Auftragnehmer, die Vollständigkeit und Aktualität zu prüfen und alle weiteren Vorschriften einzuhalten.

Abweichungen von den vorgenannten Vorschriften und Richtlinien sind grundsätzlich mit dem Auftraggeber schriftlich abzustimmen.

Soweit Entwürfe oder Änderungen der anzuwendenden Vorschriften zum Zeitpunkt der Auftragserteilung bereits anerkannt sind, sind Folgerungen daraus mit dem Auftraggeber abzustimmen und zu dokumentieren.

Sollten sich einzelne Punkte innerhalb einer der genannten Unterlagen widersprechen, so gilt jeweils diejenige Fassung, welche dem AG die weitergehenden Rechte bzw. die bessere Ausführung zusichert. Dies gilt auch für die Spezifikation und den Liefer- und Leistungsumfang.

2 Ausführungsbestimmungen

Die in dieser Spezifikation sowie im Teil B2.0 „Spezifikation Elektrotechnik“ aufgeführten Auslegungsbedingungen und Ausführungsbestimmungen für Kabel, die Kabelverlegung und die Errichtung der Kabelverlegesysteme (Kabeltrassen etc.) müssen grundsätzlich eingehalten werden.

Anpassungen an die Vor-Ort-Bedingungen und daraus resultierende Anforderungen können jederzeit möglich sein. Erschwernisse durch teilweise beengte bauliche Anlagen und Fädelstrecken sind einzukalkulieren.

2.1 Kabelverlegesysteme

Auf Basis der jeweils aktuellen Version u.a. des Single-Line-Diagramms, der E-Verbraucherliste, der Kabelliste und der Aufstellungs-/Lagepläne ist die komplette Planung und Installation von Kabeltrassen, Kabelleitern, Kabelrinnen, Steigetrassen und Installationsrohren inklusive allem Zubehör sowohl im Außen- als auch im Innenbereich durchzuführen. In den zu erstellenden Plänen ist der grundsätzliche Verlauf der Trassen, abgestimmt auf die Anlagegegebenheiten darzustellen.

Kabeltrassen für redundante Systeme sind räumlich getrennt auszuführen. Redundante Kabel sind auf getrennten Trassen zu verlegen. Die Trennung muss sowohl hinsichtlich EMV als auch bei örtlichen Einflüssen wie Brand oder Bruch einer Rohrleitung wirksam sein.

Erdverlegte Leerrohre inkl. Schächte und Kernlochbohrungen werden durch den AN erstellt. Nicht genutzte Leerrohre sind durch den AN beidseitig mittels Abdichtungen zu verschließen.

Kabeltragsysteme und Haltekonstruktionen sind tauchfeuerverzinkt nach DIN EN ISO 1461 auszuführen.

Im Folgenden werden die zu den Kabelträgersystemen und Haltekonstruktionen gehörenden Komponenten und Systeme aufgelistet.

Kabeltragsysteme

- Kabelleitern
- Kabelrinnen
- Kabelsteigetrassen
- Kabeltrassenabdeckungen (im Außenbereich)
- Installationsrohre / Kleinkanäle
- alle erforderlichen Komponenten, wie Halterungen, Anschlussteile, Aussteifungen, Adapterstücke, Traversen, Stiele, Ausleger usw. einschließlich Befestigungsmaterial, wie Kopfplatten, Dübel, Schrauben, Muttern usw.
- Formteile zur Gestaltung des Trassenprofiles, wie Bögen, T-Abzweige, Gelenk- und Winkelverbinder usw.

Haltekonstruktionen

- Halterungen zur Befestigung von Steckdosenkombinationen, Verteilerkästen, Vor-Ort Steuerkästen und Reparaturschalter
- Kleineisensysteme

In maschinentechnischen Bereichen und in Schaltanlagen (Doppelboden) sind die kompletten Kabelträgersysteme aus serienmäßig vorgefertigten Einzelteilen in schwerer Ausführung auszuführen. Bei Bedarf sind entsprechende Weitspannprieten zu verwenden.

