

<p align="center">T e c h n i s c h e R i c h t l i n i e der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland</p>	<p align="center">Richtlinie Nr. 3/1 - 8/2</p>
<p>Bearbeiter dieses Heftes: Fernsehbetriebsleiter-Konferenz Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH</p>	<p align="center">Auflage Nr. 3</p>
	<p align="center">19 Seiten</p>
	<p align="center">Datum: Okt. 2001</p>
<p align="center">Allgemeine Richtlinien für Entwicklung, Fertigung und Lieferung von Studiogeräten, -systemen und -anlagen der Tonfrequenz- und Videofrequenztechnik</p> <p align="center">Ersetzt Pflichtenheft 3/1-8/2 von Mai 1980</p>	

Schutzrechte-Hinweis:

Es kann nicht gewährleistet werden, dass alle in dieser Richtlinie enthaltenen Forderungen, Vorschriften, Richtlinien, Spezifikationen und Normen frei von Schutzrechten Dritter sind.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Zitierfähigkeit des Urheberrechtsgesetzes ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des IRT nicht zulässig.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
1. Allgemeine Hinweise für die Entwicklung	4
1.1 Stromversorgung	4
1.2 Wärmeerzeugung	5
1.3 Geräuscherzeugung	5
1.4 EMV	5
1.4.1 Magnetische Eigenstörfelder	6
1.4.2 Elektromagnetische Eigenstörfelder	6
1.5 Sicherheitsvorschriften	6
1.5.1 Schutz gegen direktes und indirektes Berühren spannungsführender Teile	6
1.5.2 Schutz gegen Implosion und Explosion	6
1.5.3 Schutz gegen gefährliche Strahlen	7
1.6 Betriebsbedingungen	7
1.6.1 Klima	7
1.6.2 Erschütterungen	7
1.6.3 Störfestigkeit	7
1.6.4 Schallfelder	8
2. Konstruktionsrichtlinien	8
2.1 Bauformen	8
2.2 Werkstoffe	9
2.3 Netzteile	9
2.3.1 Steckverbindungen	9
2.3.2 Schalter	12
2.3.3 Relais	12
2.3.4 Sicherungen	12
2.3.5 Betriebsstundenzähler	12
2.4 Merkmale für den Schaltungsentwurf	12
2.4.1 Anordnung von Bauteilen	13
2.4.2 Erdung	14
2.4.3 Kühlung	14
2.5 Software	14
3. Fertigung	14
3.1 Oberflächenbearbeitung	15
3.1.1 Lackierungen	15
3.1.2 Galvanisierte Oberflächen	15
3.2 Montage	15
3.2.1 Schraubverbindungen	15
3.3 Verdrahtung	15

3.3.1	Kabel- und Schaltmaterial	15
3.3.2	Kabelkennzeichnung	16
3.3.3	Kabelstämme	16
3.3.4	Symmetrie und Schirmung	16
3.4	Lötung und lötfreie elektrische Verbindung	16
3.4.1	Lötung	16
3.4.2	Crimp-Verbindung	16
3.5	Positionierung	17
3.6	Kennzeichnung der Geräte	17
3.6.1	Typenbezeichnung	17
3.6.2	Bezeichnung auswechselbarer Teile	17
3.6.3	Beschriftung	17
4.	Lieferung	17
4.1	Abnahme	17
4.2	Betriebsunterlagen	18
4.2.1	Gerätebeschreibungen und Bedienungsanweisungen	18
4.2.2	Schaltbilder	18
4.2.3	Lagepläne	18
4.2.4	Verkabelungspläne	18
4.2.5	Kabellisten	18
4.2.6	Stücklisten	19
4.2.7	Service-Unterlagen	19
4.2.8	Software-Dokumentation	19
4.3	Ersatzteile	19

Einleitung

Diese Richtlinie enthält Forderungen, Richtlinien und Empfehlungen für die Entwicklung, Fertigung und Lieferung von Geräten und Anlagen der Tonfrequenz- und Videofrequenztechnik, über die Verwendung von Einzelteilen und Werkstoffen hierfür und über die zu beachtenden Sicherheits- und Betriebsvorschriften sowie über die mitzuliefernden Unterlagen.

Die elektrischen und mechanischen Daten eines bestimmten Gerätetyps sind den vom IRT herausgegebenen speziellen Pflichtenheften zu entnehmen.

Abweichungen von den Pflichtenheftsbedingungen sind im Angebot anzugeben und bei der Auftragserteilung und -bestätigung festzulegen.

Neue Gerätetypen sollten grundsätzlich vor ihrer Einführung einer Erstgeräteprüfung unterzogen werden. Das Ergebnis solcher Prüfungen sollte in geeigneter Weise bekannt gegeben werden.

1. Allgemeine Hinweise für die Entwicklung

Bei der Entwicklung von Geräten und Anlagen soll der neueste Stand der Technik berücksichtigt und absehbaren Entwicklungstendenzen sinnvoll Rechnung getragen werden. Bei der Auslegung der Geräte müssen an erster Stelle die Betriebssicherheit, die Bedien- und die Service-Freundlichkeit stehen, wobei arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse (DIN 33 400 Beiblatt 1, DIN EN 894-3, DIN 15996) zu berücksichtigen sind.

Um beim Betrieb von Geräten und Anlagen insbesondere in größeren Systemen (Studios, Betriebszentralen, Ü-Wagen usw.) unerwünschte gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden, müssen alle Einzelgeräte die EMV-Normen sowohl für die maximal zulässige Störwirkung auf das Umfeld als auch für die Mindeststörfestigkeit gegenüber äußeren Störeinflüssen einhalten. In dieser Richtlinie sind nur Mindestanforderungen für Grenzwerte aus den EMV-Normen wiedergegeben. Weitere Einzelheiten enthält die Technische Richtlinie R 2 ("Richtlinien zur Erzielung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von Geräten und Anlagen in Rundfunkbetrieben").

1.1 Stromversorgung

Netzbetriebene Geräte und Anlagen sollen zum Betrieb am Einphasenwechselstromnetz von 230 V, 50 Hz oder am Dreiphasenwechselstromnetz von 230/400 V, 50 Hz eingerichtet sein. Bei Versorgung aus einem Dreiphasennetz ist auf gleiche Phasenbelastung zu achten.

Die Stromversorgung sendewichtiger Geräte muss netzredundant ausgeführt und Doppelnetzteile müssen an unterschiedlichen Netzphasen angeschlossen werden. Netzteilerausfälle dürfen die Funktion der Anlage nicht beeinträchtigen und müssen optisch und akustisch angezeigt werden.

Bei Abweichungen vom Sollwert der Netzspannung zwischen + 5% und -10% und bei Abweichungen vom Sollwert der Netzfrequenz um $\pm 2\%$ müssen die Forderungen der Richtlinie eingehalten werden. Sprunghafte Netzspannungsänderungen von $\pm 10\%$ um den Sollwert und Netzfrequenzschwankungen von $\pm 5\%$ dürfen die Betriebsfähigkeit nicht in Frage stellen.

