


Netze Magdeburg GmbH – N.MD -			
	Legung von Kabeln im Erdreich	Technische Organisationsanweisung	
		N.MD-T-03/I	
Gültig ab: 01. Januar 2017	Ersatz für: SWM- Werknorm E-2.1.0 vom 01.02.2006	Fachbereich: NM-N	Verteiler: 3

Legung von Kabeln im Erdreich

1.	Anwendungsbereich	3
2.	Wahl des Trassenraumes	3
3.	Bemessungsgrundlagen	4
3.1.	Kreuzungen und Näherungen	4
3.2.	Grundsätze der Belegung und Maße der Kabelgräben	6
3.3.	Schutzstreifen	8
4.	Besondere Verlegebedingungen.....	8
4.1.	Verlegung in Schutzrohren außerhalb von Gebäuden.....	8
4.2.	Verlegung in Gebäuden	10
4.3.	Verlegung in Gebieten mit erhöhter Bodenfeuchte oder Hochwassergefahr	11
4.4.	Koordinierte Verlegung	12
4.5.	Verlegung von informationstechnischen Anlagen.....	12
4.6.	Verlegung kundeneigener Kabel	14
5.	Auslegung der Kabel	15
5.1.	Arbeitsrichtlinien.....	15
5.2.	Biegeradien und Zugkräfte	16
5.3.	Montage von Garnituren	17
5.4.	Trassenwarnbänder, Kabelkennzeichen und Schutzplatten	17
	Anlagen.....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schutzabstände (alle Maße in cm).....	5
Tabelle 2: Mindestabstände im Graben (alle Maße in cm).....	6
Tabelle 3: Sohliefen der Standardkabelgräben (alle Maße in cm).....	7
Tabelle 4: Einzuhaltende Standard- und Schutzstreifenbreiten bei Kabelverlegung	8
Tabelle 5: Auflistung Standardrohre	9
Tabelle 6: Mindestbiegeradien (d ist Außendurchmesser)	16
Tabelle 7: Mindestbiegeradien und Maximalzugkräfte (alle Maße in cm).....	16
Tabelle 8: Muffengruben (alle Maße in cm)	17

1. Anwendungsbereich

Diese Technische Organisationsanweisung gilt für alle Kabelanlagen, die durch die Netze Magdeburg GmbH (nachfolgend N.MD genannt) betrieben werden. Die in dieser Technischen Organisationsanweisung geforderten Parameter sind sowohl bei der Projektierung wie bei Kabellegung und Montage durch alle am Prozess beteiligten, einschließlich von Fremdfirmen, einzuhalten. Sollten abweichende Verlegebedingungen auf Grund der Örtlichkeiten erforderlich sein, so sind diese Abweichungen durch das Netzmanagement der N.MD zu genehmigen und in den Unterlagen festzuhalten.

Diese Technische Organisationsanweisung gilt im Verfügungsbereich der N.MD, unabhängig von den jeweiligen Eigentumsverhältnissen des Kabels oder des Grundstücks, und ist somit grundsätzlich auch bei Netzanschlüssen aller Spannungsebenen für Kunden anzuwenden. Betreibern, die ein kundeneigenes Netzen hinter der Eigentumsgrenze (Hausanschlusskasten, Hausanschlusssäule, kundeneigene Übergabestation am Mittelspannungsnetz) zum Netz der N.MD betreiben, wird empfohlen, diese Technische Organisationsanweisung ebenfalls zu berücksichtigen oder anzuwenden.

Die Kabelanlagen sind entsprechend der TOA Vermessung der SWM bei der Verlegung am offenen Graben einzumessen.

Die Kabel sind entsprechend der Technischen Organisationsanweisung T-08 (Prüfrichtlinie) und sofern mit einer Nennspannung >1 kV unter Beachtung der Technischen Organisationsanweisung T-19 (Netzführung der elektrischen Anlagen ab 1 kV) in Betrieb zu nehmen.

Es wird auf die Bestimmungen der VDE-AR-N 4220 : 2015-08 „Bauunternehmen im Leitungstiefbau – Mindestanforderungen“

VDE-AR-N 4221 „Mindestanforderungen an ausführende Unternehmen in der Kabellegung“ zusammen mit der VDE-AR-N 4220 „Mindestanforderungen an Bauunternehmen im Leitungstiefbau“, den Technischer Hinweis des VDE-FNN S 129 „Sicherheit bei Bauarbeiten in Leitungsnähe“ sowie die RAS, ZTV-A StB und ZTV-E StB hingewiesen. Nach ihrem Inkrafttreten sind auch die angekündigten Anwendungsregeln

- VDE-AR-N 4223 "Durchdringung von Gebäuden für Versorgungsleitungen"
- VDE-AR-N 4222 „Ausführungsvorgaben für Leitungslegung“

zu berücksichtigen.

Des Weiteren gelten die Verlege-, Verarbeitungs- bzw. Gebrauchsanleitungen der Herstellerfirmen, sowie für die informationstechnischen Anlagen, die ZTV-TKNetz der Deutschen Telekom.

2. Wahl des Trassenraumes

Es gelten die Grundsätze der Standort- und Trassenwahl der Richtlinie „Planung von Elektroenergienetzen, Mittel- und Niederspannung“.

Die Kabel sind vorrangig im öffentlichen Raum, d.h. auf öffentlich gewidmeten und ansonsten ständig zugänglichen Grundstücken im Eigentum der Stadt Magdeburg zu verlegen. Dabei sind wiederum die Flächen zu bevorzugen, welche in der Baulast des Tiefbauamtes stehen.

Sollte dies im Einzelfall unmöglich sein, ist auch eine Legung auf privatem Gelände zulässig, sofern mit dem Eigentümer eine Vereinbarung (Gestattungsvertrag) gemäß der Geschäftsanweisung GA-108 „Dingliche Sicherung ...“ abgeschlossen wird.

Grundlage der Belegung des Bauraumes ist die DIN 1998 „Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Flächen“, Ausgabe 1978 bzw. deren Nachfolgenorm. Diese Grundsätze sind auch dann anzuwenden, wenn eine Verlegung außerhalb des öffentlichen Bauraumes erfolgt.

Die Trassierung muss soweit irgend möglich im Fußwegbereich erfolgen. Ist dies nicht möglich, kann unter Beachtung der in Punkt 4.1 dieser Richtlinie beschriebenen Auflagen auch eine Verlegung in der Fahrbahn erfolgen. Mit der Ausnahme von Mischverkehrsflächen dürfen keine Kabel in Fahrbahnen verlegt werden, von denen Netzanschlüsse abgehen.

Gemäß der v.g. DIN 1998 ist die der Fahrbahn abgewandte Seite des Gehweges zu nutzen. Es ist in besonderen Fällen auch möglich, Kabelanlagen in Grünstreifen neben Fuß- oder Verkehrswegen zu verlegen, sofern nur eine Überpflanzung mit flachwurzelnden Sträuchern sichergestellt ist, deren normale Wuchshöhe kleiner 2 m beträgt. Der maximale Abstand zum Weg sollte dann 1 m nicht übersteigen. Zu ständig mit Fahrzeugen befahrenen Verkehrswegen, mit Ausnahme von Mischverkehrsflächen in Anlieger- und Wohnstraßen, ist ein Mindestabstand von 0,5 m einzuhalten. Sollte diese Bedingungen nicht eingehalten werden können, müssen die Kabel in Schutzrohren verlegt werden.

Der Abstand zu Hochbauten sollte 0,5 m nicht unterschreiten. Die Trasse sollte nicht in die Flucht der Häuserfront hineingehen, um Umverlegungen bei einer späteren Bebauung zu vermeiden. Eine Überbauung durch Hochbauten ist nicht statthaft. 1-kV- Versorgungskabel müssen in Trassen mit mehreren Kabeln auf der den Häusern zugewandten Seite liegen.

Für die endgültige Trassenwahl muss eine Genehmigungsplanung vorliegen, bei der vorrangig eine Zustimmung aller betroffenen Grundstückseigentümer zur Trasse und zusätzlich bei privaten Eigentümern die Zustimmung zur Eintragung einer Grunddienstbarkeit (dingliche Sicherung) einzuholen ist. Des Weiteren müssen die Zustimmungen der anderen Leitungsbetreiber sowie bei Vorhaben im öffentlichen Raum die Zustimmung der Tiefbaukoordination eingeholt werden. Eine vollständige Liste aller einzuholenden Genehmigungen kann auf Grund der örtlich wechselnden Bedingungen hier nicht aufgeführt werden.

Für die Querung von Gewässern ist zu prüfen, ob ein Düker unter dem Gewässer oder die Mitbenutzung einer Brücke wirtschaftlicher ist. In letzterem Fall ist die Vereinbarung über Leitungen an Brücken (alt: RiLeiBrü) und die daraus resultierenden Folgekosten zu beachten.

In der Nähe oder bei Kreuzungen von Bahnlinien sind die Stromleitungskreuzungsrichtlinien in der jeweils aktuellen Fassung (zuletzt: SKR 2000) zu beachten.