Die Kopffreiheit bei Durchgangswegen (mind. 200 cm) ist sicherzustellen.

Zur Vermeidung von Beschädigungen beim Verlegen sind Stöße und Kanten in den Kabeltragsystemen mit einem Kantenschutz zu versehen.

Die Kabeltragsysteme sind am Anfang und am Ende sowie beim Übertritt von Störschutzzonengrenzen im Abstand von etwa 15 m bis 20 m auf kürzestem Wege an die vermaschte Potentialausgleichsanlage anzubinden.

Auf einer Kabelpriete für Leistungskabel $\geq 1\text{kV}$ sind zwei Kupferseile verzinkt, für Leistungskabel $< 1\text{kV}$ ein Kupferseil verzinkt jeweils mit einem Querschnitt von 70 mm^2 in der Ecke des Prietenholmes zu verlegen. Im Verlauf einer Kabeltrasse ist jeweils nur eine Erdseilverbindung mitzuführen.

Bei einem Regelabstand der Stiele bzw. Ausleger für die Kabelprieten von 1500 mm muss eine Tragfähigkeit der Kabelprieten von $1,2\text{kN/m}$, bei einer Trassenbreite von 600 mm gewährleistet sein.

Die Befestigung der Tragekonstruktion an Beton ist nur mittels zugelassener Dübeln durchzuführen, bei Befestigung an Stahlbauten sind die Kabelleitern zu klammern.

Sämtliche Verbindungen der Kabelträgersysteme sind mit Federringen gesichert, schraubbar und an den Stößen der Kabelleitern elektrisch gut leitend mit Fächerscheiben auszuführen (Potentialausgleich). Unterbrechungen, die aufgrund größerer Abstände nicht mit Systemelementen überbrückt werden können, sind mit mindestens zwei Cu-Seilen mit einem Querschnitt $\geq 25\text{ mm}^2$ zu verbinden.

Die Kabelträgersysteme müssen gratfrei sein, so dass eine Beschädigung der Kabelisolierung bei der Montage ausgeschlossen ist. Alle Bögen und T-Stücke müssen ebenfalls vorgenannte Bedingungen erfüllen.

Die Trassen sind alle 10m, mindestens aber 2mal pro Ebene durch Schilder mit der Anlagenkennzeichnung (projektspezifisches Kennzeichnungssystem) unverwechselbar zu beschriften. Dabei ist auf eine dauerhafte Lesbarkeit und Befestigung zu achten.

Generell sind alle Kabeltrassen, Kabelrinnen, Steigetrassen etc. im Außenbereich mit Abdeckungen zu versehen.

2.2 Verkabelung

Auf Basis der jeweils aktuellen Version u.a. der Kabelliste, der Aufstellungs-/Lagepläne und der Kabeltrassenpläne ist die komplette Verkabelung der Systeme und Komponenten durchzuführen.

Grundsätzlich sind halogenfreie Kabel und Leitungen einzusetzen, welche für das Vorhaben und die Installationsart geeignet sind. Für Frequenzumrichter betriebene Verbraucher sind zusätzlich EMV-optimierte Kabel zu verwenden.

Die für die Handhabung der Kabel relevanten Herstellerangaben (wie z. B. Biegeradien, Ziehkräfte, Verlegetemperatur usw.) sind zu beachten.

Die Kabel sind auf den Kabeltrassen, Kabelleitern, Kabelrinnen, Steigetrassen oder in Schutzrohren (Installations- und erdverlegte Leerrohre) zu verlegen. Leistungskabel für Mittel- und Niederspannung sowie Leittechnikabel sind in getrennten Rohren oder auf separaten Kabeltragsystemen zu verlegen. Bei der Verlegung auf Kabeltragsystemen hat die Belegung von oben nach unten getrennt nach Leittechnikabeln, NS-Leistungskabeln und Mittelspannungskabeln zu erfolgen.

Bei der Verlegung von Einleiter-Kabeln sind generell Schutzrohre und Kabelschellen aus nichtmagnetischem Material zu verwenden.