Die Bedingungen der Richtlinie müssen auch eingehalten werden bei Betrieb an Netzen mit oberwellenhaltiger Spannung, sofern die geometrische Summe bis zur siebten Harmonischen 10% und die der höheren Harmonischen insgesamt 2% nicht überschreiten.

Dem Stromnetz überlagerte Steuersignale (z. B. von tonfrequenten Rundsteueranlagen) mit einer Spannung bis zu $20 V_{\text{eff}}$ im Frequenzbereich von 100 Hz bis 3 kHz dürfen die Funktion der Geräte nicht beeinträchtigen.

Für die Stromversorgung von Geräten und Anlagen, insbesondere mit digitalen Speichern, die auf kurzzeitige Spannungsunterbrechungen (sog. „Netzvischer“) empfindlich reagieren, müssen zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber besondere Vereinbarungen über die erforderlichen schaltungstechnischen Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Gleichspannungsversorgte Geräte und Anlagen sollen vorzugsweise für Speisespannungen von $12\text{ V} \pm 10\%$ oder $24\text{ V} \pm 10\%$ ausgelegt sein und die Bedingungen der Richtlinie im Toleranzbereich der Speisespannung einhalten.

Bei Geräten für den mobilen Einsatz ist das Absinken der Batteriespannung auf einen kritischen Schwellwert rechtzeitig durch eine geeignete Schaltung zu signalisieren.

1.2 Wärmeezeugung

Bei einer Raumtemperatur von 35°C darf die Oberflächentemperatur von Gehäusen und Gestellen im normalen Betrieb auf nicht mehr als 65°C ansteigen. Ausgenommen sind außenliegende Kühlkörper von Halbleitern; hierfür sind 75°C zulässig. Die Temperatur ständig benutzter Bedienelemente, insbesondere auf Regietischen, sollte die Raumtemperatur nicht nennenswert überschreiten. Im übrigen gilt die VDE-Bestimmung 0804, § 19 (zum Schutz gegen zu hohe Erwärmung).

Die maximal zulässige Endtemperatur der empfindlichsten Bauteile im Inneren des Gerätes darf bei einer Umgebungstemperatur von 60°C nicht überschritten werden.

Für die Abführung der Eigenwärme sind den Einbaubedingungen angepasste Maßnahmen, wie Eigen- bzw. Fremdbelüftung vorzusehen (siehe auch **1.6.1**).

Zur Überwachung der Kühlung und Lüftung sind bei Installationen, die durch einen Ausfall der Kühleinrichtung zu Gerätebeschädigungen führen können, geeignete Temperatur- und Lüftungsüberwachungssysteme sowie Alarmmelder zu installieren (siehe auch **2.4.3**).

1.3 Geräuscherzeugung

Die zulässigen Eigengeräusche sind vom Aufstellungsort und von den Betriebsbedingungen abhängig. Hierbei gelten die in den entsprechenden Richtlinien festgelegten Werte (DIN 15996).

Die Einhaltung der vereinbarten Grenzwerte ist bei der Abnahme messtechnisch nachzuweisen.

Die Verordnungen zum Schutz gegen Lärm in Arbeitsstätten sind zu beachten.

1.4 EMV

Hinweis:

Die allgemeine europäische Rechtssituation zur EMV sieht für Ersteller von Anlagen und Systemen keine EMV-Prüfung vor. Es wird lediglich das Schutzziel der gegenseitigen Nichtbeeinflussung gefordert. Daher ist es für Anlagenplaner und Auftraggeber wichtig, entsprechende detaillierte Anforderungen in den Verträgen festzulegen und durch EMV-Prüfungen nachweisen zu lassen. Denn nach Besitzübergang ist stets der Betreiber verantwortlich, der ohne die oben genannten Vertragsdetails keine Möglichkeit des Rückgriffs auf den Hersteller hat.

Für Anlagen und Systeme sind die Grenzwerte nach EN 55103 „EMV-Produktfamilienorm für Audio-, Video- und audiovisuelle Einrichtungen sowie für Studio-Lichtsteuereinrichtungen für professionellen Einsatz“, Teil 1 und 2, verbindlich.

EN 55 103-1 : Grenzwerte und Verfahren für die Störaussendung
EN 55 103-2 : Anforderungen an die Störfestigkeit

Für informationstechnische Einzelgeräte gilt sinngemäß die EN 55 022.

Das Einhalten der EMV-Grenzwerte ist erst gegeben, wenn im gesamten Bereich der EMV-Prüfung die in den entsprechenden Absätzen der entsprechenden Technischen Richtlinien angegebenen Messwerte erfüllt werden.

Die Geräte müssen mit dem CE-Zeichen versehen sein und mit einer Konformitätserklärung ausgeliefert werden.

1.4.1 Magnetische Eigenstörfelder

Die Feldstärke der durch die Anlagen oder Geräte im Betrieb erzeugten Magnetfelder soll außerhalb der Umgrenzungen bzw. der Gehäuse die in der EN 55103 angegebenen Werte in keiner Richtung überschreiten, um gegenseitige Störungen von Geräten und Anlagen untereinander zu vermeiden.

Die entsprechenden Messverfahren und genauen Grenzwerte sind der EN 55103 zu entnehmen.

1.4.2 Elektromagnetische Eigenstörfelder

Um unerwünschte Abstrahlungen und Übersprechen an Ein- und Ausgängen, an denen zu erwarten ist, dass Frequenzen über 100 MHz in nennenswerter Amplitude auftreten (z. B. bei SDI-Ausgängen 135 MHz), zu vermeiden, sind diese bei Bedarf mit entsprechenden Abschlusswiderständen abzuschließen.

1.5 Sicherheitsvorschriften

Die jeweils geltenden Schutz- und Sicherheitsvorschriften sind einzuhalten. Darunter fallen die VDE-Bestimmungen, insbesondere VDE 0800, VDE 0804 und VDE 0805, das Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherungsgesetz) und die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften, insbesondere VBG 4 ("Elektrische Anlagen und Betriebsmittel"). Dem Auftraggeber ist vom Hersteller zu bescheinigen, dass die Geräte entsprechend der VBG 4 beschaffen sind.

1.5.1 Schutz gegen direktes und indirektes Berühren spannungsführender Teile

Die Geräte und Anlagen sind so auszuführen, dass eine sichere elektrische Trennung zwischen Netz- und Betriebsstromkreisen gewährleistet ist (siehe VDE 0804, § 14). Es ist dafür zu sorgen, dass weder im Normalbetrieb noch im fehlerhaften Zustand gefährliche Spannungen an berührbaren Metallteilen auftreten können (siehe VDE 0804, § 15 und 16).