3. Bemessungsgrundlagen

3.1. Kreuzungen und Näherungen

Der Abstand von Kabeln im Anwendungsbereich dieser Richtlinie zu anderen Kabeln und Leitungen ist in Abstimmung mit den betroffenen Betreibern wie folgt zu wählen:

Tabelle 1: Schutzabstände (alle Maße in cm)

Leitungsart	Abstand bei					
	Parallelführung (horizontal)			Kreuzung (vertikal)		
Spannungsebene	10 kV	30 kV	110 kV	10 kV	30 kV	110 kV
110-kV-Kabel	50	75	50	30	45	30
Informationskabel	30	45	50	10	15	30
kundeneigene / fremde Energiekabel (sh. 3.6)	30	45	50	15	23	30
Gasrohre	40	60	75	20	30	100
Wasserrohre	40	60	75	20	30	100
Abwasserrohre	40	60	115	20	30	100
Fernwärmeleitungen	100	150	150	40	60	100
MVB- Kabel (Gleich- und Drehstrom)	30	45	60	30	45	60
MVB- Bahnkörper (Forderung MVB)	100	150	200	150	150	150
LSA- Kabel (Forderung Tiefbauamt)	50	60	60	50	50	50

Die Werte gelten sowohl für den vertikalen wie auch für den horizontalen Abstand außen am Kabel oder am Rohr.

Bei Kreuzungen mit 110-kV- Kabeln sind die Kabel der niederen Spannungsebene zu verrohren, das Setzen von Steinplatten ist ebenfalls möglich.

Die für Abwasserrohre genannten Werte sind Mindestabstände, im Einzelnen sollte der eineinhalbfache Außendurchmesser des Abwasserrohres ($1,5x d_A$) nicht unterschritten werden. Abwasserrohre dürfen nicht mit Kabeln unterquert werden.

Für Kreuzungen mit MVB- Gleiskörpern müssen Durchörterungen mindestens 150 cm unter der Schienenoberkante hergestellt werden. Bei paralleler Führung muss ein Mindestabstand von 100 cm ab der Schiene (Eisenschiene, nicht Schwelle) eingehalten werden. Baugruben bzw. Gräben ab 100 cm Tiefe müssen zum Gleiskörper hin verbaut werden. Der MVB-Straßenraum endet 180 cm seitlich der äußeren Gleisachse. In diesem Bereich sind bei Baumaßnahmen in jedem Fall Vor- Ort- Begehungen mit MVB- Mitarbeitern erforderlich.

Zu Bäumen muss ein Schutzabstand von 2,50 m, gemessen von der Stammachse, eingehalten werden. Es ist möglich, im Bereich von 1,00 - 2,50 m Kabel zu verlegen, wenn geeignete Schutzmaßnahmen (z.B. Einbau von Trennwänden oder Schutzrohren) entsprechend der Richtlinie GW 125 ergriffen werden. Hierbei ist eine Abstimmung mit dem Grünflächenamt erforderlich. Eine Näherung unter 1,00 m ist nur in Ausnahmefällen bei gesonderter Vereinbarung und mit dem Einsatz von Schutzmaßnahmen zulässig.

Der seitliche Abstand zu Hochbauten muss mindestens 50 cm betragen, die DIN 4123 und 4124 sind zu beachten.

Aus verschiedenen Gründen kann es geboten sein, unterschiedliche Medienleitungen mit einem gemeinsamen und möglichst minimierten Tiefbau zu verlegen. Hierzu können auf der Basis der in diesem Abschnitt genannten Maße kompakte Mehrstufengräben hergestellt werden. Näheres ist im Abschnitt 4.4 „Koordinierte Verlegung“ beschrieben.

Sofern es aus objektiven Gründen nicht möglich ist, die in diesem Abschnitt beschriebenen Abstände einzuhalten, sind folgende beiden Verfahrensweisen möglich:

- Schutzverrohrung möglichst beider Medienleitungen, aber dennoch Einhaltung größtmöglicher Abstände.
Eine Verminderung auf „Abstand Null“ (Berührung) ist grundsätzlich zu vermeiden.
- Einbau von Schutzplatten zwischen den Medienleitungen (waagrecht oder senkrecht).
Beim Einbau der Warnbänder oberhalb ist darauf zu achten, dass die darunter liegende Belegung mit unterschiedlichen Medien deutlich wird.

3.2. Grundsätze der Belegung und Maße der Kabelgräben

Folgende Mindestabstände zwischen den Kabeln und den Wänden des Kabelgrabens sowie zwischen den Kabeln in einem Graben untereinander sind grundsätzlich einzuhalten:

Tabelle 2: Mindestabstände im Graben (alle Maße in cm)

Bezeichnung	Erläuterung	mindestens	Standard	maximal
Gesamtüberdeckung	Geländeoberfläche - Kabeloberkante	60	70	80
Sandüberdeckung	oberhalb Kabeloberkante	10	10	./.
Sandbett	von Grabensohle bis Kabelunterkante	5	10	10
Kabelabstand	horizontal zwischen zwei Kabeln	7	./.	14
vertikaler Kabelabstand	bei Legung übereinander	14	14	20
Grabenwandabstand	zwischen Grabenwand und Kabel	7	10	17

Die einzelnen Maße sind nochmals in den Anlagen 1 und 2 dargestellt.

Die Legung von Mittelspannungskabeln 10 kV erfolgt als Bündel von drei Einleiterkabeln im Dreieck. Zur Bündelung können die Kabelkennzeichen nach Punkt 5.4 mit, aber nicht ausschließlich verwendet werden. Die Bündelung muss mindestens alle 2,5 m erfolgen. Die Breite des Bündels ist im Graben mit 8 cm anzunehmen, entsprechend dem Standardkabel NA2XS2Y 3x1x240 mm². Die Legung von Niederspannungskabeln 1 kV in der Tabelle 2 ist für das Standardkabel im Verteilungsnetz NAYY-J 150 mm² angenommen, der Kabelaußendurchmesser ist mit 5 cm anzusetzen (exakt 4,6 cm). Hausanschlusskabel 35 und 70 mm² liegen in der Regel einzeln im Graben.

Der horizontale Kabelabstand ist bis zu einer Nennspannung von 10 kV mindestens 7 cm. Höhere Nennspannungen erfordern größere Abstände. Der Kabelabstand von 7 cm gilt für eine Legung von maximal drei Systemen nebeneinander. Danach ist ein Zwischenraum von 14 cm bis zu den nächsten drei Systemen vorzusehen, um die Begehbarkeit des Grabens zu gewährleisten.

Die Mindestgrabenbreite im Verteilungsnetz beträgt 30 cm, bei dieser Grabenbreite ist jedoch die Einschränkung der Grabentiefe auf maximal 69 cm zu beachten. Weitere Standard-Grabenbreiten betragen 40 cm, 60 cm und 80 cm. Aus den genannten Werten können in der Horizontalen folgende Standard-Grabenbelegungen für das Verteilungsnetz abgeleitet werden:

- Grabenbreite 30 cm ein Kabel (System), 1 kV
- Grabenbreite 40 cm zwei Kabel (Systeme), jeweils 1 kV oder 10 kV
- Grabenbreite 60 cm drei Kabel (Systeme), jeweils 1 kV oder 10 kV
- Grabenbreite 80 cm vier Kabel (Systeme), jeweils 1 kV oder 10 kV

In Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen kann auch bei der Legung nur eines Kabels eine Grabenbreite größer 30 cm erforderlich sein. Darüber entscheidet der von N.MD

beauftragte Bauleiter vor Ort. Weiterhin ist es möglich, in einen 60 cm breiten Graben vier 1-kV- Kabel nebeneinander zu legen, sofern nur in einer Ebene verlegt wird.

Um die Breite der Gesamttrasse zu begrenzen, sollten in der Regel nicht mehr als 6 Kabel (-systeme) in einer 2x3- Anordnung nebeneinander gelegt werden. Bei Umspann- und Schaltwerksableitungen, ggf. auch bei Ableitungen aus Transformatorenstationen, ist es erforderlich, diese Werte zu überschreiten. Hierbei sollten zwischen den Kabeln, insbesondere zwischen verschiedenen Spannungsebenen, bei verringertem Kabelabstand Trennsteine eingebaut werden. Des Weiteren ist eine vertikale Staffelung anzustreben. In diesem Fall können auch Trennsteine zwischen den Verlegeebenen angeordnet werden.

Die Sandbettung beträgt bei normalem Boden 5 cm, bei steinigem Boden, Bauschutt u.ä. sind 10 cm vorzusehen. Bei sandigen Böden kann eine Sandbettung entfallen.

Von der Standard- Gesamtüberdeckung von 70 cm darf nur in begründeten Ausnahmefällen und bei Hausanschlusskabeln außerhalb des öffentlichen Bereiches abgewichen werden. Die Mindest- Gesamtüberdeckung von 60 cm darf in keinem Fall unterschritten werden. Besondere Bedingungen gelten im Bereich von Fahrbahnen (siehe Punkt 4.1) und für höhere Spannungsebenen.

30-kV- Kabel müssen mit 80 cm Überdeckung verlegt werden, wobei die Sohltiefe des Grabens 1,00 m wegen der andernfalls größeren Mindestgrabenbreite nicht überschreiten sollte.

