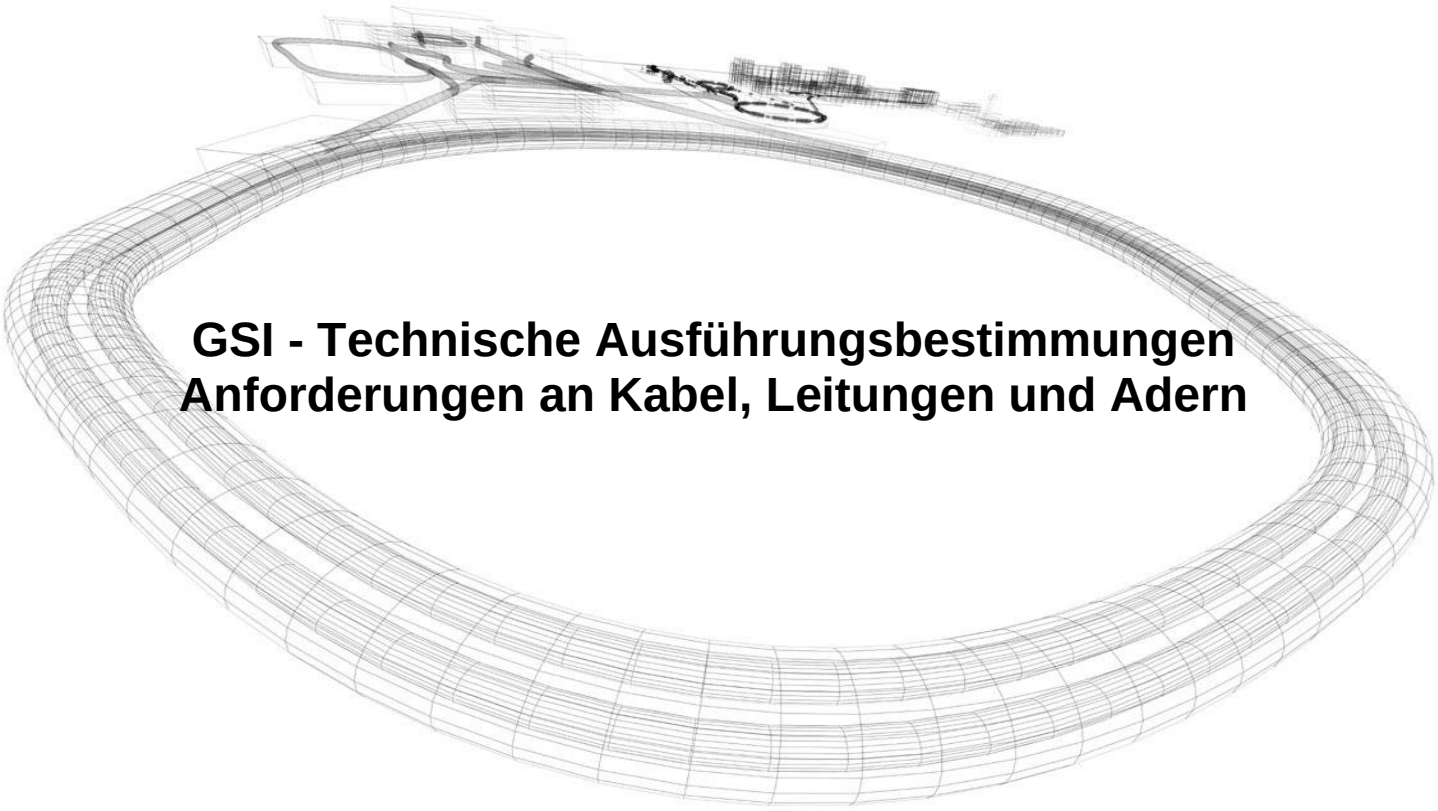
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH

Planckstraße 1
64291 Darmstadt
Deutschland

www.gsi.de

Gebäude- und Anlagentechnik



GSI - Technische Ausführungsbestimmungen
Anforderungen an Kabel, Leitungen und Adern

Stand: **28.07.2023**

Projektgruppe: GAT Gebäude- und Anlagentechnik

Projektbeteiligte:

Thorsten Münch	(EPK)
Thomas Brühne	(ETE)
Klemens Kohl	(MSR)
Rüdiger Siebrasse	(ETS)

Dokumentenverwaltung

Dokumentenhistorie

Version	Datum	Verteilerstatus	Verantwortlich	Änderungsgrund
001	28.07.2023	GAT intern	T. Münch	Erstellung