Bei Kabeldurchtritten aus Gebäuden ins Erdreich ist ein wasserdichter Abschluss mit geeigneten Durchführungen vorzusehen. Bei der Durchdringung von Kabeln durch Brandabschnittsgrenzen sind die entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassungsbescheide zu beachten. Provisorische Brandschottungen während der Kabelverlegung gehören zum Liefer- und Leistungsumfang des AN.

Vor der finalen Abnahme sind alle Durchbrüche in Böden und Wänden feuerhemmend zu verschließen.

Hinsichtlich der Kabelverlegung sind die Reduktionsfaktoren gemäß DIN VDE 0276-1000 (in Luft) sowie DIN VDE 0298 Teil 4 (in erdverlegten Kabelschutzrohren) einzuhalten.

Das Ziehen der Leitungen und Kabel wird im Allgemeinen von der Trommel geschehen. Bei der Verlegung auf Trassen muss eine saubere, übersichtliche und möglichst kreuzungsfreie Installation eingehalten werden. Schlaufenbildung, Knoten, schräge Verlegung, gespannte Leitungen und Kabel usw. sind nicht statthaft. Beim Ziehen um Ecken sind Umlenkrollen einzusetzen um Beschädigungen der Kabel zu vermeiden.

Kabelanlagen für Sicherheitseinrichtungen müssen den Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (LAR), sowie den anzuwendenden VDE-Standards entsprechen.

Nachfolgend aufgeführte Punkte gehören ebenfalls zum LuL des AN bzw. sind bei der Ausführung zu berücksichtigen:

- Beidseitiges Einführen in den Anschlussraum
- Befestigungsmaterial, Halterungen, Kleinmaterial und Verschraubungen
- Beidseitiges Absetzen, Auflegen und Anschließen
- Kabelschuhe und Befestigungsmaterial
Generell sind Kabelschuhe nach DIN-Norm zu verwenden. Die Kabelendverschlüsse sind den zu erwartenden Kurzschlussströmen anzupassen und auszulegen
- Abdichten
- Durchführen der Prüfungen wie Isolationsmessung, Schleifenwiderstände
- Dokumentation aller wichtigen Vorgänge und der Prüfungen mittels Prüfprotokoll
- Kennzeichnung der Kabel nach Vorgaben des AG. Kennzeichnung mit Kabelnummer
- Kabel sind am Anfang und am Ende, in deren Verlauf alle 30 m, mindestens jedoch 0,5 m vor und nach jedem Durchbruch/Übergang, dauerhaft lesbar zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung darf durch nachträgliche Brandabschottung nicht beeinträchtigt werden.
- Bei der Verwendung von Einleiterkabeln ist eine kurzschlussfeste Befestigung und Bündelung sicherzustellen. Die Kurzschlussfestigkeit ist vom AN nachzuweisen. Für die Befestigung und Bündelung sind dabei im Außenbereich UV-beständige Materialien einzusetzen
- Muffen für Mittel-/Niederspannungskabel (Verbindungsmuffen) liefern und komplett montieren, einschließlich Absetzen und Verbinden der Kabel sowie Klein-, Befestigungs- und Zubehörteilen (dies ist grundsätzlich nicht erlaubt und Bedarf der Freigabe des AG)
- Auf Steigetrassen sind die Kabel an jeder zweiten Sprosse (max.600mm) mit Kabelschellen und Gegenwanne entsprechend dem Kabeldurchmesser zu befestigen. Erschwernisse durch vorhandene Anlagen bzw. beengte bauliche Verhältnisse sind zu berücksichtigen.
- Bei Verlegung auf horizontal waagerecht angeordneten Kabeltrassen sind die Kabel sauber zu ordnen und zu fixieren.
- Funktionserhaltkabel inkl. Stapa-Rohr und Rohrmontage
- Alle Kabel und Endverschlüsse sind nach der Montage gemäß IEC / VDE zu prüfen. Alle Prüfungen sind zu protokollieren.
- Der AN erstellt und liefert alle durch eine externe Prüfstelle (TÜV) geforderten Unterlagen und Dokumentationen für die Abnahme der Anlage. Die Anzahl der Unterlagen und Dokumentationen sind mit dem AG abzustimmen und dem AG vor der Inbetriebnahme zu übergeben.

