

Leitfaden

E-002-DE Erstellung von Kabelanlagen

TE – EE Elektrotechnik

Anwendungsbereich:	Deutschland Werke und Standorte der K+S AG und der K+S Minerals and Agriculture GmbH
Fachgebiet:	Elektrotechnik
Ursprungssprache:	Deutsch
Veröffentlichung:	Intranet, Extranet
Anwender:	K+S Mitarbeiter, Lieferanten und Kooperationspartner
Ersatz für Dokument:	E-002
Revision	25.6.2025
Autor:	Ralf Hartmann
Abteilung:	TE-EES

Revision

Rev.	Blatt	Erstellt, Geändert		Geprüft	Bemerkungen, Art der Änderung
		Name	Datum	Name	
0		A. Röhl	16.08.2018	Lückert	Erstellung
1		R. Hartmann	25.06.2025	Hauner/Röhl	Teilweise Überarbeitung/Bohrspülverfahren und weiteres ergänzt

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung und Geltungsbereich	4
1.1	Mitgeltende K+S Leitfäden und Dokumente	4
1.2	Projektspezifikation	4
1.3	Abweichungen von K+S Leitfäden	4
1.4	Definitionen	4
2	Vorschriften und Normen	5
3	Dimensionierung von Kabeln	6
3.1	Reduktionsfaktoren für jeweiligen Kabeltyp	6
3.2	Dimensionierung der Einspeisung	6
3.3	Dimensionierung der Motorzuleitungskabel	7
3.4	Mindestquerschnitte	9
3.4.1	Mittelspannungskabel	9
3.4.2	Niederspannungsleistungskabel	9
3.4.3	Steuerkabel für Beleuchtungszwecke	9
3.4.4	Fernmeldekabel	9
4	Kabeltypenauswahl	9
4.1	Generell	9
4.2	Mittelspannungskabel	10
4.3	Niederspannungskabel für die Energieverteilung	10
4.4	Bewegliche Niederspannungsanschlüsse	10
4.5	Niederspannungskabel zu von Frequenzumrichtern gespeisten Motoren	10
4.6	Niederspannungskabel für Beleuchtungsinstallationen in Gebäuden	11
4.7	Steuerkabel	11

4.8	Steuerkabel geschirmt	11
4.9	Steuerkabel für eigensichere Stromkreise (in Ex-Schutz Bereichen)	11
4.10	Fernmeldekabel oder Steuerkabel für Spannungen bis 60 V	11
5	Kabelpotentialgruppen und Schirmung	11
5.1	Verlegung mit Trennung nach Potentialgruppen	11
5.2	Schirmung	12
5.2.1	Generell	12
5.2.2	Schirmung bei Profibus/Profinet	12
6	Kabelverlegung auf Kabeltragsystemen	12
6.1	Kabeltragsysteme	12
6.1.1	Projektierungsvorgaben Kabeltragsysteme	12
6.1.2	Kabeltragsysteme nach Umgebungsbedingungen	13
6.1.3	Installationsvorgaben für Kabeltragsysteme	13
6.1.4	Kabelverlegung auf Kabeltragsystem und Kabelbefestigung	13
6.1.4.1	Horizontale Kabelverlegung	13
6.1.4.2	Senkrechte/steigende Kabelverlegung	14
6.2	Verlegung der Kabel in Schalträumen	14
6.3	Verlegung von Energiekabeln in Luft	14
6.4	Kabelverlegung in Erde	14
6.4.1	Vorgaben zur Kabelverlegung in Erde	14
6.4.2	Verlegetiefen und Abstände in Erde	14
6.4.3	Weitere Verlegehinweise zur Kabelerdverlegung	15
6.4.4	Aufmessung bei Kabel-Erdverlegung	16
6.4.5	Erdverlegung im tiefen Untergrund (hergestellt durch Bohrspülverfahren)	16
6.5	Kabelverlegung und Installation von Beleuchtungsanlagen	16
6.6	Kabelverschraubungen	17
6.7	Kabelanschluss	17
6.8	Brandschotte und Wand-/Deckendurchbrüche	17
6.8.1	Generell	17
6.8.2	Kennzeichnung und Dokumentation der Brandschottungen	18
7	Prüfungen und Messungen	18
8	Bezeichnung der verlegten Kabel	19
8.1	Kabelbezeichnung	19
8.2	Kabelbezeichnungsschilder	19
9	EMSR-Dokumentation	19

1 Einleitung und Geltungsbereich

Dieser Leitfaden legt die Mindestanforderungen für die Erstellung von Kabel- und Leitungsanlagen fest.

Er gilt für die übertägigen Produktionsanlagen in den Werken der K+S AG und K+S Minerals and Agriculture GmbH.

Die Begriffe Kabel und Leitung werden in diesem K+S Leitfaden synonym verwendet.

1.1 Mitgeltende K+S Leitfäden und Dokumente

Zudem gelten die anderen für diesen Leitfaden relevanten K+S Leitfäden, insbesondere die EMSR-Leitfäden (im jeweils aktuellen Stand):

- K+S Leitfaden BMK-Kennzeichnung
- K+S Eplan Basisprojekt
- K+S Eplan Lieferantenrichtlinie
- Bedingungen für Bau- und Montageleistungen der K+S Aktiengesellschaft des Einkaufs.
- E-001 Erstellung der EMSR Dokumentation
- E-013 Erdung und Blitzschutz

Sind die Leitfäden dem Auftragnehmer (AN) in der aktuellen Version nicht bekannt, muss er diese beim verantwortlichen K+S Projektleiter des Auftraggebers (AG) umgehend anfordern.