Änderungsberechtigte

Name	Firma	Abteilung / Gruppe	Telefon Nr.:	E - Mail
Thorsten Münch	GSI	GAT-ETA	-3180	t.muench@gsi.de

Begriffe- und Abkürzungen

GSI	**G**esellschaft für **S**chwer**i**onenforschung
TAB-GSI	**T**echnische **A**usführungsbestimmungen der **G**esellschaft für **S**chwer**i**onenforschung
AG	**A**uftrag**g**eber
AN	**A**uftrag**n**ehmer
TGA	**T**echnische **G**ebäude**a**usrüstung und umfasst alle Systeme die für den Betrieb der Gebäude und zur peripheren Versorgung des Beschleunigers erforderlich sind.
GAT	**G**ebäude- und **A**nlagen**t**echnik
VTE	**V**ersorgungs**t**echnik
ETE	**E**lektro**te**chnik
ETS	**E**lektro**t**echnik **S**icherheitstechnik
MSR	**M**ess-, **S**teuer- und **R**egelungstechnik
GA	**G**ebäude**a**utomation

Copyright:

Copyright GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, 64291 Darmstadt, Sep. 2020.
Copyright FAIR Facility for Antiproton and Ion Research in Europe GmbH, 64291 Darmstadt, Sep. 2020.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

Kein Teil darf ohne Genehmigung das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH in irgendeiner Weise vervielfältigt, übersetzt oder umgeschrieben werden.
GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH behält sich das Recht vor, diese Richtlinie jederzeit zu überarbeiten oder inhaltlich zu verändern.

Warenzeichen:

AutoCAD® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Autodesk.
CATIA® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Dassault Systèmes
EPLAN® und EPLAN Electric P8® sind eingetragene Warenzeichen der EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG.

Microsoft Windows® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.
SAP® und SAP R/3® und weitere im Text erwähnte SAP-Produkte und –Dienstleistungen sind eingetragene Warenzeichen der SAP AG

pit-cup® ist ein eingetragenes Warenzeichen der pit-cup GmbH in Heidelberg

Alle übrigen in dieser Richtlinie genannten Warenzeichen sind ausschließliches Eigentum der betreffenden Hersteller.

Titel:	A406_GSI_GAT_TAB_Teil _ETE_Kabel_Aderleitungen
Verantwortliche Einheit	Gebäude- und Anlagentechnik
Geltungsbereich:	Die gegenständlichen Ausführungsbestimmungen für die technische Gebäudeausrüstung bilden einen integrierenden Vertragsbestandteil bei der Beschaffung von Anlagen für die GSI GmbH.

Inhalts

1 Vorwort 5
2 Allgemein Anforderungen 5
3 Leitungs-, Kabel-, und Adertypen 5
3.1 Begriffe 5
3.2 Einzelader, Aderleitung, Litze 5
3.3 Kabel 5
3.3.1 Installationskabel 5
3.3.2 Starkstromkabel 5
3.3.3 Steuerkabel 5
3.3.4 Sonderkabel 5
3.4 Technische Beschreibung 6
4 Querschnitte 6
4.1 Mindestquerschnitte in Schränken und Gehäusen 6
4.1.1 Allgemein im Schrank 6
4.1.2 Schutzorgan 7
4.2 Mindestquerschnitte Abgänge (Kabel) 7
4.3 Schutzleiter 7
4.4 Querschnittsreduzierung des Mindestquerschnitts 8
5 Aderfarben 9

1 Vorwort

Um die Aderquerschnitte und –farben innerhalb des Unternehmens gleich zu haben, dient diese Dokumentation zur Standardisierung der Querschnitte, Farben und sonstigen Eigenschaften. Die Mindestanforderungen sind zwingend einzuhalten für den langfristigen Betrieb der elektrotechnischen Anlagen.
Der Einsatz anderer Betriebsmittel ist zwingend mit der Firma abzuklären und schriftlich zu erfragen.