Kabelverlegung

Die verwendeten Kabeltragsysteme sind mit Kabel so zu belegen, dass keine thermische Erhöhung und keine mechanische Überbelastung der Trassen und Rinnen entstehen. Punktuelle Kabelhäufungen mit Kreuzungen sind zu vermeiden. Bei Platz- und Reservemangel ist dies frühzeitig dem AG zu melden.

Folgende Verlegeanforderungen sind zu berücksichtigen:

- keine Belegung über die Holmhöhe hinaus bei mehrlagiger Belegung
- Kabel >1kV werden als Mehrleiterkabel einlagig und als Einleiterkabel im Dreieck gebündelt verlegt
- Leistungskabel < 1kV für Dauerverbraucher werden einlagig verlegt, für Kurzzeitverbraucher (z.B. Stellantriebe) mehrlagig
- Kabel für Messung, Steuerung und Regelung werden mehrlagig verlegt
- auf den Kabeltrassen ist eine ausbaufähige Platzreserve von 20% zu berücksichtigen

Folgende Mindestabstände zwischen den verschiedenen Kabeln sind einzuhalten:

- | | |
|------------------------------------|--------|
| • HS/MS-Kabel - NS-Kabel | 300 mm |
| • HS/MS-Kabel - Steuer-/Meldekabel | 300 mm |
| • HS/MS-Kabel - Leittechnikabel | 600 mm |
| • NS-Kabel - Steuer-/Meldekabel | 300 mm |
| • NS-Kabel - Leittechnikabel | 300 mm |

Können die genannten Mindestabstände nicht eingehalten werden, müssen gegebenenfalls besondere Maßnahmen getroffen werden, die im Einzelfall festzulegen sind, z.B.:

- Abstandsminderung bei Parallelverlegung < 20 m
- Mehrleiter-Kabel in metallene Schutzrohre oder geschlossene Metallkanäle verlegen.
- Kabel mit zusätzlichem Schirm verwenden.

Leiterkennzeichnung

Mit Veröffentlichung DIN VDE 0293-308 wurden neue Farben bei der Kennzeichnung der Außenleiter von Kabel und Leitungen verbindlich.

Folgende Leiterkennzeichnung wird für das Projekt festgelegt:

L1	L2	L3	PE/PEN
braun	schwarz	grau	grün/gelb

2.3 Funktionserhalt

Grundlegende Anforderungen

Die elektrischen Leitungsanlagen für bauordnungsrechtlich vorgeschriebene sicherheitstechnische Anlagen und Einrichtungen müssen so beschaffen oder durch Bauteile abgetrennt sein, dass die sicherheitstechnischen Anlagen und Einrichtungen im Brandfall ausreichend lang funktionsfähig bleiben (Funktionserhalt).

Dieser Funktionserhalt muss bei möglicher Wechselwirkung mit anderen Anlagen, Einrichtungen oder deren Teilen gewährleistet bleiben.

Der Funktionserhalt ist gegeben, wenn in der Kabelanlage bei einer Brandprüfung nach DIN 4102 kein Kurzschluss und keine Unterbrechung des Stromflusses in den geprüften elektrischen Kabelanlagen auftritt.

Das eingesetzte System muss als ganzheitliche Systemlösung die Anforderungen des technischen Brandschutzes erfüllen.

Funktionserhaltsklassen

Funktionserhaltsklassen E, für Kabel und Leitungen

Funktionserhaltsklassen	Funktionserhalt in Minuten
E30	≥ 30
E60	≥ 60
E90	≥ 90

Funktionserhaltsklassen S, für Brandschotte

Funktionserhaltsklassen	Funktionserhalt in Minuten
S30	≥ 30
S60	≥ 60
S90	≥ 90
S120	≥ 120
S180	≥ 180

Kabel mit Funktionserhalt

Bei Funktionserhaltskabel ist die Verantwortung für die Kompatibilität der verwendeten Materialien zum Erhalt der geforderten Brandschutzklasse mit Funktionserhalt beim AN. Hierfür ist er verpflichtet eine Übereinstimmungserklärung zu erbringen.