1.2 Projektspezifikation

Für jede Anfrage wird dieser Leitfaden mit einer projektspezifischen technischen Spezifikation vom jeweiligen EMSR-Projektleiter des Standortes ergänzt.

1.3 Abweichungen von K+S Leitfäden

Alle Abweichungen, die den nachfolgend aufgeführten Mindestanforderungen nicht entsprechen, sind im Angebot zu kennzeichnen und anzugeben.

1.4 Definitionen

BMK	Betriebsmittelkennzeichen der K+S
AG	Auftraggeber (K+S)
AN	Auftragnehmer
S.O.	Straßen-Oberkante

2 Vorschriften und Normen

Die Kabel- und Leitungsanlagen müssen den jeweils aktuellen, gültigen Gesetzen, Verordnungen und Erlassen sowie Normen (IEC, EN, VDE und DIN) entsprechen. Diese Vorschriften und Normen sind Bestandteil dieses Leitfadens und sind einzuhalten.

Neben anderen sind insbesondere erwähnt:

Normenbezeichnung	Normeninhaltsbeschreibung
DIN VDE 0100	Errichtung von Niederspannungsanlagen mit Nennspannungen bis 1000V Teil 410: Schutz gegen elektrischen Schlag Teil 430: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Überstrom Teil 520: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen Teil 540: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Erdungsanlagen und Schutzleiter
DIN VDE 0276-1000	Starkstromkabel Strombelastbarkeit, Allgemeines; Umrechnungsfaktoren
DIN VDE 0276-620	Energieverteilungskabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen von 3,6/6 (7,2) kV bis einschließlich 20,8/36 (42) kV
DIN EN 50525-1 (VDE 0285-525-1)	Kabel und Leitungen – Starkstromleitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V (U0/U) - <i>Allgemeine Anforderungen</i>
DIN EN 50525-2-11 (VDE 0285-525-2-11)	Kabel und Leitungen - Leitfaden für die Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen mit einer Nennspannung nicht über 450/750 V - <i>Teil 2: Aufbaudaten und Einsatzbedingungen der Kabel- und Leitungsbauarten</i>
DIN EN 50565-1 (VDE 0298-565-1)	Kabel und Leitungen - Leitfaden für die Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen mit einer Nennspannung nicht über 450/750 V - <i>Teil 1: Allgemeiner Leitfaden</i>
DIN EN 50565-2 (VDE 0298-565-2)	Kabel und Leitungen - Leitfaden für die Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen mit einer Nennspannung nicht über 450/750 V - <i>Teil 2: Aufbaudaten und Einsatzbedingungen der Kabel- und Leitungsbauarten nach EN 50525</i>
DIN VDE 0298-3	Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen - <i>Teil 3: Leitfaden für die Verwendung nicht harmonisierter Starkstromleitungen</i>

DIN 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
DIN EN 60079-14	Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen
DIN EN 62305-1 & 2	Blitzschutz Teil 1: Allgemeine Grundsätze Teil 2: Risiko-Management

3 Dimensionierung von Kabeln

3.1 Reduktionsfaktoren für jeweiligen Kabeltyp

Entsprechend der Verlegungsart und -weise sind die Reduktionsfaktoren für die Betriebsart, Temperatur, Verlegeart und Häufung zu berücksichtigen.

Die Auslegung von Kabeln erfolgt nach den folgenden Gesichtspunkten:

- Nach VDE 0276-1000 sind je nach verwendetem Kabeltyp die entsprechenden Reduktionsfaktoren nach Betriebsart, Verlegeart, Umgebungsbedingungen und Häufung zu berücksichtigen und die Belastbarkeit zu bestimmen
- Vorgaben der oben unter 2. aufgeführten Normen wie VDE 0100, Teil 520 sowie VDE 0298 sind zu berücksichtigen
- das betreffende Kabel muss die zu übertragende Leistung auf Dauer unter Berücksichtigung parallel liegender Kabel thermisch ohne Beschädigung aushalten
- das Kabel darf im Kurzschlussfall bis zur Abschaltung des Fehlers durch den Kurzschlussstrom nicht beschädigt werden
- der Spannungsabfall im Nennbetrieb darf 3 % nicht überschreiten
- der Spannungsabfall im Anfahrbetrieb ($6 \times I_N$) darf 15 % nicht überschreiten
- Die Vorschriften über Schutz gegen elektrischen Schlag und Schutz von Kabel bei Überstrom sowie Kurzschlussschutz bzw. Schutz gegen gefährliche Körperströme nach VDE 0100, Teil 410 und Teil 430, müssen erfüllt werden

3.2 Dimensionierung der Einspeisung

Der AN hat Dimensionierung für Leistungskabel der Zuleitung durchzuführen und seine Annahmen und Berechnungsergebnisse ausführlich zu dokumentieren und dem AG zu übergeben.

3.3 Dimensionierung der Motorzuleitungskabel

Die Dimensionierung von Motorzuleitungen erfolgt nach den folgenden Tabellen durch den AN: Die in der Tabelle angegebenen Sicherheitsschalter Fa. Eaton sind verpflichtend einzusetzen.