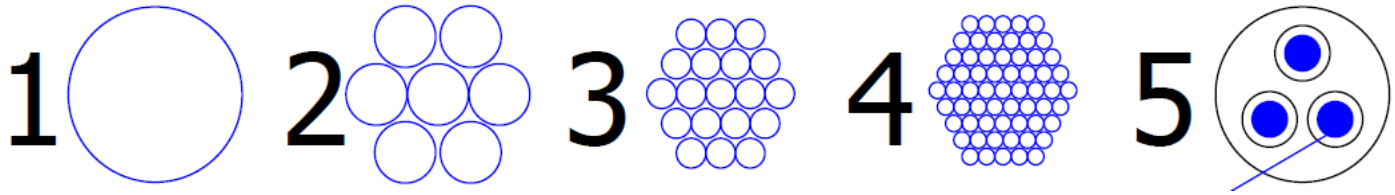
2 Allgemein Anforderungen

- Mantelmaterial: Halogenfrei
- Leitermaterial: Kupferleiter
  Aluminium, bei Bedarf ab 20kV
- Leiteraufbau ab 6 mm² nicht mehr eindrähtig

3 Leitungs-, Kabel-, und Adertypen

3.1 Begriffe

Leitungen sind elektrischen Strom leitende Betriebsmittel wie Kabel und Adern.
Einzelader, Aderleitung oder auch Litze nennt man einen meist aus Kupfer bestehenden und von einem Isolierten Werkstoff umschlossenen elektrischen Leiter.
Dieser kann ein (1)- oder mehrdrähtig (2) bzw. fein (3) oder feinstdrähtig (4) sein.
Kabel (5) sind ummantelte elektrische Leitungen bestehenden aus mehreren, aber mindestens einer Einzelader. Neben der Einzeladerisolation hat ein Kabel noch den Kabelisolator als zweite Isolationsschicht – der Kabelmantel.



Eine Einzelader in einer Leitung besteht aus einem der Aufbauarten 1-4 des Bildes

3.2 Einzelader, Aderleitung, Litze

-	H05Z-K	Aderleitung, Schaltschrankverdrahtung	bis 1,0 mm²
-	H07Z-K	Aderleitung, Schaltschrankverdrahtung	ab 1,5 mm²
-	NSHXAFÖ 1,8/3kV	Sonder-Gummileitung, Erd-und kurzschlussfest	

3.3 Kabel

3.3.1 Installationskabel

-	NHXMH-J	Halogenfreie Mantelleitung, eindrähtig	bis 2,5 mm²

3.3.2 Starkstromkabel

-	N2XH-J	Halogenfreies Starkstromkabel	16mm² in RM ein- oder mehrdrähtig 5x4 bis 16mm²
-	N2XH-O	Halogenfreies Starkstromkabel, einadrig	bis 300 mm²
-	N2XCH	Halogenfreies Starkstromkabel	3x1,5RE/1,5 bis 4x120SM/70

3.3.3 Steuerkabel

-	Dataflamm-C-Paar	Daten-Steuerkabel	z.B. 2x2x0,5 mm²
-	JZ-500 HMH / HMH-C	Steuerkabel	z.B. 3G1,5

3.3.4 Sonderkabel

-	J-H(St)H	Fernmeldekabel, Telefonkabel	ab 2x2x0,6mm² 4x2x0,8 mm²
-	J-H(St)G rot	Brandmeldekabel (nach Bedarf)	z.B. 2x2x0,8 mm²
-	H(St)H	EIB-Busleitung	2x2x0,8 mm²
-	A/I-DQ(ZN)BH 12 G 50/125µm Faseranzahl 4, 8, 12 oder 24 G	Lichtwellenkabel / Universalkabel	Multimode OM 2

- CAT 5e SF/UTP oder höher mindestens 2x2x0,34 mm²
  ProfiNet, Industrial Ethernet, grüner Mantel, Class EA, mindestens CAT 5e, SF/UTP (je nach Anwendung ist die CAT-Klasse und Schirmung zu prüfen, Anleitung der Betriebsmittel beachten!), in der Regel Typ A oder B
  Typ A - für die feste Verlegung
  Typ B - für den flexiblen Einsatz bzw. bewegten Einsatz
  Typ C - für den hochflexiblen Einsatz bzw. dauerbewegten Einsatz in Schleppketten
  Typ R - für den Einsatz an Robotern mit Torsionsbeanspruchungen
- O2YSY(ST)CY oder O2YS(ST)CY 1x2x0,64/2,55-150 VI KF 40 FR 1x2x0,64 mm²
  PROFIBUS PA nach IEC 61158, violetter Mantel, rote und grüne Ader