Das betriebsmäßig vorgesehene Austauschen von Bauteilen oder Baugruppen muss bei eingeschalteter Anlage ohne Berührungsfahr möglich sein.

Bauteile oder Verbindungen, die gefährliche Spannungen führen, sind so anzuordnen oder abzudecken, dass bei Abgleicharbeiten und Fehlersuche – auch bei Betrieb von Baugruppen auf einem Adapter – zufälliges Berühren nicht möglich ist.

Müssen Schutzabdeckungen bei eingeschalteter Anlage abgenommen werden, sind sie so auszuführen, dass beim Abnehmen oder Aufsetzen keine spannungsführenden Teile berührt werden können.

1.5.2 Schutz gegen Implosion und Explosion

Wenn in einem Gerät implosions- und explosionsgefährliche Röhren vorhanden sind, ist ein Schutz gegen umherfliegende Teile vorzusehen.
(Siehe dazu auch VDE 0804, § 23 b und in Ergänzung VDE 0860, § 18.)

1.5.3 Schutz gegen gefährliche Strahlen

Geräte und Anlagen, in denen Elektronenröhren mit Spannungen von mehr als 5 kV betrieben werden, müssen den Auflagen der "Verordnung über den Schutz vor Schäden durch Röntgenstrahlen", kurz "Röntgenverordnung", genügen. Der Nachweis, dass genehmigungsfreier Betrieb zugelassen ist, muss vom Hersteller erbracht werden. Für Geräte mit Betriebsspannungen von mehr als 20 kV ist eine Bauartzulassung erforderlich; zwei Kopien des Zulassungsscheines sind dem Auftraggeber vom Hersteller auszuhändigen.

Im Falle einer Strahlungsgefährdung bei geöffnetem Gehäuse eines Gerätes oder einer Anlage ist ein entsprechender Hinweis ("Kleeblatt nach DIN 25 400") anzubringen.

Sofern Ausnahmen hiervon erforderlich sind, müssen zur Unfallverhütung besondere Vorschriften vereinbart und geeignete Maßnahmen getroffen werden.

1.6 Betriebsbedingungen

Die Festlegungen in den Richtlinien müssen sowohl für Einzelgeräte als auch für Anlagen unter den nachfolgend aufgeführten Betriebsbedingungen eingehalten werden:

1.6.1 Klima

Dauerbetrieb unter Einhaltung der Bedingungen der Richtlinien muss möglich sein bei Umgebungstemperaturen von + 5°C bis + 45°C und bei einer relativen Luftfeuchte zwischen 30% und 90%.

Dauerbetrieb mit eingeschränkter Einhaltung der Bedingungen der Richtlinien muss möglich sein bei Umgebungstemperaturen von - 10°C bis + 60°C. Die Einschränkungen sind den Richtlinien der Einzelgeräte und Anlagen zu entnehmen.

Die Geräte und Anlagen müssen bei Umgebungstemperaturen von - 35°C bis + 70°C und bei einer relativen Luftfeuchte von bis zu 90% lagerfähig sein.

Für Geräte im Bereich der Außenübertragung sind gegebenenfalls besondere Bedingungen zu vereinbaren.

1.6.2 Erschütterungen

Geräte, die für den beweglichen, betriebsmäßigen Einsatz (z. B. bei Reportagen) vorgesehen sind, müssen auch bei Erschütterungen bis 2 g voll funktionsfähig sein.

Erschütterungen bis 5 g dürfen bei allen Geräten keine bleibenden elektrischen oder mechanischen Veränderungen hervorrufen. Die Prüfung erfolgt gemäß DIN IEC (10 bis 150 Hz, 0,35 mm/5 g). Gegen höhere Stoßbelastungen, z. B. beim Transport, sind die Geräte durch sachgemäße Verpackung zu schützen.

1.6.3 Störfestigkeit

Die Bedingungen der speziellen Pflichtenhefte müssen auch bei folgenden Mindestwerten erfüllt werden.

elektrostatische Entladungen (ESD) Luft / Kontakt	6 kV / 4 kV
netzgeführte Störungen	2 kV
Bursts auf Video-, Daten-, Steuerleitungen	1 kV
HF-Spannungen (im gesamten Frequenzspektrum)	1 V
HF-Ströme (im gesamten Frequenzspektrum,	

wegen Eingangs-/Ausgangs-Störfestigkeit)	10 mA
HF-Senderfelder (100 kHz ... 2 GHz)	1 V/m
bei Zulassung von Mobiltelefonen und Sprechfunk ¹⁾	10 – 30 V/m
Überbrückung von Netzspannungsausfällen (- 100%)	50 – 70 ms

¹⁾ besonders wichtig für Erstellungs- und Bearbeitungsplätze von Sendematerial (z. B. Kameras, Mikrofone, Aufzeichnungssysteme, Schnittplatzkonsolen)

Als Prüfkriterium für Störungen werden drei Klassen unterschieden:

- Klasse A: geringfügige, kurzzeitige Störung
- Klasse B: vorübergehende Störung; Gerät arbeitet nach einer maximalen, vom Hersteller spezifizierten Zeit wieder normal
- Klasse C: gravierende Störung; nur durch manuellen "Reset" behebbar

1.6.4 Schallfelder

Die Bedingungen der speziellen Richtlinien müssen auch in Luftschallfeldern mit einem Schalldruckpegel bis 100 dB (bezogen auf $2 \cdot 10^{-5}$ Pa) im Tonfrequenzbereich von 31,5 Hz bis 10 kHz erfüllt werden.

2. Konstruktionsrichtlinien

Geräte und Anlagen sollen so aufgebaut sein, dass einfache Bedienung, Prüfung, Wartung und Instandsetzung möglich ist.

Baugruppen, Geräte und Anlagen sollen vorzugsweise über zuverlässige Steckverbindungen elektrisch zusammengeschaltet werden.

Chassis sowie austauschbare Chassisteile und Baugruppen müssen auch im ausgebauten Zustand eine hinreichende Stabilität haben, so dass notwendige Handhabungen zu Mess- und Reparaturzwecken sowie Transporte keine mechanischen Schäden oder elektrische Veränderungen hervorrufen.

Das Auswechseln einer Baugruppe im eingeschalteten Zustand des Gerätes darf nicht zur Gefährdung bzw. Zerstörung dieser oder anderer Baugruppen führen.

2.1 Bauformen

Der grundsätzliche Aufbau der Geräte und Anlagen soll dem internationalen 19"-Standard entsprechen.

Bei der konstruktiven Gestaltung sollen folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

Gestelle und Schränke müssen sich ohne Zwischenraum aneinander stellen lassen. Sie sollen am Fußboden verankert und auf einfache Weise ausgerichtet werden können.

Schränke sollen grundsätzlich für den Anschluss einer externen Belüftung eingerichtet sein.