Schmelzsicherungsloser Aufbau bei U = 400 V						
Motoren		Vor-Ort Sicherheits- Schalter Type EATON	Kabelquerschnitt			
Nennleistung	Nennstrom		bis			
kW	400V 1500 U/min A		150 m	200 m	250 m	300 m
0,37	1,1	P1-32	2,5	2,5	2,5	2,5
0,55	1,5		2,5	2,5	2,5	2,5
0,75	1,9		2,5	2,5	2,5	2,5
1,10	2,6		2,5	2,5	2,5	2,5
1,50	3,6		2,5	2,5	2,5	2,5
2,20	5,0		2,5	2,5	4	6
3,00	6,6		2,5	4	4	6
4,00	8,5		4	6	6	10
5,50	11,3		6	6	10	10
7,50	15,2		6	10	10	16
11,00	21,7		10	16	16	25/16
15,00	29,3	P3-100	16	25/16	25/16	25/16
18,50	36		16	25/16	25/16	35/16
22,00	41		25/16	35/16	35/16	35/16
30,00	55		25/16	35/16	50/25	50/25
37,00	68		35/16	50/25	50/25	70/35
45,00	81	PN2-160	50/25	50/25	70/35	95/50
55,00	99	PN2-160	50/25	70/35	95/50	95/50
75,00	134	PN2-200	70/35	95/50	120/70	120/70
90,00	161	PN2-250	70/35	95/50	120/70	150/70
110,00	196	PN3-400	95/50	120/70	150/70	185/95
132,00	231		120/70	150/70	185/95	240/120
160,00	279		150/70	185/95	240/120	240/120
200,00	349		240/120	240/120	300/150	300/150

Schmelzsicherungsloser Aufbau bei U = 525 V

Motoren		Sicherheits-Schalter Type EATON	Kabelquerschnitt			
Nennleistung	Nennstrom		bis			
kW	525V 1500 U/min A		150 m	200 m	250 m	300 m
0,37	0,9	P1-32	2,5	2,5	2,5	2,5
0,55	1,2		2,5	2,5	2,5	2,5
0,75	1,5		2,5	2,5	2,5	2,5
1,10	2,1		2,5	2,5	2,5	2,5
1,50	2,9		2,5	2,5	2,5	2,5
2,20	4		2,5	2,5	2,5	4
3,00	5,3		2,5	2,5	4	4
4,00	6,8		2,5	4	4	6
5,50	9		4	4	6	6
7,50	12,1		6	6	10	10
11,00	17,4		10	10	10	16
15,00	23,4		10	10	16	16
18,50	28,9	P3-100	16	16	25/16	25/16
22,00	33		16	16	25/16	25/16
30,00	44		16	25/16	35/16	35/16
37,00	54		25/16	25/16	35/16	50/25
45,00	65	PN2-160	25/16	35/16	50/25	50/25
55,00	79		25/16	35/16	50/25	50/25
75,00	107		35/16	50/25	70/35	70/35
90,00	129		50/25	70/35	95/50	95/50
110,00	157	PN2-250	70/35	70/35	95/50	120/70
132,00	184		95/50	95/50	120/70	120/70
160,00	224	PN3-400	95/50	95/50	120/70	185/95
200,00	279		120/70	120/70	150/70	185/95

3.4 Mindestquerschnitte

Die kleinsten zulässigen Leiterquerschnitte sind für die einzelnen Typengruppen unten definiert. Welche Mindestquerschnitte aus Gründen der thermischen Belastbarkeit während eines Kurzschlusses verlegt werden müssen, sind in Abhängigkeit von der anstehenden Bemessungskurzschlussleistung und der Staffelzeit vom AN zu ermitteln, zudem die Normenvorgaben zu beachten.

3.4.1 Mittelspannungskabel

Mindestquerschnitt:

- bis 150 MVA Kurzschlussleistung: 35 mm²
- bis 250 MVA Kurzschlussleistung: 50 mm²
- bis 350 MVA Kurzschlussleistung: 70 mm²

3.4.2 Niederspannungsleistungskabel

Mindestquerschnitt = 2,5 mm²

3.4.3 Steuerkabel für Beleuchtungszwecke

Mindestquerschnitt = 1,5 mm²,

3.4.4 Fernmeldekabel

Durchmesser = 0,8 mm.

4 Kabeltypenauswahl

4.1 Generell

In Innenräumen und Kanälen sind stets Kabel mit flammwidriger Außenhülle zu verwenden. In besonderen Fällen können aus Gründen des Brandschutzes besondere bauliche Maßnahmen oder weitere Schutzeinrichtungen, z. B. Brandschottungen, Anstrich mit flammhemmenden Stoffen, oder der Einsatz von Spezialkabeln vorgeschrieben sein.

Nur die Kabeltypen, gelistet in den folgenden Kapiteln, dürfen für die speziellen gelisteten Einsatzgebiete verwendet werden in den entsprechenden in der Berechnung ermittelten und dokumentierten Querschnitten.

Abweichende Kabeltypen dürfen nur nach besonderer schriftlicher Vereinbarung mit dem verantwortlichen Projektleiter verwendet werden.

In den Steuer- und Signalstammkabeln (z.B. von Schalträumen zum Feld) sollte eine angemessene Aderreserve (ca. 15 %) vorgesehen werden, diese Reserveadern sind auf Klemmen beidseitig aufzulegen und in Schaltplan darzustellen.

In einem Kabel darf nur eine Spannungsebene geführt werden (Ausnahme: Sonderkabel wie z.B. Schachtkabel).