Es sollen vertikal nicht mehr als zwei Verlegeebenen übereinander angeordnet werden. Die Zahl von drei Ebenen in Ausnahmefällen darf nicht überschritten werden. Bei der Legung von mehreren Spannungs- und Verlegeebenen sind die Kabel mit der höheren Betriebsspannung unten anzuordnen. Folgende Sohlthiefen des Grabens ergeben sich bei der Legung in einer oder in zwei Ebenen entsprechend den Standardmaßen aus Tabelle 3:

Tabelle 3: Sohlthiefen der Standardkabelgräben (alle Maße in cm)

	Sohlthiefe Mindestmaß	Sohlthiefe Standard normaler Boden	Sohlthiefe Standard steiniger Boden	Zuschlag MS-Kabel je Ebene
eine Ebene	70	80	85	3
zwei Ebenen	89	99	104	3

Die maximale Sohlthiefe eines Standard- Kabelgrabens beträgt demnach 110 cm. Im Gebiet der Stadt kann bei einer übergroßen Mehrzahl der Vorhaben von einer Sohlthiefe 80 - 85 cm ausgegangen werden.

Über die genannten Vorgaben hinaus ist die DIN 4124 gesondert zu beachten. Diese legt u.a. fest, dass bei einer Grabentiefe größer 70 cm die Mindestgrabenbreite 40 cm, und bei einer Grabentiefe größer 100 cm die Mindestgrabenbreite 60 cm beträgt.

Bei der Planung der Massen und Kosten eines Kabelgrabens sind erhöhte Kosten durch Randstreifen zu berücksichtigen, da es in der Praxis nicht möglich ist, einen idealen Kabelgraben mit vertikalen Grabenwänden herzustellen. Dadurch ist der Kabelgraben an der Oberfläche breiter als an der Sohle, auf die sich die vorstehenden Maße beziehen.

Der maximale Böschungswinkel bestimmt sich entsprechend der Festigkeit des Bodens. Nötigenfalls sind Verbaumaßnahmen zu ergreifen. Die Art der wiederherzustellenden Oberflächenbefestigung ist ebenfalls zu berücksichtigen. Zur Vermeidung von Regressforderungen auf Grund nachträglich setzender Oberflächen ist der Randstreifen so breit zu wählen, dass eine Unterhöhlung fester Oberflächen (z.B. Bitumen) durch Ausrieselung des Unterbaus ausgeschlossen ist.

3.3. Schutzstreifen

Der Schutzstreifen soll gewährleisten, dass neben einer möglichen Beschädigung von Kabeln durch Arbeiten im unterirdischen Bauraum entsprechend der o.g. Abstandsforderungen vorrangig nachträgliche manuelle und maschinelle Tiefbauarbeiten zur Freilegung der Kabel im Störfall oder im Falle von Netzveränderungen möglich sind und die erforderlichen Arbeitsraumbreiten für Muffengruben gesichert werden.

Grundsätzlich wird ein Schutzstreifen gefordert, der beidseitig jeweils 1,30 Meter über die erforderliche Kabelgrabenbreite hinausgeht und bei der Genehmigungsplanung zu berücksichtigen ist. Innerhalb des Schutzstreifens ist keine Bebauung und keine Baumpflanzung zulässig.

Der Wert ist auf volle halbe Meter aufzurunden.

Entsprechend den o.g. Verlegevorschriften und unter Anwendung des Grundsatzes ergeben sich bei den verschiedenen Belegungen mit Kabeln folgende Standard- Schutzstreifenbreiten:

Tabelle 4: Einzuhaltende Standard- und Schutzstreifenbreiten bei Kabelverlegung

Kabelanzahl	Schutzstreifen
1	3,00 m
2	3,00 m
3	3,50 m
4	3,50 m

Im Falle einer einseitigen Verlagerung der Kabeltrasse an ein Gebäude oder eine ähnliche Begrenzung, z.B. auf Grund der Nichtverfügbarkeit freien Trassenraumes, muss die geforderte Schutzstreifenbreite dennoch in Summe eingehalten, d.h. an der anderen Seite wieder ausgeglichen werden.

4. Besondere Verlegebedingungen

4.1. Verlegung in Schutzrohren außerhalb von Gebäuden

Schutzrohre sind dann zu verwenden, wenn

- ein Oberflächenaufbruch bei späteren Arbeiten, oder
- eine Beschädigung der Kabel durch äußere Belastungen (z.B. Überbauung)

vermieden werden sollen. Dies ist im Besonderen

- im Bereich von Straßenkreuzungen und -querungen,
- bei unvermeidlichen Längsverlegungen in Fahrbahnen,
- beim Unterqueren von Bahntrassen (einschließlich Straßenbahn),
- bei der Verlegung in oder an Brücken

notwendig. Soweit nicht auf Grund besonderer Anforderungen im Einzelfall anders festgelegt, werden Kunststoff- Schutzrohre entsprechend der untenstehenden Tabelle verwendet.

In jedem Fall ist Kunststoff- Neuwerkstoff der Reihe 4 (PVC Professional bzw. PE-HD) zu verwenden, kein Recyclingmaterial (Regenerat).

Schutzrohre aus Stahl sind immer dann zu verwenden, wenn höhere äußere Belastungen auftreten (bei Bahntrassen die Regel). Stahlrohre sind generell verwendungsbezogen zu dimensionieren.

Der Rohrdurchmesser soll immer mindestens das 1,5- fache des Kabel- Außendurchmessers betragen.

Eine Verwendung verschiedener Rohrtypen ist nicht zulässig, damit Rohranlagen verlängert oder nach einer Trennung wieder geschlossen werden können.

Folgende Standardrohre sind zu verwenden:

Tabelle 5: Auflistung Standardrohre

Verwendung	lichte Weite (di) min.	Wandstärke (dw)	Typ
Kleinstmaß, Hausanschlusskabel NAYY-J 4x35 mm ²	63	4,7	PVC mit Steckmuffen nach DIN 16873
NS- Verteilungsnetz NAYY-J 4x150 mm ² und 185 mm ² 10-kV- Netz NA2XS2Y 3x1x240 mm ² bis 80 m Zuglänge Einzeladerzug	110	5,3	PVC mit Steckmuffen nach DIN 16873
10-kV- Netz NA2XS2Y 3x1x240 mm ² bis 80 m Zuglänge im Bündel	140	6,7	PVC mit Steckmuffen nach DIN 16873
10-kV- Netz NA2XS2Y 3x1x240 mm ² über 80 m Zuglänge; 30-kV- und 110-kV- Einzeladerzug	140	9,1	PE 160x9,1 mit Rastermuffe nach DIN 16874
30-kV- Netz N2XS2Y 3x1x400 mm ² im Bündel	175	11,4	PE 200x11,4 mit Rastermuffe nach DIN 16874

Ist eine Rohranlage länger als eine handelsübliche Stangenlänge, ist beim Einbau bezüglich der Muffen die Ziehrichtung des Kabelzuges zu beachten.

Die Rohrfarbe soll schwarz sein, grau ist auch zulässig. Andere Farben sind generell nicht zulässig.

Jedes Kabel bzw. Kabelsystem ist in ein getrenntes Rohr zu legen. Systeme aus drei Einleiter-Mittelspannungskabel werden grundsätzlich gemeinsam in ein Rohr gelegt, insbesondere bei der Verwendung von Stahlrohren darf davon keinesfalls abgewichen werden. Werden Mantelrohre mit großen Nennweiten verwendet, sind in dieses kleinere Rohre für die Aufnahme der einzelnen Kabel zu schieben.

Krümmungen in Rohren sind auf ein Mindestmaß zu beschränken. Der Mindest- Krümmungsradius des Rohres beträgt das Dreifache der Werte aus Tabelle 6. Die Krümmungsradien sind durch aneinander gesetzte Rohrbögen herzustellen. Die Verwendung von flexiblem Rohrmaterial ist nicht zulässig.

Die ununterbrochene Gesamtlänge von Schutzrohren sollte 30 m nicht übersteigen. Bei Verrohrungslängen größer 30 m sind die Belastungsminderungen gesondert zu berechnen.

Kreuzungen von Verkehrswegen sind möglichst rechtwinklig auszuführen. Die Rohrenden müssen, soweit nicht anders gefordert, 50 cm über den Verkehrsweg hinausragen. Reserverohre sind durch den zuständigen Planer oder Betreiber in angemessener Zahl mit vorzusehen.

Die Mindest- Gesamtüberdeckung des Schutzrohres in Verkehrswegen (Fahrbahnen, Mischverkehrsflächen) muss 1,00 m betragen, sollte ohne besondere Begründung aber 1,20 m nicht überschreiten.

Zum Schutz der Kabel sind die Rohrenden zu entgraten und trichterförmig aufzuweiten. Die Rohrenden sowohl belegter wie auch im Vorlauf oder zur Reserve eingebauter Schutzrohre sind zu verschließen, um das Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit zu verhindern. Vor dem Einziehen der Kabel ist eine Vertiefung vor dem Rohrende zu schaffen, damit kein Schmutz mit eingezogen wird. Die Kabel müssen beim Einziehen geschmiert werden, um die Zugbeanspruchung der Kabel zu reduzieren.