Schranktüren sind so zu konstruieren, dass sie sich um mindestens 90° öffnen und leicht aushängen oder arretieren lassen. Stecktüren können ebenfalls verwendet werden. Die Türen müssen verriegelbar und auf Wunsch verschließbar sein.

In Schränken und Gestellen ist ausreichend Platz für Kabelbäume oder Kabelkanäle vorzusehen.

An den Gestellen und Schränken sollen Beschriftungsmöglichkeiten für die eingesetzten Geräte vorhanden sein.

Die einzelnen Baugruppen und Geräte müssen durch geeignete Maßnahmen gegen unbeabsichtigtes Lösen oder Herausfallen gesichert sein. Andererseits sollen Baugruppen oder Einschübe entweder durch eine Hilfsvorrichtung oder durch entsprechende Werkzeuge leicht lösbar sein.

Sind zum Lösen von mechanischen Verbindungen speziell gefertigte Werkzeuge erforderlich, so gehören diese zum Lieferumfang.

Befestigungselemente, die beim Ausbau dieser Teile gelöst werden müssen, sind besonders zu kennzeichnen. Befestigungselemente, die regelmäßig bei der Bedienung, Wartung oder Instandsetzung gelöst werden müssen, sollten unverlierbar angeordnet werden.

Einschübe und steckbare Baugruppen einer Anlage mit mechanisch gleichen Abmessungen, aber unterschiedlicher elektrischer Funktion müssen so gesichert sein, dass bei einem Vertauschen keine Schäden auftreten.

Einzelne Geräte oder Einschübe sollten nicht schwerer als 25 kg sein.

2.2 Werkstoffe

Alle Werkstoffe und Bauteile sind nach dem Gesichtspunkt größter Betriebssicherheit, ausreichender Festigkeit und Formbeständigkeit auszuwählen.

Hochelastische Werkstoffe müssen alterungsbeständig sein. Die verwendeten Werkstoffe dürfen keine unerwünschten chemischen Reaktionen hervorrufen oder ihnen unterliegen. Das für Druck- und Schleifkontakte verwendete Material muss an Beständigkeit und Kontaktsicherheit den Erfordernissen der Schaltung entsprechen. Die Kontakte müssen unter den in **1.6.1** genannten Klimabedingungen einwandfrei arbeiten.

In Modulationswegen und in betriebswichtigen Kontrollwegen und solchen Wegen, die diese Wege unmittelbar beeinflussen, dürfen nur Schaltkontakte verwendet werden, die gegen die Atmosphäre abgeschlossen sind (Schutzgas, Vakuum) und aus entsprechend geeigneten Werkstoffen bestehen.

2.3 Netzteile

Die VDE-Bestimmungen 0550 (Kleintransformatoren), 0551 (Sicherheitstransformatoren) und 0804 (Fernmeldegeräte einschließlich informationsverarbeitender Geräte) sind einzuhalten.

Aus sicherheitstechnischen Gründen dürfen nur Netztransformatoren mit getrennten Wicklungen (keine Spartransformatoren) verwendet werden.

2.3.1 Steckverbindungen

Sämtliche elektrischen Verbindungen zu Einzelgeräten und zwischen Baugruppen sind über Steckverbindungen herzustellen. Die Steckverbindungen müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen in geeigneter Weise ausreichend gesichert sein, d. h. bei normalem Betrieb (auch im Ü-Wagen) dürfen sich die Steckverbindungen nicht lösen.

Die Eintauchtiefen der Steckverbindungen von Einschubgeräten müssen genügend Reserve haben, so dass ein Spiel in der Verriegelung die sichere Kontaktgabe nicht gefährdet.

Als Kontaktmaterial sind solche Materialien zu wählen, die ein hohes Maß an Kontaktsicherheit gewährleisten und gegen Korrosion und andere Oberflächenveränderungen geschützt sind. Vorzugsweise sind hartvergoldete Oberflächen in ausreichender Dicke zu verwenden. Für Buchse und Stecker ist jeweils dasselbe Kontaktmaterial zu verwenden.

Neben der Kontaktsicherheit ist insbesondere auf Isolation, Kriechstrecken und Luftstrecken der Steckverbindung zu achten (siehe auch VDE 0804, § 9). Von geerdeten Zwischen

kontakten, Kontaktparallelschaltungen, Kriechstromschutzringen und der Entfernung von Zwischenkontakten ist gegebenenfalls Gebrauch zu machen.

Steckverbindungen bei Kabeln und beweglichen Geräteteilen sind gegen Verschmutzung und Beschädigung ausreichend zu schützen. Die Beweglichkeit von schwimmend befestigten Steckverbindungen darf durch die Verdrahtung nicht gemindert werden. Es sind ausreichend genaue Führungen bei den Steckverbindungen vorzusehen, um ein problemloses Verbinden der Steckerteile zu ermöglichen sowie eine Verpolung zu verhindern.

Wenn eine zeitliche Aufeinanderfolge der Kontaktgabe vorgesehen wird, ist die Erdverbindung (Masse) über das zuerst schließende und zuletzt öffnende Kontaktpaar zu führen.

Netzsteckverbindungen müssen den jeweiligen VDE-Bestimmungen entsprechen (siehe VDE 0620 bzw. VDE 0625). Sie dürfen mit anderen Steckverbindungen für Modulations-, Kontroll-, Fernbedienungs-, Kommando- und sonstige Kleinspannungswege nicht verbunden werden können.

Für die elektrisch-mechanische Verbindung oder Trennung symmetrischer, unsymmetrischer oder koaxialer Stromkreise, die an die Anlage oder das Gerät angeschlossen werden, sind folgende Steckverbindingssysteme zu bevorzugen:

Analog Audio und Timecode:

- Steckvorrichtung XLR
drei- und fünfpolig nach IEC-Publ. 268-12
- Steckvorrichtung 30polig nach DIN 41 622
- Steckvorrichtung 39polig nach DIN 41 618

Hinweis:

Um die nachteilige Vielfalt gebräuchlicher Steckvorrichtungen für Audiosignale zu reduzieren, soll den drei- und fünfpoligen Steckvorrichtungen nach IEC-Publ. 268-12 (XLR) und der 39poligen Steckvorrichtung nach DIN 41 618 der Vorzug gegeben werden. Vier- und sechspolige XLR-Steckvorrichtungen sollen nur den Sonderanwendungen (z. B. Stromversorgung, Rotlicht) vorbehalten bleiben.

Audiosteckfelder sind vorzugsweise in LEMO-0650-Technik auszuführen.

Digital Audio

Für symmetrische Verbindungen nach AES3 sind 3-pol. XLR-Steckvorrichtungen, für unsymmetrische Verbindungen nach AES3-id BNC-Steckvorrichtungen zu verwenden.

Steckfelder in symmetrischer Technik sind vorzugsweise in LEMO-0650-Technik auszuführen, in unsymmetrischer Technik sollen Videosteckfelder verwendet werden.