4.2 Mittelspannungskabel

Kabel mit PVC-Isolierung, konzentrischem Schirm und roten oder schwarzen PVC-Außenmantel

N(A)YCY als Dreileiterkabel

N(A)2XS2Y als Einleiterkabel

4.3 Niederspannungskabel für die Energieverteilung

Kabel mit PVC-Isolierung, Schutzleiter als Einzelleiter oder als konzentrischer Leiter mit schwarzem PVC-Außenmantel

NYJ-J

NYCWY

NYCY

4.4 Bewegliche Niederspannungsanschlüsse

Schwere Gummischlauchleitung mit Gummiisolierung und ölfestem, gelben oder schwarzen PVC-Gummimantel

NSSHÖU

HO7RN-F

4.5 Niederspannungskabel zu von Frequenzumrichtern gespeisten Motoren

Diese Verbindungsleitung ist speziell für die Verkabelung von FU zum Vor-Ort-Leistungsschalter und von dort zum Motor einzusetzen; diese hat einen EMV-gerechten Aufbau mit konzentrisch angeordneten und verseilten Adern und symmetrisch gedritteltem Schutzleiter sowie eine Abschirmung:



2YSLCYK-J 3 x 2,5 + 3G0,5 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 4 + 3G0,75 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 6 + 3G1 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 10 + 3G1,5 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 16 + 3G2,5 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 25 + 3G4 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 25 + 3G4 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 35 + 3G6 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 70 + 3G10 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 95 + 3G16 mm ²
2YSLCYK-J 3 x 120 + 3G16 mm ²

4.6 Niederspannungskabel für Beleuchtungsinstallationen in Gebäuden

Kabel mit PVC-Isolierung und grauen PVC-Außenmantel

NYM

4.7 Steuerkabel

Kabel mit PVC-Isolierung, mit nummerierten Adern, mit Schutzleiter und mit schwarzen oder grauen PVC-Außenmantel

NYY-J(Z)

H05VV5-F (ÖLFLEX CLASIC 110 od. YSLY-JZ)

4.8 Steuerkabel geschirmt

Kabel mit PVC-Isolierung, mit nummerierten Adern, mit Schutzleiter, mit grauen oder transparenten PVC-Außenmantel und Cu-Schirm

H05VVC4V5-K (ÖLFLEX CLASIC 110 CY od. YSLYCY-JZ)

4.9 Steuerkabel für eigensichere Stromkreise (in Ex-Schutz Bereichen)

Kabel mit PVC-Isolierung, mit konzentrischem Schutzleiter, mit blauem PVC-Außenmantel

NYCY

4.10 Fernmeldekabel oder Steuerkabel für Spannungen bis 60 V

Fernmeldeaußenkabel mit PVC- oder PE-Isolierung, metallischem Schirm oder Bleimantel und PVC- oder PE-Außenmantel

A-2Y, G-2YY

5 Kabelpotentialgruppen und Schirmung

5.1 Verlegung mit Trennung nach Potentialgruppen

Die Kabel-Verlegung (z. B. auf Kabeltragsystemen, in Rohren, in Rinnen etc.) sollte getrennt zwischen den Kabel-Potentialgruppen erfolgen..

Folgende Kabel-Potentialgruppen werden unterschieden:

- LWL-Kabel, Bus-Kabel (Profibus/Profinet/Netzwerk), Signalkabel
- Brandschutzkabel
- Steuer- und Versorgungskabel 24 V DC
- Steuer- und Versorgungskabel 230 / 400 V AC, NS - Versorgungskabel (400/525V) / Motorkabel (geschirmt/ungeschirmt)
- Mittelspannungskabel

Die Trennung kann durch entsprechende Abstände oder Trennstege zwischen den Potentialgruppen erreicht werden.

Projektspezifische Anpassungen der Potentialgruppen sind möglich.

5.2 Schirmung

5.2.1 Generell

Für die Verkabelung verschiedener Feldgeräte, z.B. Ultraschall-, MID Messungen oder Frequenzumrichter gespeiste Antriebe, sind abgeschirmte Kabel vorzusehen

Die Abschirmung ist für messtechnische Einrichtungen nur einseitig, aber für Frequenzumrichter gespeiste Antriebe beidseitig auf der PA-Schiene aufzulegen.

5.2.2 Schirmung bei Profibus/Profinet

Die Schirme von Profibus-Kabeln und Profinet-Kabeln werden beidseitig auf der PA-Schiene aufgelegt.

Einschränkung: Sollten Potentialunterschiede an den beiden Kabelenden vorliegen, dann ist nur ein einseitiges Schirmauflegen erlaubt um Ausgleichsströme über den Kabelschirm zu vermeiden. Alternativ sollte man die Datenübertragung mit LWL-Kabeln in Betracht ziehen.

6 Kabelverlegung auf Kabeltragsystemen

6.1 Kabeltragsysteme

Ein Kabeltragsystem besteht aus Kabelträgern und Systembauteilen. Sprachgebräuchlich wird für Kabelträger auch Kabelgitter, Kabelwanne, Kabelpritsche oder Kabeltrasse verwendet.

6.1.1 Projektierungsvorgaben Kabeltragsysteme

Für Neubauprojekte sind fabrikfertige Kabeltragsysteme zu verwenden.

Die Kabeltragsysteme müssen für die Kabellast und mindestens 30 % Reservegewichtslast ausgelegt und dimensioniert werden. Die Berechnung der fachgerechten Auslegung ist nachzuweisen und zu dokumentieren.

Kabelanhäufungen auf Kabeltrassen sind zu vermeiden.