Sofern Schutzrohre in ein Mantelrohr eingezogen werden, sind die Zwischenräume zwischen den Schutz- und den Mantelrohr in derselben Weise wie vorstehend abzudichten.

Muss eine Rohranlage geöffnet werden, ist es nicht zulässig, die Rohre zu zerschlagen. Die Rohre sind mit geeigneten Methoden zu trennen. Wenn die Rohranlage belegt ist, muss sichergestellt werden, dass der Kabelmantel dabei nicht beschädigt wird.

4.2. Verlegung in Gebäuden

Bei der Kabelverlegungen in Gebäuden ist zwischen

- (ausschließlichen) Betriebsgebäuden der Stromversorgung die elektrische Betriebsstätten sind (z.B. Transformatorenstationen, Schaltwerke, Umspannwerke), und
- allgemeine andere Gebäude und
- in Gebäude mit Menschenansammlungen zu unterscheiden.

Dazwischen gibt es Mischformen, z.B. wenn in ein Wohn- und Geschäftshaus eine Einbau-Trafostation eingebaut wird. In solchen Fällen ist jeweils der technisch Standard mit dem höheren Schutzniveau zu wählen.

In allen Gebäuden, die keine ausschließlichen elektrotechnischen Betriebsstätten sind, werden Kabel nur als Hausanschlüsse verlegt. Die Kabelführung im Gebäude ist auf dem kürzesten Weg vorzunehmen. Im Übrigen sind die TAB Nieder- und Mittelspannung der N.MD, veröffentlicht auf der Internetpräsenz www.netze-magdeburg.de, zu beachten.

Ist es im Sonderfall unumgänglich, ein allgemeines Gebäude mit Versorgungsleitungen zu queren, ist

- die Trasse im gesamten Verlauf zu verrohren. Bei MS- Kabeln sind generell geerdete St- Rohre zu verwenden.
- eine gerade Trasse zu wählen, sodass das /die Kabel von außen gezogen werden können, ohne Arbeiten im Gebäude ausführen zu müssen
- die Rohrtrasse möglichst nur in allgemein zugänglichen Gebäudeteilen anzuordnen und nicht in privaten Kellerräumen

In Gebäuden mit Menschenansammlungen sind gesonderte Bestimmungen zu beachten. Kabel gemäß dieser Technischen Organisationsanweisung, die in solchen Gebäuden verlegt werden, sind ausschließlich in halogenfreier, flammwidriger Ausführung zu verwenden. Entsprechend der einschlägigen Vorschriften sind zusätzliche Brandschottungen vorzusehen.

Kabel in Gebäuden müssen in Rohren, auf Pritschen oder fest durch Schellen an den Wänden befestigt werden. Sofern die Kabel durch Bereiche führen, die allgemeinem Publikum (z.B. Tiefgaragen) oder Laien (z.B. Mieterkeller) zugänglich sind, sind geschlossene Kabelführungssysteme einzusetzen. Die Schellenabstände oder der Abstand von Befestigungen auf

Kabelpritschen soll den zwanzigfachen Außendurchmesser des Kabels oder aber 80 cm nicht überschreiten.

Mittelspannungskabel in Gebäuden werden ausschließlich in feuerfesten Rohren oder in Ausnahmefällen in brandgeschotteten Kabelkanälen verlegt, wobei zwei Kriterien zu beachten sind:

- Funktionserhalt. Bei einem Brand im Gebäude muss möglichst lange die Funktion des Kabels aufrechterhalten werden, um die Evakuierung und Brandbekämpfung zu unterstützen.
- Personen- und Sachwerteschutz: Durch die Ummantelung sind äußere Beschädigungen, die zu einem elektrischen Störfall führen können, fernzuhalten. Bei einem möglichen Störfall durch innere Fehler oder äußere Einwirkungen sind die Auswirkungen auf Personen und Sachwerte weitgehend zu begrenzen.

Bei der Einführung der Kabel in Gebäude sind zur Abdichtung fabrikfertige Durchführungen entsprechend der Technischen Spezifikationen zu verwenden und fachgerecht einzubauen. Die Außenfläche des Gebäudes ist nach Einbau der Durchführung wieder in einen wasserfesten Zustand zu versetzen, üblicherweise mit einem Bitumenanstrich. In die Außenwände von elektrotechnischen Betriebsgebäuden sind ausreichend Reserveeinführungen mit vorzusehen.

4.3. Verlegung in Gebieten mit erhöhter Bodenfeuchte oder Hochwassergefahr

Wenn damit zu rechnen ist, dass die Kabel ständig oder häufig innerhalb des Grundwasserhorizontes liegen, sind folgende besondere Bedingungen zu beachten:

Bei Mittelspannungskabeln ist in diesen Fällen der Einsatz der längswasserdichten Ausführung NA2XS(F)2Y vorgeschrieben.

Muffen, auch Hausanschlussmuffen, sind in diesen Bereichen zu vermeiden und wenn unumgänglich zu minimieren. Es dürfen grundsätzlich nur Muffentypen eingesetzt werden, die vom Hersteller für diese Verlegebedingungen freigegeben sind. Die Herstellung der Muffen ist mit besonderer Sorgfalt auszuführen.

Sofern das Eindringen von Grundwasser in eine Rohranlage wahrscheinlich ist, muss darauf geachtet werden, dass die Rohrmuffen hinreichend dicht sind. Die Rohrenden sind ggf. mit druckwasserdichten Ringraumdichtungen zu verschließen.

Zusätzlich gilt in Gebieten mit Hochwassergefahr, dass sich Hausanschlüsse, Kabelverteilerschränke, Stationen o.ä. nur oberhalb einer ungefährdeten Höhe befinden dürfen. Die Festlegung von Mindesthöhen elektrischer Anlagen in Gebieten mit Hochwassergefahr erfolgt im Einzelfall. Als Richtwert kann gelten, dass Anlagen ab einer Höhe von 4,0 Metern über dem Normalpegel an der jeweiligen Stelle unbedenklich sind.

Demnach dürfen Endverschlüsse und Kabelaufteilungen auch nur oberhalb der genannten Höhe hergestellt werden. Bei Mittelspannungskabeln gilt diese Regelung ohne Ausnahme. Sollte es bei Niederspannungskabeln auf Grund besonderer Anforderungen, z.B. ausdrücklichem Kundenwunsch, unvermeidlich sein, eine Kabelaufteilung unterhalb dieser Höhe herzustellen, muss eine Abdichtung des Zwickels des Niederspannungskabels mit einer Endaufteilkappe erfolgen.

4.4. Koordinierte Verlegung

Zur Minimierung des Tiefbauaufwandes und zur Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Trassenraumes im Gehweg oder in Mischverkehrsflächen ist mit der SWM ein optimiertes Grabenprofil abgestimmt worden. Hierbei sind die Abstände zwischen den verschiedenen Leitungen auf ein Mindestmaß beschränkt worden. Bei der Umsetzung dieses Konzeptes ist zunächst ein Stufengraben in der vollen späteren Breite herzustellen. Anschließend sind die Leitungen von unten nach oben nacheinander einzubauen.

In den Anlagen 3, 4 und 5 ist ein solches koordiniertes Grabenprofil dargestellt. Dessen Anwendung ist vor allem für die Erschließung von Wohngebieten und Gewerbeflächen vorgesehen, kann aber auch in anderen geeigneten Fällen erfolgen. Bei der Verlegung von mehreren Kabeln nebeneinander ist der Stufengraben entsprechend der Vorgaben im Abschnitt 3.2 einseitig nach außen zu verbreitern, so dass der Abstand zur TWL nicht vermindert wird. Selbiges Prinzip gilt für den Einsatz von TW- oder G- Leitungen mit größerer Nennweite.

Grundsätzlich kann dieses Grundschema, vor allem in Bezug auf die seitlichen Abstände, auch für die Kabelverlegung in zwei Ebenen eingesetzt werden. Hierbei wird dann kein Stufengraben mehr hergestellt. Diese Variante ist in der Anlage 3 gestrichelt angedeutet.

Entsprechend den üblichen Regeln ist dieses Profil ggf. spiegelbildlich anzuwenden, so dass das oder die Stromkabel immer dem zu versorgenden Grundstück zugewandt sind.

Wenn TK- Anlagen mit AZK mit verlegt werden, muss die Breite des AZK bei der Lage des (Stufen-) Grabens innerhalb der Verkehrsfläche berücksichtigt werden, damit die AZK weder auf private Grundstücke noch über Leitungen kommen. Der Abstand der äußeren Grenze des Grabens zur Grundstücksgrenze muss also mindestens AZK- Breite haben.

4.5. Verlegung von informationstechnischen Anlagen

Dieser Abschnitt gilt für alle informationstechnischen Rohr- und Kabelanlagen, die der Übertragung von Betriebs- oder Schutzinformationen oder Aufgaben der Fernüberwachung oder Fernsteuerung des Stromnetzes dienen. Insbesondere gelten die Festlegungen für alle Anlagen, die im Auftrag der N.MD geplant und errichtet werden oder in die Betriebsführung der N.MD übergehen, aber auch für alle übrigen Anlagen im vorstehenden Sinne einschließlich der 110-kV- Anlagen.