Analog Video

Für analoge Videoverbindungen sind BNC-Steckvorrichtungen in 75-Ohm-Technik zu verwenden.

Digital Video

Digitale Videoverbindungen sind in hochwertigen (vergoldeten) BNC-Steckvorrichtungen auszuführen.

Videosteckfelder

Videosteckfelder sind in hochwertigen (vergoldeten) Steckvorrichtungen auszuführen.

Datensteckverbindungen

Datensteckverbindungen für Steuerungszwecke sollten in Sub-D-Technik ausgeführt werden.

Anmerkung:

Werden Sub-D-Steckverbindungen z. B. wegen beengter Platzverhältnisse für andere Signalarten verwendet, so sind entsprechende Adapter mitzuliefern.

2.3.1.1 Beschaltung von Steckverbindungen mit Tonfrequenzleitungen

Allgemeine Festlegungen hinsichtlich Polarität und Kanalzugehörigkeit:

Bei einer positiven Halbwelle des Schalldruckes (Überdruckphase) vor einem Mikrofon soll an den mit + bezeichneten Kontakten dieses Übertragungskanals eine positive Spannung auftreten.

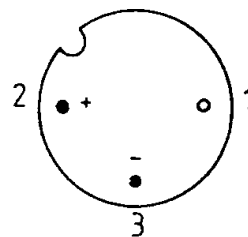
Diese positive Spannung soll, an den mit + bezeichneten Kontakt eines Lautsprechers angelegt, vor dem Lautsprecher eine positive Halbwelle des Schalldruckes (Überdruckphase) erzeugen.

+ wird mit der Ader a verbunden; Aderfarbe: hell

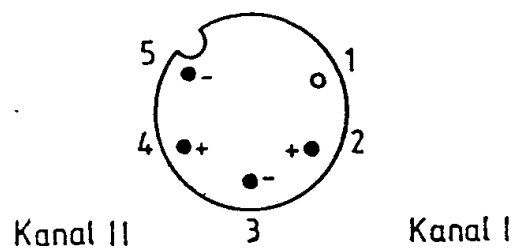
– wird mit der Ader b verbunden; Aderfarbe: dunkel

Steckvorrichtung XLR
nach IEC-Publ. 268-12:

dreipolig



fünfpolig



2.3.1.2 Farbkennzeichnungen für Signalarten

Zur besseren Übersicht werden folgende Farbkennzeichnungen empfohlen:

Analog Audio:	Hochpegel	gelb
	Mikrofonpegel	grün
Digital Audio:		blau
Analog Video:		grün
Digital Video:		orange

2.3.2 Schalter

Bei der Auswahl der Schalter müssen die erhöhten Anforderungen an die Zuverlässigkeit, d. h. sichere Schaltstellungen und Kontaktgabe unabhängig von der Schalthäufigkeit, besonders beachtet werden (siehe **2.2**, Absatz 3).

Der Schaltzustand ist eindeutig zu kennzeichnen.

Netzschalter müssen allpolig abschalten und den VDE-Bestimmungen entsprechen (siehe auch VDE 0632).

Schalter, deren unbeabsichtigte Bedienung zu einer Betriebsstörung führen kann, sind durch konstruktive Maßnahmen zu sichern.

2.3.3 Relais

Bezüglich der Kontakte sind die Ausführungen von **2.2**, Absatz 3 zu beachten.

Der hermetische Abschluss der Schaltkontakte gegen die Atmosphäre ist erwünscht, Relais mit Schutzgasfüllung sind zu bevorzugen. Bei Kontakten im Modulationssignalweg ist in jedem Fall ein hermetisch abgeschlossener Kontakt gefordert.

2.3.4 Sicherungen

Im allgemeinen sollen Schmelzeinsätze 5 x 20 mm verwendet werden. Um unerwünschte Sicherungsauslösungen durch Einschaltstromstöße zu verhindern, ist die Auswahl dem jeweiligen Einsatzfall entsprechend durchzuführen.

Zur schnelleren Fehlereingrenzung sollte der Sicherungsausfall deutlich signalisiert werden. Die Zustandsanzeigen für Sicherungen innerhalb einer Anlage müssen einheitlich sein.

Am Sicherungshalter sind die Kennwerte der zugehörigen Sicherung anzugeben.

2.3.5 Betriebsstundenzähler

In Geräten und Anlagen mit Verschleißteilen, deren Abnutzungsgrad durch die Betriebsdauer bestimmt wird, sind zur Kontrolle ihrer Betriebszeit Betriebsstundenzähler vorzusehen. Sie müssen leicht zugänglich und gut ablesbar angeordnet sein.

Optische Signalisierung:

Zur optischen Signalisierung sind ausschließlich Leuchtmittel mit hoher Zuverlässigkeit (z. B. LEDs) zu verwenden.

2.4 Merkmale für den Schaltungsentwurf

Innerhalb von Anlagen sind für gleiche Funktionen gleiche Geräte anzuwenden.

Die Schaltungen müssen so konzipiert sein, dass die Bedingungen der zutreffenden Richtlinien auch dann eingehalten werden, wenn die Bauelemente die zulässigen Grenzwerte der Toleranzen annehmen.

Die Schaltungen sind so zu konzipieren und anzuordnen, dass ihre elektrischen Eigenschaften durch Platinenadapter möglichst wenig beeinträchtigt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Verlustleistung der Schaltung möglichst gering bleibt.

Die Zahl der unterschiedlichen Betriebsspannungen sollte möglichst klein sein. Diese sind, ebenso wie wichtige Betriebszustände, durch entsprechende Anzeigeelemente am Gerät zu signalisieren.

Einstellungen an Geräten und Anlagen sollten auch über abgesetzte Bedienelemente möglich sein.

Einstellbereich und -weg der Bedien- und Abgleichelemente müssen dem Verwendungszweck angepasst und so ausgelegt sein, dass die Einstellungen ausreichend reproduzierbar sind.

Beim Drehen im Uhrzeigersinn muss die damit veränderbare Größe zunehmen.

Wenn für Abgleichvorgänge das Entfernen von Abdeckungen erforderlich ist, darf sich dabei die abzugleichende Größe nicht verändern.

Bereits bei der Entwicklung der Geräte sollte auf Diagnosemöglichkeiten Wert gelegt werden.

Für betriebsrelevante Bedien- und Meldfunktionen wird eine standardisierte Schnittstelle gefordert, die den Anschluss von seriellen Datenübertragungssystemen ermöglicht. Das Schnittstellenprotokoll muss offengelegt werden.

Der Ausfall einer Baugruppe einer größeren Anlage sollte nicht zum Ausfall der gesamten Anlage führen. Um dies zu verhindern, sind geeignete Havariemaßnahmen vorzusehen.

Wichtige Spannungen und Ströme in einer Schaltungsanordnung müssen entweder durch geeignete Anzeigeelemente oder über leicht zugängliche Messpunkte kontrollierbar sein. Automatische Fehleranzeigen sind erwünscht.