Für die Belegung der Kabeltrassen ist eine Kabel-Platzreserve von mind. 30% vorzusehen. Bei der Projektierung ist der Platzbedarf der Kabel mit Rücksicht auf die Strombelastbarkeit bei Kabelhäufungen und die zulässigen Biegeradien zu berücksichtigen, sowie die Festigkeit der Kabeltragsysteme und der anderen Bauteile ist zu beachten und sicherzustellen.

Für das Kabeltragsystem (Kabelpritschen, Kabelkanäle) ist ausreichend Platz erforderlich. Das Kabeltragsystem wird entweder an den Wänden/Stützen etc. befestigt oder freistehend montiert, so dass die Kabel von der Seite aufgelegt werden können und zu jeder Zeit wieder leicht aufzunehmen und auszutauschen sind. Das Kabeltragsystem darf die Wärmeabfuhr der Kabel durch Konvektion nicht behindern.

Alle metallischen Kabeltragsysteme sind in den örtlichen Potentialausgleich einzubeziehen.

6.1.2 Kabeltragsysteme nach Umgebungsbedingungen

Die ausgewählten Kabeltragsysteme müssen für die Umgebungsbedingungen bei K+S geeignet sein.

Folgendes ist einzuhalten:

Kabeltragsysteme in feuchten und salzbelasteten Anlagenbereichen:	generell aus nichtrostendem Stahl, ist vorzugsweise in Typ 1.4571 auszuführen
Kabeltragsysteme in trockenen/staubigen Anlagenbereichen:	offene Kabeltragsysteme, wie Gitterrinnen oder Kabelleitern, sind aus verzinktem Stahl auszuführen.

6.1.3 Installationsvorgaben für Kabeltragsysteme

Die Installation von Kabeltrassen und die Verlegung von Kabeln sind so auszuführen, dass jederzeit ein behinderungsfreier Zugang zu Aggregaten, Bedienelementen, Messstellen usw. im Rahmen des Betriebes und der Instandhaltung gewährleistet ist.

Prinzipiell gilt, dass Kabelwege nicht die Ausbaubarkeit von Antrieben, Pumpen usw. behindern dürfen. Dies schließt auch die behinderungsfreie Befahrung mit zur Instandhaltung erforderlichen Lastenhandhabungshilfsmitteln mit ein. Zudem müssen die Kabel im Verkehrsbereich gegen mechanische Beschädigung fachgerecht geschützt werden.

Die Kabel sind auf horizontalen und vertikalen Kabeltrassen zu verlegen. Die Kabelbefestigung erfolgt mit Kabel-Schellen aus dem gleichen Materialtyp wie das Kabeltragsystem, unter Verwendung der entsprechenden Kabel-Gegenwanne. Diese Maßnahme schützt die Kabel an der Befestigungsstelle. Dabei ist die Mindestauflagefläche der Kabel zu beachten.

Kabeltrassen, -leitern, -traversen, -kanäle oder -schutzrohre sind bevorzugt an der Gebäudekonstruktion zu befestigen. Nur im Ausnahmefall, für die Zu- und Steuerleitungen des jeweiligen Aggregates, kann das Kabelwegsystem an dem Aggregat befestigt werden.

Bei Neubauprojekten ist die Befestigung an der Gebäudekonstruktion generell durch Klemmtechnik herzustellen. Um den Korrosionsschutz nicht zu zerstören, werden Klemmen mit abgerundeten Auflageflächen verwendet, z.B. PohlCon (Puk) MKD 21, MKD 40. Auch Klemmsysteme mit glatter/flacher Auflagefläche und gerundeten Klemmen sind statthaft, z.B. KIS Wandkonsole mit SKS Klemmen.

6.1.4 Kabelverlegung auf Kabeltragsystem und Kabelbefestigung

Mittelspannungskabel sind kurzschlussfest zu bündeln und am Kabeltragsystem zu fixieren.

6.1.4.1 Horizontale Kabelverlegung

Die Schellenabstände auf Kabelleitern bzw. die Unterstützungspunkte bei Verlegung auf horizontalen Kabeltragsystemen sollen einen max. Abstand von 80 cm nicht überschreiten, darüber hinaus gelten folgende Richtwerte:

- Bei unbewehrten Kabeln: 20-facher Außendurchmesser
- Bei bewehrten Kabeln: 30- bis 35-facher Außendurchmesser

6.1.4.2 Senkrechte/steigende Kabelverlegung

Auf senkrecht verlaufenden Kabeltragsystemen können die Schellenabstände je nach gewählten Kabel- und Schellentyp vergrößert werden; Abstände von 1,5 m sollen jedoch nicht überschritten werden.

6.2 Verlegung der Kabel in Schalträumen

In Schalträumen sind die Kabel im aufgeständerten Fußboden (Doppelboden) zu verlegen. Die Wanddurchführungen sind mit Brandschotts zu verschließen.

Unterhalb von Schalträumen im Kabelkeller sind die Kabel auf Kabelbühnen so zu verlegen, dass der Verlauf der Kabel gut zu erkennen ist und Kreuzungen möglichst vermieden werden.

6.3 Verlegung von Energiekabeln in Luft

Kabel, die der Energieversorgung dienen, werden mit einem gegenseitigen Abstand von 7 cm verlegt. Die Verlegung von Einleiterkabeln erfolgt in Luft im System verseilt. Lediglich kurze Stecken, wie Trafo-Ableitungen, werden im Dreieck gebündelt.