Grundsätzlich sind erdverlegbare Mehrfachrohre (EVMR) aus PE-HD des Typs 3x50x4,6 (Anzahl Röhren x Innendurchmesser x Wandstärke) mit gerade geriefter Innenwandung einzusetzen.

Die Innenriefung der Rohre vermindert die Reibungskräfte und schont die Kabel beim Einzug.

In Einzelfällen ist auch eine Einzelverlegung der Rohre möglich.

Nur wenn es nicht möglich ist, das EVMR in großen Baulängen ungeschnitten in einen offenen Graben einzubringen, ist es möglich, in kürzeren Baulängen Mantelrohre DN 160 (DN 140 auch möglich) für den nachträglichen Einzug eines EVMR einzusetzen.

Die EVMR sind grundsätzlich bis in ein Gebäude, einen Unterflur- Abzweigkasten (AZK) oder einen oberirdischen Anschlussschrank einzuführen. Unterirdische Bauwerks- Einführungen sind entsprechend dem zu erwartenden Grundwasserstand abzudichten. Standard- Material ist derzeit eine Hauff HSI 150 mit Alu-Flansch oder Doppeldichtpackung. Bei Einführung in oberirdische Anschlussschränke, die von unten nicht abgedichtet sind, ist das Rohr bis über die Gelände- Oberkante (GOK) hochzuziehen.

EVMR-Einführungen in AZK sind durch geeignete Anschlusselemente oder Rohradapter in einer Zugöffnung der Einführungsplatte vorzunehmen. Die Einführung hat zwingend unter einem Winkel von 90° zu erfolgen. Nur so ist die Dichtheit an den Anschlusselementen

gewährleistet. Sind die EVMR bereits mit Kabeln belegt, so ist mit teilbaren Anschluss-
elementen zu arbeiten. Dann sind allerdings nur zwei Rohre je Zugöffnung einführbar. Nicht
belegte Öffnungen der Einführungsplatte sind mit Kappen zu verschließen. Eine
ungeschnittene Leerrohrdurchführung durch einen AZK ist verboten.

Bevorzugte Anschlusselemente sind im Anhang aufgeführt.

Einführungen in AZK sind grundsätzlich nur an den dafür vorgesehenen Stellen vorzunehmen,
um die berechnete Statik nicht negativ zu beeinflussen!

Die Lage der Einführungen, Anfang und Ende der Rohre sowie die Länge der Rohre sind im
Kalibrierprotokoll zu dokumentieren.

Der Spalt zwischen Röhre und eingezogenem Kabel ist grundsätzlich wasser- und feinsand-
dicht abzudichten. Ungenutzte Röhren sind gegen das Eindringen von Wasser, Schmutz oder
Kleinlebewesen wasserdicht zu verschließen.

Für den Einbau von Rohrmuffen innerhalb eines EVMR- Zuges sind die drei Rohre zu
vereinzeln und einzeln jeweils versetzt mit einer geeigneten Muffe zu verbinden. Werden
mehrere Rohre gemeinsam in einem Graben verlegt, sind Rohre unterschiedlicher Kennung
zu verwenden. Die Kennung darf in einem Abschnitt nicht wechseln. Beim Verbinden der
Rohre ist darauf zu achten, dass nur Rohre gleicher Kennung verbunden werden. Die Ver-
bindungstechnik muss sicherstellen, dass die Verbindung zugfest, sowie wasser- und
druckdicht ist und ein späteres Kalibrieren und Einblasen der Kabel möglich ist (keine Spalte,
keine innenliegende Grate). Vorzugsweise sind Doppelklemmfittings zu verwenden. Die Ver-
wendung zugfester Doppelsteckmuffen ist auch möglich. Die jeweiligen Montageanweisungen
der Hersteller sind strikt zu beachten.

Nachdem die Tiefbauarbeiten zur Verlegung von EVMR vollständig abgeschlossen wurden
(d.h. erst nach vollständiger Oberflächen- Wiederherstellung), ist die Rohranlage zu prüfen.
Die Kalibrierung ungenutzter Rohre soll erst 6 Wochen (42 Tage) nach der Verlegung erfolgen,
um nachträgliche Setzerscheinungen zu erfassen.

Durch die Kalibrierung wird nachgewiesen, dass die Rohranlage keine Einschnürungen oder
Hindernisse aufweist und die zugelassene Toleranz des Durchmessers eingehalten wird.
Gleichzeitig wird dadurch die verlegte Länge und die Zuordnung der Rohrenden dokumentiert.
Für die Rohrabmessungen 50x4,6 mm beträgt der Kaliberdurchmesser 35 mm.

Gefordert werden mit Protokoll:

- Kalibrieren
- Druckprüfung

Für den Einzug von Informationskabeln sind in geeigneten Abständen AZK vorzusehen.
Diese sind in der Regel

- alle 650 m (maximale Rohrlänge 3x50x4,6 auf Transporttrommel) ± 150 m sowie
- an Knickpunkten größer 45° (bei Unterschreitung eines Mindestbiegeradius von 2 m)
- vor Gebäudeeinführungen (immer AZK86)
- an Abzweigen

einzusetzen.

Für den reinen Leitungszug genügen AZK 83 („kleiner“ AZK). Müssen im AZK Muffen gesetzt
werden, sind AZK 86 („großer“ AZK) einzusetzen.

Eventuelle Erweiterungen und spätere Abzweige sind bereits in der Planung zu berück-
sichtigen, um ein nachträgliches Auswechseln des AZK zu vermeiden. Im Zweifelsfall ist ein
AZK86 einzusetzen.

Für AZK die Abzweige beinhalten sind ebenfalls bevorzugt große AZK einzusetzen. Bei
Überlängenbevorratung von mehr als 20 Metern ist ebenfalls ein großer AZK zu setzen.

Sofern in einem solchen AZK keine Muffe oder Spleiß hergestellt werden muss, kann nach Rücksprache mit dem Auftraggeber auch ein kleiner AZK eingesetzt werden.

AZK sind in nicht überfahrbaren Bereichen anzuordnen. Dort genügt ein Deckel der Belastungsklasse B125, ansonsten ist ein Deckel der Belastungsklasse D400 einzusetzen. Im Zweifelsfall ist D400 die richtige Wahl.

Bei der Anordnung der AZK und der Leitungstrasse ist der im Abschnitt 4.4 „Koordinierte Verlegung“, im letzten Absatz beschriebene Bezug auf die Grundstücksgrenze zu beachten.

Beim Bau der AZK sind die Bauvorschriften der Hersteller strikt zu beachten, das betrifft besonders die Ausbildung der Fugen, der Einführungsöffnungen und des Deckelrahmens, um die statischen Anforderungen zu erfüllen.

Sofern die örtliche Lage entsprechende schädigende Einflüsse erwarten lässt, sind Anschlusschrank- Standorte mit geeignetem Anfahrerschutz zu versehen und / oder zu umpflastern.

AZK in gefährdeter Umgebung z.B. Randstreifen von Feldwegen sind mit mindestens zwei Markierungspfosten zu versehen und mit einem in Beton gesetzten Tiefbord zu schützen.

Informationskabel sind mit mindestens einem Ring Reserve in den AZKs zu verlegen, um Längenänderungen durch Temperatureinflüsse zu kompensieren.

Eingezogene Kabel sowie Muffen sind in den AZK dauerhaft mit ihrer Nummer zu kennzeichnen.

Können die vorstehenden Bedingungen nicht eingehalten werden, ist die zu wählende Lösung mit N.MD /NM-A (oder ggf. dem Auftraggeber) abzustimmen.

4.6. Verlegung kundeneigener Kabel

Dieser Abschnitt beschreibt, welche Besonderheiten zu beachten sind, wenn Beauftragte der N.MD Kabel verlegen, die nicht Pachtgegenstand der N.MD sein werden.

Nicht betroffen von der nachstehenden Regelung sind die Kabelanlagen, welche nach der Errichtung in der Betriebsführung der N.MD stehen und / oder nach einer Übergangszeit in den Pachtgegenstand der N.MD übergehen.

Sofern Kabelanlagen, welche unter die vorstehende Regelung fallen

- zusammen mit Kabeln der N.MD oder der SWM- Gruppe oder
- außerhalb des Kundengrundstückes

verlegt werden, sind diese

- grundsätzlich weder ober- noch unterhalb von Anlagen der N.MD anzuordnen, sondern ausschließlich daneben. Sofern möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist ein Mindestabstand 30 cm, zu unseren Anlagen einzuhalten.
- mit einem Warnband bzw. Abdeckplatten zu kennzeichnen, die deutlich erkennen lassen, dass es sich nicht um Anlagen der N.MD handelt. Die Verwendung von Material der N.MD ist ausdrücklich nicht zulässig.
- am Kabel selbst als kundeneigen zu kennzeichnen. Dies kann z.B. durch eine langlaufende Umwendelung mit Warnband oder dergleichen erfolgen.
- in die Bestandsunterlagen (GIS) aufzunehmen und als kundeneigen zu kennzeichnen. Dies erfolgt um dem eigenen Betriebspersonal mehr Sicherheit zu verschaffen und betriebliche Vorgänge zu erleichtern.