Kabel und Leitungen mit Funktionserhalt sind getrennt von normalen Kabeln und Leitungen auf eigens dafür vorgesehenem Kabeltragsystem zu verlegen. Eine Verlegung von Funktionserhaltskabeln ist nur auf Tragsystemen erlaubt, die bei Zugrundelegung von Übereinstimmungserklärungen des

Kabelherstellers und Trägerherstellers bestätigt wurden. Die Mindestbiegeradien sind hier ebenfalls genauestens einzuhalten.

Es sind ausschließliche halogenfreie E90 Kabel und Leitungen zu verwenden.

Kabeltragsysteme

Für Kabel mit Funktionserhaltsklassen sind die Kabeltrassen ebenfalls mit integriertem Funktionserhalt für die jeweilige Funktionserhaltsklasse vorzusehen (feuerbeständige brandgeprüfte Tragsysteme nach DIN 4102-12).

Kabeltragekonstruktionen sind entsprechend der zu erwartenden mechanischen und den Beanspruchungen durch Korrosion zu dimensionieren. Bei Verlegung von Kabeln mit Funktionserhalt im Brandfall müssen die Kabelkonstruktionen auch den thermischen Beanspruchungen während der für den Funktionserhalt festgelegten Zeitdauer standhalten.

3 MEK, IBN, Abnahmen

3.1 Montageendkontrolle MEK

Im Rahmen der MEK erfolgt die Überprüfung der vollständigen und ordnungsgemäßen Montage, des Anschlusses sowie der vollständigen Bezeichnungen nach dem KKS-System.

Es sind insbesondere die Anforderungen gemäß Teil B0.2.5.1 zu berücksichtigen.

3.2 Inbetriebnahme

Es sind insbesondere die Anforderungen gemäß Teil B0.2.5.1 zu berücksichtigen.

3.3 Probetrieb

Es sind insbesondere die Anforderungen gemäß Teil B0.2.5.1 zu berücksichtigen.

3.4 End-Abnahme

Es sind insbesondere die Anforderungen gemäß Teil B0.2.5.1 zu berücksichtigen.

4 Dokumentation

Die Ausführung der Dokumentation für Kabel, die Kabelverlegung sowie die Kabeltragsysteme muss entsprechend B2.0 „Spezifikation Elektrotechnik“ sowie Teil B0.2.6 „Abwicklungshandbuch“ erfolgen.

Im Rahmen der Dokumentation für die Kabel, die Kabelverlegung und die Kabeltragsysteme müssen vom AN u. a. folgende Unterlagen erstellt werden:

- Trassenpläne (Kabeltrassenverläufe)
- Trassenausführungspläne (Trassenquerschnitte, Anzahl der Pritschen bzw. Rohre, Levelzuordnung)
- Trag- und Sonderkonstruktionszeichnungen, Befestigungsdetails
- Datenblätter
- Kabellisten
- Kabelziehkarten (Kabelverlauf)
- QS-Nachweise (Anschluss-Prüfprotokolle, Verlegeprotokolle, Messergebnisse etc.)
- Gültige Prüfzeugnisse und Zulassungen nach DIN 4102 für sämtliche Abschottungssysteme und für Tragsysteme von Kabeltrassen mit Funktionserhalt im Brandfall

Die Kabelbrandschotts sind in einer Zusammenstellung mit folgenden Angaben zu dokumentieren:

- Typ
- Zulassungs-Nr. und -unterlagen
- Größe (Abmessungen)
- Ortsangabe (KKS des Gebäudes und Raumes)
- in den Revisionsplänen müssen Brandschottungen dargestellt werden
- Liste der Schottungen
- Fotodokumentation (Fotos der Schottungen)
- Sonstige Unterlagen, die für die Abnahme durch den Brandschutz-Sachverständigen notwendig sind.