Phasenfolge bei Verlegung paralleler Dreierbündel:

L2		L2		L2		L2	
L1	L3	L3	L1	L1	L3	L3	L1

Einleiterkabel werden so durch Schellen oder Bandagen gebündelt, dass sie den im Kurzschlussfall auftretenden dynamischen Belastungen standhalten, in ihrer Lage verbleiben und weder Kabel noch Bandagen bzw. Schellen beschädigt werden.

Schellen und Bandagen müssen gegen Umgebungseinflüsse beständig sein.

6.4 Kabelverlegung in Erde

6.4.1 Vorgaben zur Kabelverlegung in Erde

Nur wenn die Kabel nicht auf Kabeltrassen in Luft verlegt werden können, ist eine Erdverlegung vorzunehmen.

6.4.2 Verlegetiefen und Abstände in Erde

Die Kabel sind im Kabelgraben in folgenden Tiefen zu verlegen:

- Steuer- und Fernmeldekabeln: 0,6 - 0,9 m von Straßen-Oberkante (S.O.)
- Starkstromkabel: 0,8 - 1,2 m von S.O.
- Niederspannungskabel: 1 m von S.O.
(bei Verlegung von nur einer Lage)
- Hochspannungskabel: 1,2 m von S.O.

Bei Kreuzungen fällt eine Trasse um mindestens 0,1 m die andere steigt um mindestens 0,1 m. Der Abstand zwischen sich kreuzenden Kabeln ist mindestens 0,15 m.

Der Abstand von Starkstromkabeln zu Fernmeldekabeln soll $> 0,3$ m sein, mindestens jedoch 0,1 m (VDE 0100 Teil 520).

Zwischen Energiekabeln ist ein Mittenabstand von 0,1 m zu halten, mindestens jedoch der Kabeldurchmesser. Die Verlegung von Steuerkabeln im Zwischenraum ist nicht zulässig.

6.4.3 Weitere Verlegehinweise zur Kabelerdverlegung

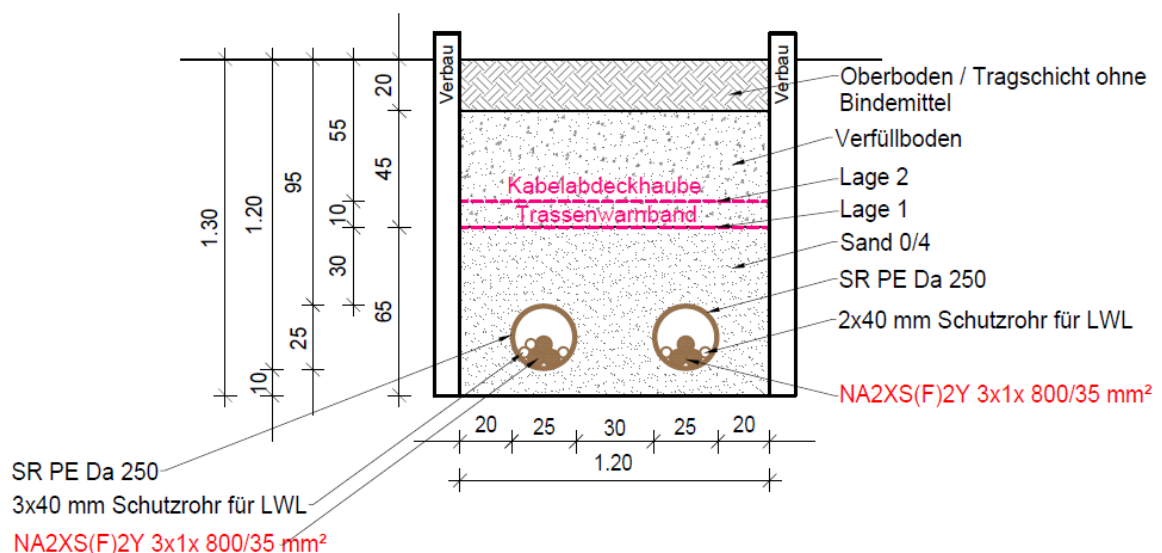
Die Biegeradien, gemäß VDE 0298, Teil 3, dürfen nicht unterschritten werden. Beim Einziehen mit einer Zugwinde gilt für die Radien der zweifache Wert.

Zum Einsanden der Kabel soll steinfreier Sand verwendet werden. Auf den Einbau von Zwischensteinen wird verzichtet.

Die Abdeckung der Kabel erfolgt nach geringer Einsandung mit einem Kabelwarnband, dann eine erneute Einsandung, danach werden die Kabelabdeckhauben verlegt und es wird erneut eingesandet.

Außenliegende Kabel werden seitlich mindestens 5 cm überdeckt.

Beispielhafte Ausführung: Eine Anpassung nach Projektgegebenheiten hat zu erfolgen!



Das Anbringen von Schildern "Vorsicht Kabel" geschieht bei Gebäudeeinführungen, wenn die Mindestabdeckung von 0,7 m unterschritten wird.

Es sind die Installationsvorgaben des Kabelherstellers einzuhalten (u.a. für min. Umgebungstemperatur bei Verlegung).

Unter den befestigten Straßen oder Plätzen sind die Kabel in Kabelformsteine oder Kunststoffrohre einzuziehen. Die Einzugslänge von Kabelschacht zu Kabelschacht soll 20 m nicht überschreiten. In den Formsteintrassen sind ca. 50 % Reservezüge vorzusehen.