Sollten bei Arbeiten an Kabelanlagen Kennzeichnungen beschädigt werden oder verloren gehen, sind diese - wie allgemein üblich - zu ersetzen.

5. Auslegung der Kabel

5.1. Arbeitsrichtlinien

Die Auslegung der Kabel kann nur durch eine Fachfirma erfolgen, die ihre Qualifikation nachgewiesen hat und für Arbeiten innerhalb der SWM- Gruppe gemäß der SWM-Geschäftsanweisung GA-060 „Fremdfirmenmanagement“ zugelassen ist. Die Arbeiten bei der Auslegung der Kabel haben unter Aufsicht eines GA-060 in seiner Qualifikation geprüften und zugelassenen Monteurs zu erfolgen. Die Montage von Garnituren darf ausschließlich von zugelassenen Monteuren erfolgen.

Die Kabel sind mit der notwendigen Sorgfalt zu behandeln um sicherzustellen, dass die vorge-sehene Lebensdauer erreicht wird. Erkannte Hersteller- und Transportschäden müssen unver-züglich beim Bauleiter gemeldet werden, diese Kabel dürfen nicht weiter verbaut werden.

Kabel sind durch Kräne oder andere maschinelle Vorrichtungen abzuladen. Ein Abwerfen von Kabeln von Transportfahrzeugen ist unzulässig. Kabeltrommeln können zum Transport gerollt werden, wenn das Kabelende festgelegt ist. Der auf der Kabeltrommel aufgemalte Pfeil gibt dabei die Drehrichtung der Trommel beim Rollen an.

Bei der Verlegung von Kabeln dürfen folgende Eigentemperaturen nicht unterschritten werden:

NA2XS2Y	(10 kV)	-5°C
NAYY	(1 kV)	0°C

Liegen die Außentemperaturen unter den genannten Eigentemperaturen, kann nur in Aus-nahmefällen eine Verlegung durchgeführt werden, wenn das Kabel vorher erwärmt wird. Hierüber entscheidet der Bauleiter. Es ist zu beachten, dass Kabel auf Trommeln sehr langsam durchwärmen. Es ist davon auszugehen, dass die Eigentemperatur des Kabels die durchschnittliche Umgebungstemperatur der letzten 3 Tage ist. Lag die Außentemperatur der letzten Tage vor der Verlegung unter den geforderten Werten und ist anschließend gestiegen, kann nur nach vorheriger Erwärmung gearbeitet werden.

Kabel sind grundsätzlich mittels geeigneter Vorrichtungen abzutrommeln. Die Trommel muss dabei bremsbar sein, um ein Einknicken durch Nachlaufen der Trommel zu vermeiden. Beim Abziehen ist die Kabeltrommel mitzudrehen. Ein Abrollen der Kabeltrommel auf dem Boden ist nicht zulässig. Nach Möglichkeit sollte die Kabeltrommel mit der Vorrichtung entlang des Grabens bewegt werden, dies ist einem Ziehen des Kabels bei stehender Abtrommel-vorrichtung vorzuziehen.

Die Verlegung hat so zu erfolgen, dass Beschädigungen ausgeschlossen werden. Das Ziehen über harte und scharfe Gegenstände ist verboten. Bei der Auslegung sind Kabelrollen zu verwenden. Verdrehungen und Verschlaufungen des Kabels müssen ausgeschlossen sein. Bei der Verlegung dennoch entstehende Beschädigungen des Außenmantels sind unverzüglich wasserdicht abzudecken. Der aufsichtsführende Kabelmonteur der Baufirma entscheidet nach der Begutachtung des Schadens, ob die schadhafte Stelle herausgeschnit-ten werden muss. Kleinere Außenmantelbeschädigungen können mittels Reparaturman-schetten dauerhaft verschlossen werden. Der Bauleiter ist in jedem Fall zu informieren. Für Reparaturmanschetten gelten die gleichen Regelungen wie für Muffen (Kennzeichnung in Plänen, Kabelkennzeichen des Monteurs).

Die Endkappen der Kabel dürfen nicht entfernt oder beschädigt werden. Geschnittene Kabel sind sofort wieder zu verkappen, sofern die Garnituren nicht direkt im Anschluss montiert werden.

Die Kabel sind nicht straff in den Graben zu legen, um eine Längenänderung auf Grund der Differenzen zwischen Bodentemperatur und der thermischen Belastung zu ermöglichen. Insbesondere bei höheren Außentemperaturen während der Verlegung ist dies zu beachten.

Die Durchführung der Tiefbauarbeiten und Kabelmontagen richtet sich ansonsten nach den „Zusätzlichen Bedingungen für Tiefbau- sowie Kabel- und Rohrlegungsarbeiten“ einschließlich den zugehörigen Leistungsverzeichnissen und Vertragsbedingungen.

5.2. Biegeradien und Zugkräfte

Prinzipiell gilt für Kunststoffkabel, dass nach Herstellerempfehlungen folgende Mindestbiegeradien eingehalten werden müssen:

Tabelle 6: Mindestbiegeradien (d ist Außendurchmesser)

Nennspannung	Aderzahl	Mindestbiegeradius
< 1 kV	mehradrig	12 x d
> 1 kV	einadrig	15 x d

Bei Außentemperaturen unter 5°C ist ein Zuschlag von 20% zu berücksichtigen. Werden Kabel maschinell eingezogen, sind die Werte zu verdoppeln.

Für die maximal zulässigen Zugkräfte an Kunststoffkabeln mit Al- Leitern und ohne Bewehrung bzw. Metallmantel gilt grundsätzlich

$$P = 30 \times A$$

P Zugkraft in N
A Leiterquerschnitt in mm²

Dieser Wert gilt sowohl beim Ziehen mit dem Ziehstrumpf wie auch mit dem Ziehkopf. Werden Kabel mittels Ziehkopf gezogen, sind alle Leiter am Ziehkopf zu befestigen. Die Zugkräfte sind grundsätzlich durch Messung zu kontrollieren. Stehen keine geeigneten Ziehgeräte zur Verfügung, ist das Kabel auszurollen, in dem die Kabeltrommel entlang der Trasse bewegt wird.

Im Einzelnen dürfen bei der Legung und der Montage folgende Mindestbiegeradien nicht unterschritten und höchstzulässigen Zugkräfte nicht überschritten werden:

Tabelle 7: Mindestbiegeradien und Maximalzugkräfte (alle Maße in cm)

Kabeltyp	Querschnitt	Biegeradien in cm bei Außentemperatur		Zugkräfte in kN
		< 5°C	> 5°C	
NA2XS2Y	3x1x240 mm ²	65	54	7,2
NAYY-J	4x150 mm ²	68	56	4,5
NAYY-J	4x70 mm ²	50	41	2,1
NAYY-J	4x35 mm ²	41	34	1,05

5.3. Montage von Garnituren

Für die Montage von Garnituren, die im Erdreich angeordnet werden, sind Montagegruben (Muffengruben) erforderlich. Folgende Standardgrößen der Muffengrube können angesetzt werden:

Tabelle 8: Muffengruben (alle Maße in cm)

Kabelverbindung	Länge	Breite	Tiefe
1-kV- Hausanschlussmuffe	150	120	Grabensohle +10 cm
1-kV- Verbindungsmuffe zwischen NAYY	150	120	Grabensohle +30 cm
10-kV- Verbindungsmuffe NA2XS2Y - NA2XS2Y	200	150	Grabensohle +40 cm
10-kV- Verbindungsmuffe Massekabel - Massekabel	250	150	Grabensohle +40 cm
10-kV- Übergangsmuffe NA2XS2Y - Massekabel	250	150	Grabensohle +40 cm

Muffen mit massegefüllten Kabeltypen müssen nach der Montage 10 cm tiefer liegen als das Kabel in der Trasse. Dazu ist die Muffengrube in Legerichtung des Kabels auszuböschten.

Es ist darauf zu achten, dass bei der Montage von Garnituren die Leiterfolge nicht verändert wird. Die Leiter sind möglichst vor der Verlegung mit Farbringen zu kennzeichnen, damit eine Verwechslung ausgeschlossen wird.

5.4. Trassenwarnbänder, Kabelkennzeichen und Schutzplatten

Oberhalb der Kabel sind diese mit Kabelwarnbändern zu sichern. Die Warnbänder müssen sich 30 - 40 cm unterhalb der Erdoberfläche und mindestens 30 cm oberhalb der Kabel befinden. Für eine Grabenbreite von 40 cm genügt ein Trassenwarnband in der Grabenmitte. Bei breiteren Gräben sind mehrere Warnbänder in einem Abstand von 20 cm zu legen. Bei der Verlegung von Kabeln in mehreren Ebenen ist zwischen den Ebenen mittig dann Warnband auszulegen, wenn sich in der unteren Ebene Mittelspannungskabel befinden.