Größere Anlagen sollten so konzipiert sein, dass einzelne gleichberechtigte Teilbereiche zu Servicezwecken außer Betrieb genommen werden können, ohne die Betriebsfähigkeit der übrigen Teilbereiche einzuschränken.

2.4.1 Anordnung von Bauteilen

Abgleichelemente sind vorzugsweise so zu montieren, dass sie ohne Zwischenschalten eines Platinenadapters betätigt werden können.

Die Anordnung der Baugruppen in einem Gerät muss übersichtlich und servicefreundlich sein. Bauteile und Baugruppen müssen zum Austausch leicht zugänglich und mit Hilfe normaler Werkzeuge austauschbar sein.

Bei steckbaren Baugruppen soll zur Vermeidung von Verwechslungen eine Codierung an den Steckvorrichtungen und eine gut lesbare Kennzeichnung der Platine und des Platinenträgers vorgesehen werden. Platinenführungen, die einen schnellen Austausch erleichtern, sind anzubringen. Platinen sind gegen eigenständiges Lösen zu sichern. Für alle steckbaren Platinen oder Baugruppen müssen für Reparaturzwecke entsprechende Adapter mitgeliefert werden.

Bei Bauteilen, die notwendigerweise Wärme entwickeln, ist durch geeignete Kühlflächen und Kühlkörper für staufreie Wärmeabfuhr zu sorgen. Konvektionskühlung ist gegenüber Kühlung durch Lüfter der Vorzug zu geben. Bei Kühlung durch Lüfter ist die Lärmentwicklung möglichst gering zu halten. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die natürliche oder durch Lüfter unterstützte Luftzirkulation nicht durch sperrige Bauteile erschwert wird. Temperaturempfindliche Bauteile dürfen nicht neben stark Wärme entwickelnden Bauteilen angeordnet werden.

Bei der Anordnung lageempfindlicher Bauteile ist die Betriebslage des Gerätes zu beachten.

Zur schnellen Überprüfung einer Anlage oder eines Gerätes sind geeignete Messpunkte vorzusehen, die Messungen ohne Betriebsunterbrechung und ohne Rückwirkung auf die Eigenschaften des Prüflings gestatten. Messpunkte auf den Platinen sind deutlich zu kennzeichnen.

Bedienelemente müssen nach ergonomischen Gesichtspunkten angeordnet sein; sie müssen gegen selbsttätiges oder unbeabsichtigtes Verstellen gesichert sein. Buchsen und Stecker müssen so angeordnet sein, dass sich Verbindungen ohne Schwierigkeiten herstellen und lösen lassen.

2.4.2 Erdung

Geräte und Anlagen sollten voneinander isolierte Betriebserde- und Schutzleiteranschlüsse aufweisen. Diese Anschlüsse sollen so angeordnet sein, dass sie wahlweise durch eine Lasche oder Lötverbindung miteinander leitend verbunden werden können. Die Zuleitung der Betriebsschutzerde (*FPE Function and Protection Earth*) muss fest angeschlossen sein und darf sich nur mittels Werkzeug lösen lassen. Wenn bei Geräten nur eine gemeinsame PE/FPE vorhanden ist, sollte eine Lasche für den Anschluss der FPE vorhanden sein. In diesem Fall muss die Versorgung der PE mit der der FPE identisch sein.

In Abhängigkeit des verwendeten Erdungssystems (Sternerde oder Flächenerde) ist auf die Trennung von Betriebsschutzerde (FPE) und Schutzerde (SL) und ggf. der Erden der Video-, Audio- und Datenebene zu achten.

Für die Planung von Anlagen wird für abgeschlossene Bereiche eine Hybriderdung empfohlen, d. h. die Anlagenteile können zwar untereinander vermascht sein, sind aber gegen die PE bzw. Bauerde isoliert, und die Schutzerdung erfolgt über die FPE. Die vermaschten Anlagenteile sollten über eine sternförmige Erdung zusammengeführt werden.

Die Erdverteilung ist so auszuführen, dass sich Fehlerströme durch Auftrennen einzelner Erdverbindungen messtechnisch lokalisieren lassen. Die Auftrennung muss unter Berücksichtigung der Schutzvorkehrungen gegen elektrische Schläge durchgeführt werden.

Das Schutzleitungssystem muss den einschlägigen VDE-Bestimmungen (VDE 0100, VDE 0800 und VDE 0804) entsprechen.

2.4.3 Kühlung

Der Eigenbelüftung durch Konvektion ist bei Geräten und Anlagen der Vorzug zu geben. Ist eine Zwangsbelüftung erforderlich, kann die Wärme durch Lüfter an die Umgebung oder durch Anschluss an eine zentrale Be- und Entlüftung abgeführt werden. Ist der Anschluss an eine zentrale Be- und Entlüftung erforderlich, müssen Art und Umfang der Kühlung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abgestimmt werden. Die Be- und Entlüftungsbedingungen sind im Angebot anzugeben. Die für den Einsatzort empfohlenen Geräuschkurven dürfen nicht überschritten werden (siehe DIN 15996).

Gegen die Verschmutzung des Gerätes durch die Belüftung sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Bei Verwendung von Staubschutzfiltern muss auf leichte Austauschbarkeit geachtet werden.

Die Funktion von Lüftern und die Temperatur in Gestellschränken sind in geeigneter Weise zu überwachen.

2.5 Software

Für jedes Gerät in der Anlage muss die aktuelle Software-Version mitgeliefert werden. Diese muss den jeweils gültigen Stand der ARD-ZDF-Richtlinie für Software erfüllen.

3. Fertigung

Die Geräte müssen sorgfältig, sauber und fertigungstechnisch einwandfrei ausgeführt werden.

Die für die Austauschbarkeit von Geräten oder einzelnen Baugruppen erforderliche Maßgenauigkeit muss gewährleistet sein.

3.1 Oberflächenbearbeitung

Alle durch Korrosion gefährdeten Teile müssen durch eine geeignete Oberflächenbehandlung geschützt werden. Scharfe Kanten müssen entgratet sein. Wenn sich nicht aus dem betriebsmäßigen Einsatz der Geräte oder Teile heraus besondere Anforderungen ergeben, genügt eine einwandfreie, kratzfeste Lackierung mit vorangegangener Grundierung oder eine galvanische Oberflächenbehandlung.

Nach erfolgter Oberflächenbehandlung dürfen spanabhebende Bearbeitungen nicht mehr vorgenommen werden.

3.1.1 Lackierungen

Es sind Einbrennlackierungen zu verwenden, soweit es der Werkstoff der zu lackierenden Teile zulässt. Die Lichtbeständigkeit der verwendeten Lacke muss gewährleistet sein.