Die Kabel werden bei Verlegung im offenen Kabelgraben in leichten Schlangenlinien zum Ausgleich einer Längsdehnung verlegt.

Die Zugkraft muss bei der Verlegung mit einer Zugwinde überwacht werden. Die maximal zulässige Zugkraft gemäß VDE 0298 Teil 3 bzw. die Herstellerangabe darf nicht überschritten werden, das Zugkraftmessprotokoll ist dem AG vorzulegen und zu übergeben.

Nach dem Verlegen sind die Kabel auf Beschädigungen zu untersuchen.

Wenn eine Endverschlussmontage nicht sofort erfolgt, werden alle Enden gekappt und mit Freien wasserdicht durch Schrumpfkappen, in Gebäuden durch PVC-Kappen verschlossen. Massekabel erhalten auch in Gebäuden Schrumpfkappen. Bei Dreimantelkabel erhält jede Ader eine Schrumpfkappe.

Einleiterkabel werden kurzschlussfest gebündelt oder in verseilter Ausführung verlegt. Sie dürfen in Rohren (z. B. bei Straßenunterführungen) nur als komplettes System verlegt werden.

6.4.4 Aufmessung bei Kabel-Erdverlegung

Diese in Erde verlegten Kabel sind umgehend aufzumessen durch die Markscheiderei bzw. einen ext. Dienstleister (Vermessungsbüro).

In einem Kabeltrassenplan bei Erdverlegung ist der Höhenverlauf des Kabels festzuhalten. In den Kabelplan müssen auch alle Änderungen der Kabelanlage (u.a. Regelquerschnittszeichnung) eingetragen werden. Diese Angaben sind wichtig, damit später das Kabel bei Bauarbeiten nicht wegen Unkenntnis seiner Lage beschädigt wird und eventuelle Fehler rasch geortet und beseitigt werden können. Diese Dokumente sind Teil der EMSR Dokumentation des AN.

6.4.5 Erdverlegung im tiefen Untergrund (hergestellt durch Bohrspülverfahren)

Die Auslegung, Verlegung und Installation von Kabeln im tiefen Untergrund, durch z.B. durch HDD-Bohrspülverfahren hergestellte Kabelwege, ist nicht durch einschlägige Normen abgedeckt. Für diese Verlegeart sind immer für den Einzelfall, entsprechend der notwendigen Verlegeparameter, die Auslegung sowie die Verlegungsvorgaben und die Installationsvorgaben projektspezifisch durch individuelle Berechnungen und Vorgaben zu belegen.

6.5 Kabelverlegung und Installation von Beleuchtungsanlagen

Die Installation der Beleuchtungsanlage ist unter Beachtung von VDE 0100 auszuführen. Demzufolge sind von der Lichtverteilung aus fünf-adrige Leitungen bzw. Kabel mit einem Querschnitt von mind. 1,5 mm² oder 2,5 mm² bis zu den Abzweigkästen oder Abzweigdosen in den einzelnen Anlagenteilen, auf Bühnen oder in sonstigen Bauabschnitten zu verlegen. Von dort ab können dreiadrige Leitungen oder Kabel als einphasige Stromkreise mit einem mind. Querschnitt von 1,5 mm² oder 2,5 mm² verlegt werden.

Um eine gleichmäßige Belastung zu erzielen, sind die Beleuchtungsstromkreise gleichmäßig auf die 3 Phasen zu verteilen.

6.6 Kabelverschraubungen

Es sind metrische Kabelverschraubungen aus Kunststoff, in mechanisch beanspruchten Sonderfällen auch aus Edelstahl 1.4571 mit metrischem Gewinde zu verwenden.

Die EMV- und Ex-Vorschriften sind zu beachten.

6.7 Kabelanschluss

Für den Kabelanschluss gelten folgende Regeln:

Wenn die Endverschlussmontage nicht sofort erfolgt sind alle Enden zu verkappen; im Freien wasserdicht durch Schrumpfkappen, in Gebäuden durch PVC-Kappen.

Massekabel erhalten auch in Gebäuden Schrumpfkappen. Bei Dreimantelkabeln erhält jede Ader eine Schrumpfkappe.

Kabelschuh- und Muffen-Montage sind mit nach Herstellervorgabe in Sechskantquetschung auszuführen.

Verbindungsmittel für Verschraubungen mit Stromschienen und Kabelschuhen aus CU und AL für Ströme ≤ 6.3 kA nach DIN 43673 (z.B. Nennanziehdrehmoment = 40 NM für Gewinde M 12 und Fettschmierung): Sechskantschrauben nach DIN 931/933, Stahl-Festigkeitsklasse 8, gelb-chromatiert. Spannscheiben nach DIN 6796, Federstahl FST, mechanisch verzinkt, Zinkschichtdicke ≥ 20 Mikrometer, gelb-chromatiert. Die Oxidschicht auf den Kontaktflächen ist durch Aufrauen zu entfernen und sofort mit Kontaktfett P1 (Fabr. Pfisterer) einzufetten und gleich anschließend zu verschrauben (Muttern dem Beschauer zugekehrt).

Die Kabel werden an den Gebäuden durch vorhandene Baueinführungen, Fabr. Hauff HD 125, HD 75, durchgezogen und mit den Einführungen verschrumpft.

Bodenabdeckungen der Schaltanlage werden ausgeschnitten und nach der Kabelmontage wieder eingebaut.