Kabelanlagen sind mit Schutzplatten oder Schutzband abzudecken. Kabel mit einer Nennspannung ≥ 10 kV erhalten Schutzplatten, bei 1-kV- Kabeln genügt leichtes Schutzband. Schutzplatten oder Schutzbänder müssen breiter als die darunter liegenden Kabelanlagen sein und seitlich mindestens 1 cm über die Kabel hinausragen. Die Schutzplatten oder Schutzbänder müssen 15 - 25 cm oberhalb der Kabel, und mindestens 40 cm unterhalb der Erdoberfläche angeordnet sein. Die Trassenwarnbänder müssen sich immer oberhalb der Schutzabdeckung, mit einem Mindestabstand von 15 cm befinden. Bei der Verlegung in mehreren Ebenen sind die Schutzplatten nur über der obersten Kabellage anzuordnen.

Die Kabel mit Betriebsspannungen ≥ 10 kV sind mit an den Kabeln angebrachten Bändern zu markieren. Die Kabel sind in roter und gelber Farbe gehalten und tragen eingepreßt eine Kennzeichnung „SWM“ und das Verlegejahr. Die Bereitstellung der Kabelbänder erfolgt auf Anforderung des Bauleiters. Die Anbringung der Kabelkennzeichen muss im Abstand von 3 - 5 Metern erfolgen.

An jeder Kabelgarnitur (Muffen, Endverschlüsse, Kabelstecker, Rep.- Muffe) ist durch graue Kabelbänder zu kennzeichnen, durch welchen Monteur die Montage der Garnitur durchgeführt wurde. Dazu trägt das Kabelband die Monteurnummer.

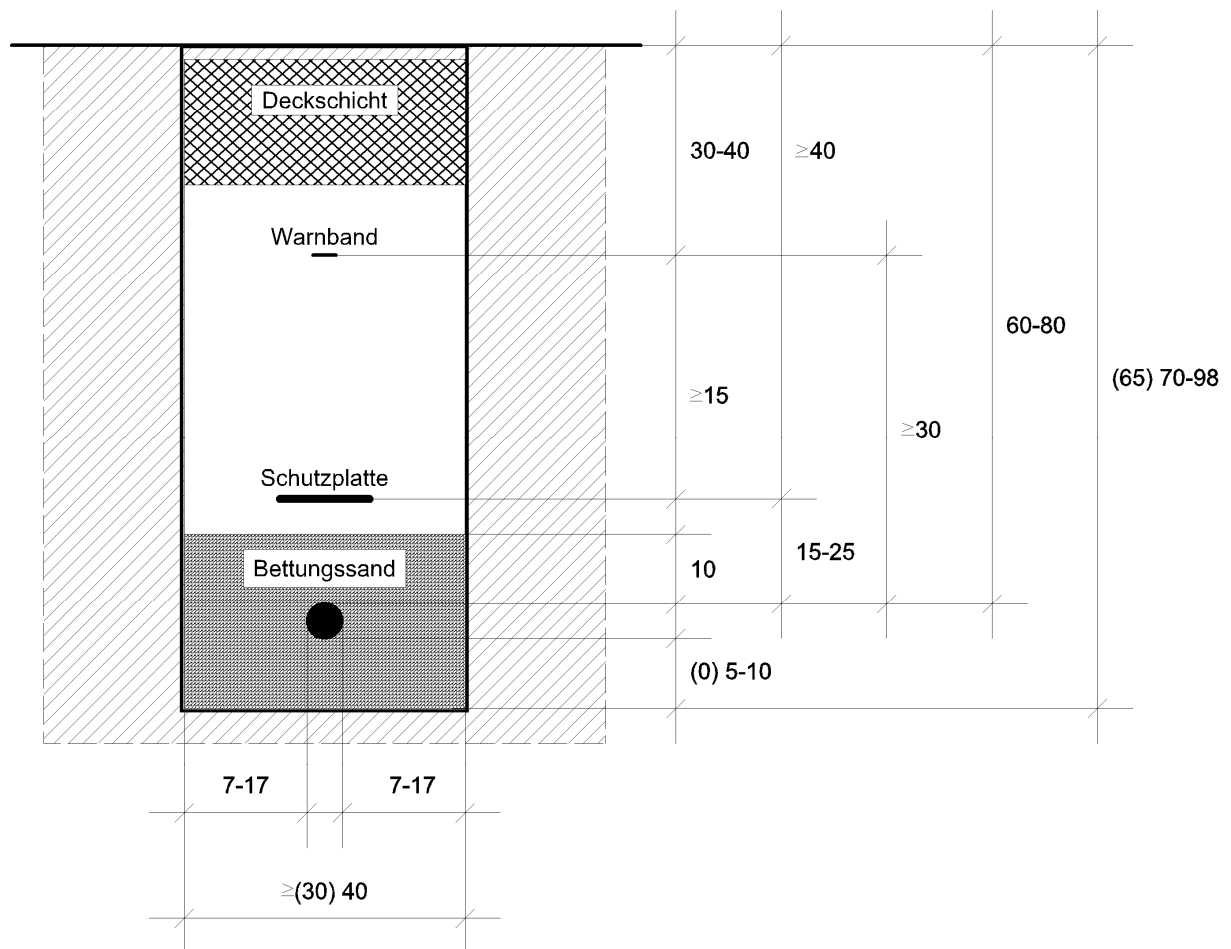
Netze Magdeburg GmbH

GFS Herr Schwieger
(Geschäftsführer)

Anlagen

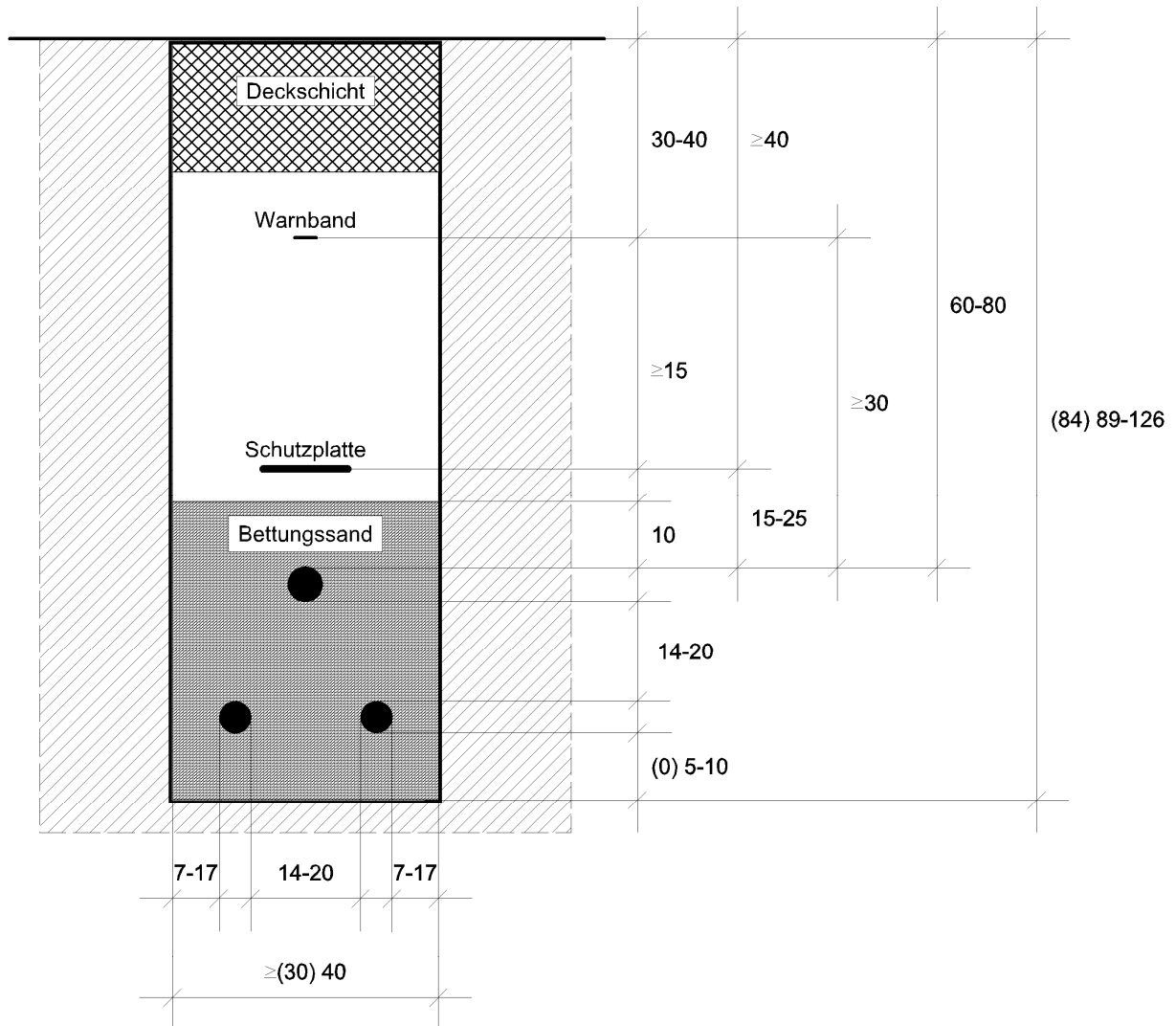
Anlage 1: Querschnitt durch einem Kabelgraben - eine Verlegeebene.....	20
Anlage 2: Querschnitt durch einem Kabelgraben - zwei Verlegeebenen	21
Anlage 3: Querschnitt durch einem Kabelgraben - koordinierte Verlegung	22
Anlage 4: Querschnitt durch einen Kabelgraben - koordinierte Verlegung mit Info, Var. a	23
Anlage 5: Querschnitt durch einen Kabelgraben - koordinierte Verlegung mit Info, Var. b	24