3.1.2 Galvanisierte Oberflächen

Galvanisierte Oberflächen müssen eine dem Verwendungszweck entsprechende, ausreichende Schichtdicke aufweisen. Die Festlegungen in den DIN-Normen (DIN 50 959, DIN 50 962 und DIN EN 12 540) sind sinngemäß zu berücksichtigen. Eine sachgemäße Vorbehandlung (z. B. ausreichendes Unterkupfern bei Stahlteilen) muss sichergestellt sein. Die Schicht darf weder Poren noch Risse aufweisen. Die galvanische Behandlung von Bauteilen, die durch Punktschweißen, Heftschweißen oder Nieten verbunden werden sollen, muss vor diesem Arbeitsgang erfolgen, um das Eindringen von Elektrolyt in den zwischen den Teilen verbleibenden Spalt auszuschließen.

3.2 Montage

Bei der Montage ist besonderer Wert auf die Sicherung aller mechanischen und elektrischen Verbindungen zu legen.

Die Montage hat so zu erfolgen, dass keine inneren Spannungen (z. B. durch Verkantungen oder Torsionen) in den Bauteilen und im Chassis auftreten.

3.2.1 Schraubverbindungen

Schraubverbindungen bei elektrischen Bauteilen und Abschirmblechen müssen elektrisch kontaktsicher ausgeführt werden (weder Lack noch Eloxierung an den Auflageflächen).

Lose, verlierbare Schraubverbindungen sind zu vermeiden. Bei mechanischen Befestigungen in Verbindung mit weichen Materialien oder solchen Materialien, die Schrumpfungen unterliegen, sind außer federnden Zwischenscheiben zusätzlich glatte Unterlegscheiben vorzusehen, um ein Einarbeiten der Federscheiben in die weichen Materialien zu verhindern.

3.3 Verdrahtung

Die Verdrahtung der Geräte und Anlagen muss unter Berücksichtigung der elektrischen und mechanischen Anforderungen erfolgen. Verbindungen der Verdrahtung mit dem Chassis ("definierte Erdpunkte") dürfen nicht durch Vernieten einer Lötfläche mit dem Chassis hergestellt werden. Zulässig ist in diesem Fall das Anpunkten einer Lötfläche bzw. das Herausdrücken derselben aus dem Chassisblech oder eine federgesicherte Schraubverbindung. Drähte sollen sauber verlegt und ohne mechanische Spannungen so an die Bauteile geführt werden, dass deren Zugänglichkeit nicht behindert wird.

3.3.1 Kabel- und Schaltmaterial

Drahtstärke und Isolation sind den jeweiligen Anforderungen entsprechend zu wählen. Auf ausreichende Wärmebeständigkeit sowie auf Halogenfreiheit der Isolation ist zu achten.

Nach Möglichkeit sollen verzinnte Drähte verwendet werden. Bei beweglichen Anschlüssen sind Litzen zu verwenden.

3.3.2 Kabelkennzeichnung

Geräte-, Gestell- und Schrankverdrahtungen sowie Kabel und Verbindungsleitungen müssen eindeutig durch Farben oder Nummern und Anschlussbezeichnungen gekennzeichnet werden. Die verwendeten Kennzeichnungen sind in das Schaltbild einzutragen.

3.3.3 Kabelstämme

Soweit die elektromagnetische Verträglichkeit nicht dagegen spricht, soll die Verdrahtung in Kabelstämmen oder in Kabelkanälen ausgeführt werden. Die Leitungsbündel sind so zu führen, dass das Auswechseln von Bauteilen und Baugruppen nicht behindert wird. Ist ein Geräteauszug vorgesehen, müssen Kabellängen und -abbindungen entsprechend ausgeführt werden.

Bei der Befestigung der Kabelbäume, insbesondere bei mobilen Geräten und Anlagen, muss gewährleistet sein, dass keine Drahtbrüche, Scheuerstellen und Quetschungen entstehen können.

Grundsätzlich ist bei der Anordnung der Kabelbäume auf die zulässigen Krümmungsradien der Kabel und die zulässige Torsion zu achten.

3.3.4 Symmetrie und Schirmung

Hin- und Rückleitungen aller symmetrischen Stromkreise sind verdreht oder eng benachbart zu führen. Es ist abgeschirmtes Kabel zu verwenden. Der Schirm ist auf Bezugspotenzial zu bringen. Bei der Verwendung von doppelt geschirmten Kabeln (z. B. Multicore) ist der äußere Schirm beidseitig auf Bezugs- oder Gebäudepotenzial aufzulegen. Die inneren Schirme können dann zur Vermeidung von Brummstörungen durch Potenzialausgleich nur einseitig aufgelegt werden.

3.4 Lötung und lötfreie elektrische Verbindung

Die elektrischen Verbindungen müssen sorgfältig und fachmännisch nach dem Stand der Technik hergestellt sein. Unter Zug- oder Schwingbelastung stehende Kabel und Drähte sind mechanisch so abzufangen, dass die Anschlussstellen von der Belastung nicht beansprucht werden.

Größere Bauteile sind durch getrennte mechanische Befestigungen oder Aufhängungen so einzufügen, dass die Anschlusspunkte keiner mechanischen Belastung unterworfen sind.

Punktverschweißte Erdverbindungen sind nur dort anzuwenden, wo die Schweißstellen 100%ige Sicherheit garantieren. Alle anderen Übergänge sind großflächig zu verzinnen und durch entsprechend großflächige Gegenstücke gesichert fest zu verschrauben.

3.4.1 Lötung

Als Lötzinn soll Material verwendet werden, das dem Zinnlot 60 nach DIN 1707-100 entspricht.

Kontrollmarkierungen dürfen auf Lötstellen nicht angebracht werden.

3.4.2 Crimp-Verbindung

Leiter, Isolierung und Crimp-Anschlussstück sind in ihrer Bemessung sowie elektrochemisch sorgfältig aufeinander abzustimmen.

Das Crimp-Anschlussstück soll so ausgeführt sein, dass an der fertigen Crimp-Verbindung die korrekte Lage des Leiters nachprüfbar ist. Es darf keine Oberflächenverschmutzungen aufweisen und muss frei von Brüchen bzw. rauhen und scharfen Kanten sein, die zu einer Beschädigung des Leiters oder seiner Isolierung führen können. Die Crimp-Hülse muss zum angeschlossenen Leiter hin trichterförmig ausgebildet sein (Vermeidung von Kerbwirkung).

3.5 Positionierung

Soweit möglich, sind elektronische Bauelemente durch Positionszahlen, die mit den Schaltunterlagen bzw. den Platinenansichten übereinstimmen müssen, zu kennzeichnen. Die Kennzeichnungen sollen widerstandsfähig gegenüber handelsüblichen Reinigungsflüssigkeiten und einer Behandlung in Ultraschallbädern sein. Kennzeichnungen sind so anzubringen, dass sie beim Austausch von defekten Bauteilen nicht zerstört werden.