6.8 Brandschotte und Wand-/Deckendurchbrüche

6.8.1 Generell

Wand- und Deckendurchbrüche sind nach erfolgter Kabelmontage zu fachgerecht verschließen.

Brandschotte sind nach Fertigstellung der Arbeiten durch zertifiziertes Personal fachgerecht zu verschließen. Dazu sind nur zugelassene Materialien und Verfahren nach erforderlicher Feuerwiderstandsklassevorgabe des Einbauortes zu verwenden, die im Brandfall eine Brandausbreitung verhindern.

Alle bauartgeprüften Schottsysteme sind zulässig; die Auswahl der Schottungstypen erfolgt in Absprache mit der PL des AG. Alle Schottungen werden vom AN mit einem Typenschild gekennzeichnet. Die Schottnummern werden vom jeweiligen K+S Standort vergeben. Dem AG wird je Schottung ein ausführliches Dokumentationsblatt mit allen relevanten Angaben, als Teil der EMSR-Dokumentation, übergeben.

6.8.2 Kennzeichnung und Dokumentation der Brandschottungen

Kabelabschottungsangaben müssen gut sichtbar beidseitig und beständig nahe der Brandschottung mit folgenden min. Angaben gekennzeichnet werden:

- Typbezeichnung der Brandschottung mit Hersteller
- Zulassungsnummer
- Errichterangabe (Name/Firma)
- Errichtungsdatum
- Feuerwiderstandsklasse
- Gebäudebezeichnung/Örtlichkeit

Der Errichter der Brandschottung muss den fachgerechten Einbau entsprechend den Herstellervorgaben erklären und dokumentieren.

Alles ist in der EMSR Dokumentation durch den AN für den AG ausführlich zu dokumentieren.

7 Prüfungen und Messungen

Vor der Durchführung der Prüfungen sind vom AN alle notwendigen Vorsichtsmaßnahmen zu treffen die sicherstellen, dass selbst bei Fehlern keine Gefährdungen für Personen/Sachanlagen/Betriebsmitteln entstehen können.

Vor der Inbetriebsetzung sind mindestens die Prüfungen/Erstprüfungen der Installation entsprechend der VDE 100-600 durchzuführen.

Dazu gehören u.a.

- Besichtigung mit Bestätigung, dass die elektrischen Betriebsmittel der Anlage den Sicherheitsanforderungen der zutreffenden Betriebsmittelnormen entsprechen
- Leiterdurchgängigkeitsprüfung
- die Isolationsprüfung aller Kabel
- die Spannungsprüfung nach VDE für Kabel mit UN > 1KV.
- Bei Kunststoff-Einleiterkabeln muss eine Mantelprüfung mit Messung der Ableitströme vorgenommen werden
- Phasenfolge
- Prüfung der Schutzwirksamkeit
- Kabelanlagen für Mittelspannungskabel sollen nach der Montage mit Gleich- oder Wechselspannung geprüft werden (vorzugsweise mit niederfrequenter Wechselspannung)
- Messung des Erdungswiderstands an jedem Erdungsknotenpunkt
- Prüfprotokolle mit sämtlichen Daten für die spätere Fehlersuche werden hierüber erstellt und an AG übergeben

Die Ergebnisse der Prüfungen sind als Prüfprotokolle ausführlich und systematisch zu dokumentieren und Teil der EMSR-Dokumentation des AN für den AG, so dass auch nach längerer Zeit (Wiederkehrende Prüfung) über die durchgeführten Messungen und Prüfungen Auskunft gegeben werden kann. (Als Basis der Prüfprotokolle dienen die Muster der VDE 0100 ff).

8 Bezeichnung der verlegten Kabel

8.1 Kabelbezeichnung

Die Kabelbezeichnung folgt dem

- K+S Leitfaden BMK-Kennzeichnung und der
- K+S Eplan Lieferantenrichtlinie.

8.2 Kabelbezeichnungsschilder

Die Kabelbezeichnungsschilder sind an den Kabeln mindestens an den folgenden Stellen

- Anfang und Ende jedes Kabels
- beim Eintritt/Austritt in/aus Schutzrohren
- in angemessenen Abständen bei Verlegung im Erdboden
- bei Richtungs- oder Ortswechseln, z.B. im Kabelzwischenboden,
- beim Abgang aus dem Schaltschrank,
- vor und nach den Kabeldurchführungen und
- in Kabelzugschächten (Kabelzugsystem)

deutlich und dauerhaft-lesbar und unverlierbar anzubringen.

Der Typ der Kabelbezeichnungsschilder wird projektspezifisch vorgegeben.

9 EMSR-Dokumentation

Alle vom AN erstellten Planungsunterlagen sind Teil der EMSR Dokumentation.

Es ist vom AN eine detaillierte Kabeltrassenplanung im Maßstab 1:100 oder 1:50 für Trassen ab 100 mm Breite zu erstellen, alle Kabel sind entsprechend dem ausgeführten Weg in der Kabeltrassenplanung aufzuführen.

Die Kabelliste ist entsprechend der in K+S EPLAN Basisprojekt & K+S Eplan Lieferantenrichtlinie angegeben Format zu erstellen.

Die Auslegungsberechnungen sind im Originalformat und als PDF Teil der zu liefernden EMSR-Dokumentation.

Die komplette EMSR Dokumentation ist nach dem K+S Leitfaden „E-001 EMSR-Dokumentation“ zu erstellen und entsprechend dem Leitfaden dem AG zu übergeben.