Anlage 1: Querschnitt durch einem Kabelgraben - eine Verlegeebene



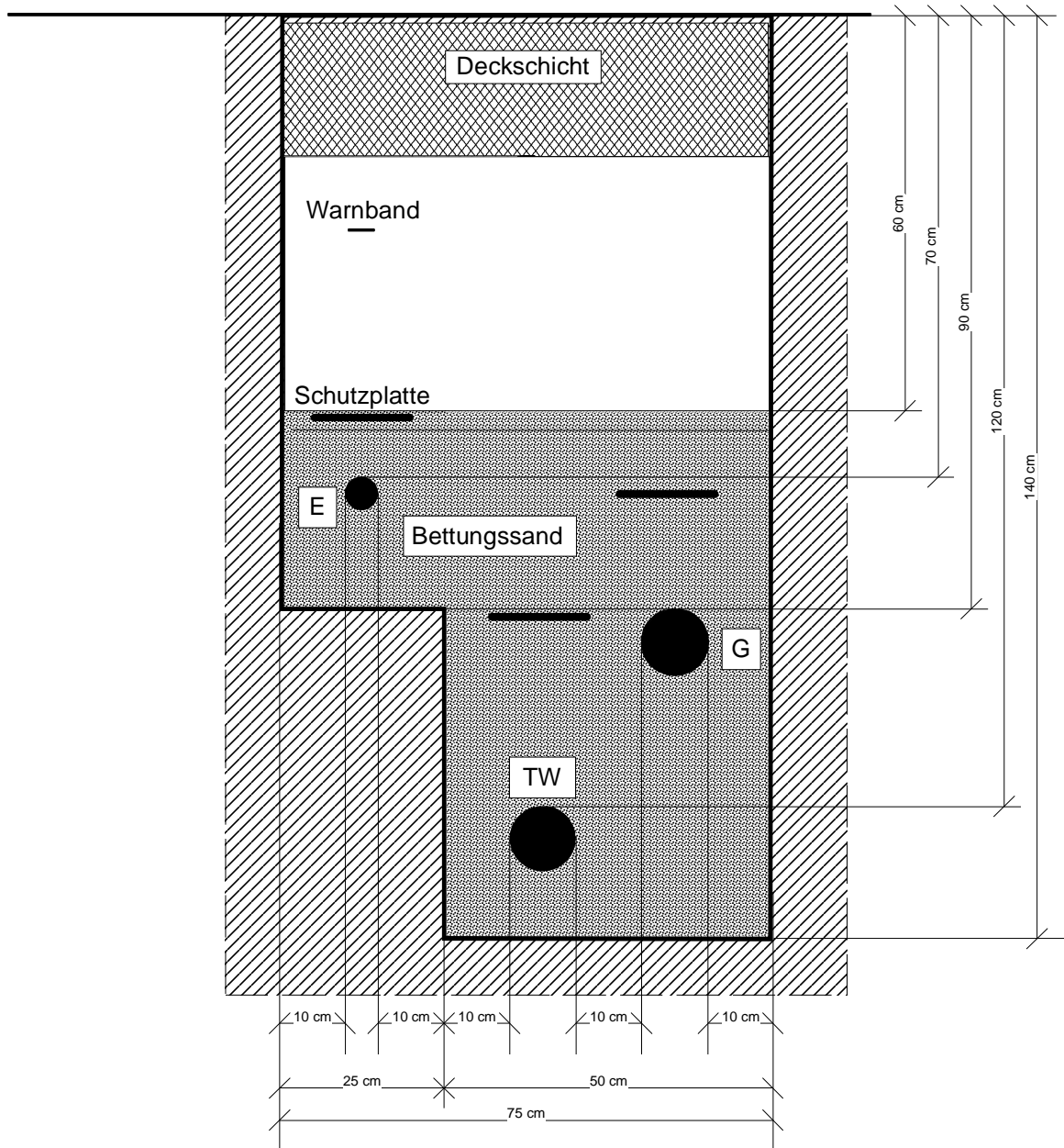
Die Gesamtgrabenbreite bezieht sich auf die mögliche, nicht auf die gezeichnete Belegung. Schutzplatten können bei 1-kV- Kabelanlagen durch Schutzbänder ersetzt werden.

Anlage 2: Querschnitt durch einem Kabelgraben - zwei Verlegeebenen



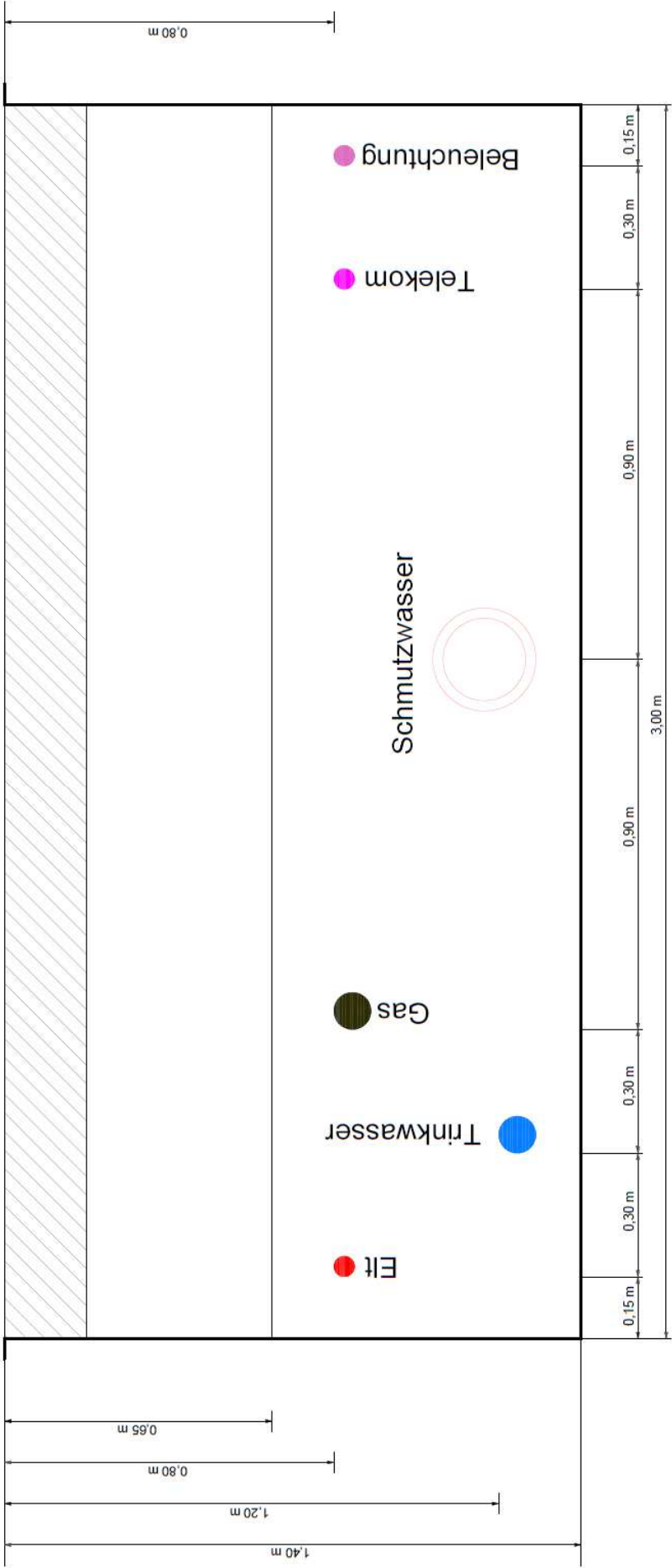
Die Gesamtgrabenbreite bezieht sich auf die mögliche, nicht auf die gezeichnete Belegung. Schutzplatten können bei 1-kV-Kabelanlagen durch Schutzbänder ersetzt werden. Befinden sich in der unteren Ebene 10-kV-Kabel, so ist zwischen den Ebenen mittig Warnband anzuordnen.

Anlage 3: Querschnitt durch einem Kabelgraben - koordinierte Verlegung



Die Gesamtgrabenbreite bezieht sich auf die mögliche, nicht auf die gezeichnete Belegung. Schutzplatten können bei 1-kV- Kabelanlagen durch Schutzbänder ersetzt werden.

Anlage 4: Querschnitt durch einen Kabelgraben - koordinierte Verlegung mit Info, Var. a



Anlage 5: Querschnitt durch einen Kabelgraben - koordinierte Verlegung mit Info, Var. b