3.4 Technische Beschreibung

N Normenleiter
S Silikon-Gummi, +180°C
H Harmonisierter Typ
X Sondertyp nach HAR
HX halogenfreie Werkstoffe
2X vernetztes Polyethylen
A Nationale Norm (VDE), die nicht in die HAR eingeflossen ist oder Außenkabel nach nationaler Norm
MH Anschlussleitung, mittlere mechanische Belastung
05 300 V / 500 V
07 450 V / 750 V
Z vernetzte Polyolefin-Mischung für Leitungen,
die im Brandfall wenig korrosive Gase und wenig Rauch entwickeln
-K feindrähtig, Aderleitungen für geschützte Verlegung
-O Ohne Schutzleiter
-J Mit Schutzleiter
JZ Nummernkabel mit Schutzleiter
HMH Halogenfreie Kabel und Leitung mit verbessertem Verhalten im Brandfall
HMH-C Wie HMH mit Kupferschirmgeflecht (EMV Typ)
J-H(St) Datenkabel, halogenfrei und flammwidrig

4 Querschnitte

4.1 Mindestquerschnitte in Schränken und Gehäusen

Die Mindestquerschnitte müssen gemäß den Tabellen und Vorgaben eingehalten werden. Im Zweifelsfall ist der größere Querschnitt zu wählen, damit ein langfristiger und sicherer Betrieb gewährleistet ist. Aufgrund der Leitungslänge kann sich auch ein größerer Querschnitt ergeben.

4.1.1 Allgemein im Schrank

Anwendung	GSI Vorgaben, Querschnitt [mm²]
Hauptstromkreis	2,50 mm²
Schutzleiter, siehe zusätzlich 4.3	2,50 mm²
Steuerstromkreis bis 50V AC/DC	1,00 mm²
Steuerstromkreis ab 50V AC/DC	1,00 mm²
Analog- und Messleitungen	0,50 mm²

4.1.2 Schutzorgan

Die in der Tabelle dargestellten Mindestquerschnitte sind Richtwerte und für den und im Einzelfall zu prüfen. Insbesondere Leitungslängen über mehrere Schränke, Räume und Gebäude hinweg erfordern eine gesonderte Betrachtung und Auslegung der Querschnitte und der Sicherungen. Im Zweifelsfall ist ein größerer Querschnitt zu wählen. Die Tabelle ist ausgelegt auf Kupferadern und angelehnt an die üblichen Tabellen der Norm (angelehnt an *DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4):2013* und *DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1)*).

Nennstrom Schutzorgan [A]	Schutzorgan			Nennquer-schnitt [mm²]	Strombelast-barkeit des Leiters [A]	Anwendung
2	LS		Linocur, D0-D02 Ab 2A bis max. 50A bei 63A Betriebsmittel	0,5	6	
4				0,75	12	Phasenkontrollleuchten,
6						
10				1,0	15	Je nach Anwendung auch 1,5 mm²
13				1,5	18	Lichtkreise, Sicherheitstechnik (hier kann Stellenweise ein 10A Schutzorgan eingesetzt werden)
16				2,5	26	Steckdosen, Verbraucher (Festanschluss)
20						
25				4	34	Boiler, Starkstromverbraucher (CEE, Festanschluss), CEE-Steckdosen bis 125A
35				6	44	
50		NH		10	61	
63				16	82	
80				25	108	
100				35	135	
125				50	168	
160				70	207	
200				95	250	
250				120	292	
315				185	382	
400				240	453	
500				300	504	

Richtwerte, Abweichungen nach Rücksprache möglich!

4.2 Mindestquerschnitte Abgänge (Kabel)

Anwendung	Querschnitt [mm²]
Lichtstromkreise	1,50 mm²
Steckdosenstromkreise, Starkstromverbraucher kleiner/gleich 16A	2,50 mm²
Starkstromverbraucher größer 16A	4,00 mm²

4.3 Schutzleiter

DIN VDE 0100-540 und DIN EN 60204-1

- Kupferleiter
- Schutzausgleichsleiter 6,00 mm²
- Bewegliche Teile 4,00 mm²
- Verbraucher (Kabel oder 5x 1x YY mm² Einzeladern)

Außenleiter	Schutzleiter
○ bis 16,00 mm²	Querschnitt entsprechend dem Außenleiter
○ 16,00 bis 35,00 mm²	16,00 mm² (Regeln DIN VDE 0100-520 (VDE 0100-520) beachten)
○ ab 35,00 mm²	Querschnitt entsprechend dem Außenleiter (wegen Ableitströme)

4.4 Querschnittsreduzierung des Mindestquerschnitts

Eine Querschnittsreduzierung des geforderten Mindestquerschnitts ist nicht gewünscht. Eine Ausnahme ist gemäß DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2019 im Abschnitt 7.2.8 zulässig, wenn alle drei Bedingungen erfüllt sind.

- Strombelastbarkeit des Leiters mindestens gleich der, die sich aus der Last ergibt
- Länge zwischen Überstromschutzeinrichtung und Ort der Last maximal 3m
- Leiter so verlegt, dass die Möglichkeit eines Kurzschlusses vermindert ist (z.B. Gehäuse oder Leitungskanal)

Weitere Ausnahme (im Einzelfall zu prüfen)

Sollte ein Betriebsmittel den geforderten Mindestquerschnitt am Anschluss nicht zulassen ist zu prüfen, ob eine Serienmäßige mechanische Adaption (seitens Betriebsmittel) den Mindestquerschnitt bis kurz vor den Betriebsmitteln zulässt. Der Einsatz eines Stiftkabelschuhs gemäß IEC 61238-1 (VDE 0220-238) wäre optional zu prüfen.
Ansonsten ist der maximal zulässige Querschnitt am Anschluss des Betriebsmittels zu verwenden.

5 Aderfarben

- Verwendung gemäß DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1), deren Empfehlung und GSI spezifische Ergänzungen
- Aderleitungen vor Hauptschalter bzw. unter Spannung stehend bei ausgeschaltetem Hauptschalter sind entsprechend kurzschlussfest und gelb markiert (Schrumpfschlauch) auszuführen
- Farbe, Farbkennzeichen und Farbnummer gemäß IEC 60757
- GSI spezifische Kennzeichen sind zur besseren Unterscheidung der Farbtöne *
- Entgegen der IEC 60757 werden zweifarbige Adern nicht nach der Tabellenreihenfolge, sondern nach der Hauptfarbe der Verwendung, benannt
    - Hauptfarbe der Verwendung
    - gemäß IEC 60757: Tabelle von oben nach unten, wenn keine eindeutige Verwendung ersichtlich ist
    - Ausnahme: Schutzleiter GRÜN-GELB (GNYE)

- Die folgende Tabelle gilt für Neuanlagen (ab 2023)
- Bestandsanlagen bleiben die Aderfarben bei Umbaumaßnahmen unberührt der neuen Vorgabe
- Erweitert eine neue Anlage eine Bestandsanlage ist der Einzelfall abzuklären, ob die Aderfarben der Bestandsanlage oder der neuen Tabelle anzuwenden sind.

Farbe	Kennzeichen	Verwendung	Farbnummer
SCHWARZ	BK	Hauptstromkreise 230/400V AC	RAL 9005
BRAUN	BN	Steuerstromkreise 24/48V AC	RAL 8003
BRAUN-WEIß	BNWH	Neutralleiter Steuerstromkreise 24/48V AC nach Steuertransformator	RAL 8003 RAL 1013
ROT	RD	Steuerstromkreise 230V AC / DC inklusive nach Steuertransformator	RAL 3000
ROT-WEIß	RDWH	Neutralleiter Steuerstromkreise 230V AC nach Steuertransformator	RAL 3000 RAL 1013
ORANGE	OG	Externe Fremdspannung	RAL 2003
GELB	YE	Keine Verwendung, Verwechslungsgefahr mit PE	RAL 1021
GRÜN	GN	Keine Verwendung, Verwechslungsgefahr mit PE	RAL 6018
BLAU (HELLBLAU)	BU	Neutralleiter	RAL 5015
BLAU (DUNKELBLAU)	DBU *	Hauptstromkreise 24V bis 60V DC Steuerstromkreise 24V bis 60V DC (auch vor Hauptschalter) Digitale Ein/Ausgänge	RAL 5010
BLAU-WEIß (DUNKELBLAU-WEIß)	DBUWH *	Steuerstromkreise 0V DC	RAL 5010 RAL 1013
VIOLETT	VT	Sekundärleitung von Stromwandler	RAL 4005
GRAU	GY	Kleinspannung IT-Systeme 40 bis 60V DC (für z.B. Heizer)	RAL 7000
WEIß	WH	Steuerleitungen 0-10V / 4-20mA Mess- und Regelleitungen Automationseingänge Mess- und Steuerstromkreis Analoge Ein/Ausgänge und Masse	RAL 1013
ROSA	PK	-	RAL 3015
TÜRKIS	TQ	-	RAL 6027
GRÜN-GELB	GNYE	PE, Schutzleiter, Schutzpotentialausgleichsleiter	RAL 6018 RAL 1021