In allen mitzuliefernden Unterlagen über Schaltungen, Platinenansichten und Steckerbelegungen sind die übereinstimmenden Positionszahlen deutlich einzutragen und zu kennzeichnen. Messpunkte sind besonders zu kennzeichnen und dürfen in Form und Ausführung nicht den Positionsbezeichnungen ähneln.

3.6 Kennzeichnung der Geräte

Beschilderung, Gravierung und Kennzeichnung von Geräten und Anlagen sind verständlich durchzuführen.

3.6.1 Typenbezeichnung

Jede Anlage, jedes Gerät und jede Platine muss Herkunftszeichen, Type und Fertigungsnummer haben.

3.6.2 Bezeichnung auswechselbarer Teile

Bei allen ohne spezielles Werkzeug auswechselbaren Teilen (Sicherungen, Kleinplatinen usw.) sind die genauen Bezeichnungen dieser Teile anzubringen, und zwar in Übereinstimmung mit den in den Schaltunterlagen verwendeten Bezeichnungen (siehe **3.5**).

3.6.3 Beschriftung

Die Beschriftung muss deutlich lesbar sein. Um Sprachbarrieren zu überwinden, sollte wo sinnvoll bzw. möglich von Symbolbeschriftung Gebrauch gemacht werden.

4. Lieferung

4.1 Abnahme

Bei der Lieferung von Geräten und Anlagen muss vom Hersteller die Möglichkeit einer angemessenen Werkslieferkontrolle unter Mitwirkung eines Mitarbeiters des Herstellers gewährt werden. Einschränkungen sind im Angebot anzugeben und im Auftrag und in der Auftragsbestätigung zu vereinbaren.

Die Geräte und Anlagen sind vom Hersteller vor der Werkslieferkontrolle bzw. vor Übergabe an den Auftraggeber zu prüfen. Die Prüfung ist durch Messprotokoll nachzuweisen.

Zur Betriebsabnahme müssen vollständige Schaltungsunterlagen sowie Funktions- bzw. Systembeschreibungen zur Verfügung stehen.

Ergeben sich bei der Betriebsabnahme Schaltungsänderungen, so sind spätestens nach 6 Wochen die endgültigen, vollständigen Unterlagen dem Auftraggeber zuzusenden.

4.2 Betriebsunterlagen

Zum Lieferumfang der Geräte und Anlagen gehören ausführliche, benutzergerechte und servicefreundliche Schaltungsunterlagen und Beschreibungen. Daraus sollen Anwendungszweck, Funktion und Arbeitsweise der Geräte in übersichtlicher und verständlicher Form ersichtlich sein. Dazu gehören auch detaillierte Anleitungen zur sachgemäßen Bedienung, Wartung, Prüfung und Justierung.

Schaltzeichen und Stromlaufpläne sollten den entsprechenden DIN-Normen entsprechen.

Für jedes Gerät bzw. für jede Anlage sind in zu vereinbarenden Stückzahl und möglichst in deutscher Sprache bereitzustellen:

Gerätebeschreibungen und Bedienungsanweisungen, Schaltbilder, Lagepläne, Verkabelungspläne, Kabellisten, Stücklisten, Service-Unterlagen, Software und deren Dokumentation.

Die erwähnten Unterlagen sollen auch in elektronischer Form bereitgestellt werden. Das Format ist bei der Beauftragung vorzugeben.

4.2.1 Gerätebeschreibungen und Bedienungsanweisungen

Gerätebeschreibungen und Bedienungsanweisungen sind so abzufassen, dass sich auch nicht mit den Geräten und Anlagen vertrautes technisches Personal über die Funktion, Inbetriebnahme und betriebsgerechte Bedienung unterrichten kann. Wenn erforderlich, müssen hier auch spezielle Hinweise für Aufstellung und Anschluss der Geräte, für die Handhabung empfindlicher Teile und Hinweise auf Sicherheitsvorschriften gegeben werden.

4.2.2 Schaltbilder

Schaltbilder müssen die Positionszahlen der Bauelemente enthalten. Bauteile sind mit ihrer elektrischen Größe bzw. Bezeichnung zu kennzeichnen. Symbole von Fassungen für Bauelemente sind mit Anschlusskennungen zu versehen. Die Schaltbilder müssen vom Hersteller so angelegt sein, dass eine übersichtliche und eindeutige Darstellung der Stromläufe gegeben ist. Insbesondere beim Übergang von einer Platine oder Baueinheit zur nächsten oder von einem Gerät zum anderen sind Verzweigungen durch übersichtliche und leicht verständliche Diagramme ausreichend zu kennzeichnen. Bei umfangreicheren Geräten und Anlagen sind die Einzelschaltbilder so zu ordnen und zu nummerieren, dass diese dem Signaldurchlauf durch das Gerät entsprechen. Schaltbilder müssen nummerierte Messpunkte enthalten, die mit den Kennzeichnungen im Gerät übereinstimmen.

4.2.3 Lagepläne

Lagepläne sind eine maßstabsgerechte Abbildung der Platinen. In diese sind die Bauelemente mit ihren Positionszahlen lagegerecht einzuzeichnen. Die Leiterbahnen sind bei einseitiger Kaschierung einfarbig, bei mehrfacher Kaschierung zweifarbig darzustellen. Die Symbole der Bauelemente müssen sich deutlich von den Leiterbahnen abheben. Die Darstellung der Kontakte, insbesondere von Fassungen, muss eindeutig sein.

4.2.4 Verkabelungspläne

Die Verkabelungspläne sind mit ausreichenden Kennzeichnungen der verwendeten Kabel sowie ihrer Kabelnummern zu versehen.

4.2.5 Kabellisten

In den Kabellisten müssen alle Kabel mit ihren Kabelnummern, mit Tüllenfarbe und der Angabe von Länge, Anfangs- und Endpunkt sowie den Armaturen eingetragen sein.

4.2.6 Stücklisten

Stücklisten sollen den Baugruppen eines Gerätes zugeordnet sein und neben der Positionsnummer der betreffenden Bauteile die erforderlichen Angaben der elektrischen Werte und Toleranzen sowie die Herstellerfirma und die Typen- bzw. Bestellnummern enthalten.

4.2.7 Service-Unterlagen

Die Service-Unterlagen müssen Art und Umfang der durchzuführenden Prüfmaßnahmen enthalten. Es sind Toleranzgrenzen anzugeben und die Zeitabstände, in denen die Prüfungen durchzuführen sind, um Geräte und Anlagen betriebsbereit halten zu können. Gegebenenfalls sind genaue Abgleichanweisungen und die erforderlichen Messmittel aufzuführen. Sind spezielle Messmittel und Werkzeuge erforderlich, so sind diese exakt zu beschreiben und ihre Bezugsquellen nachzuweisen.

4.2.8 Software-Dokumentation

Auf Wunsch des Auftraggebers ist die gesamte Software-Dokumentation mitzuliefern. Art und Umfang des Nutzungsrechtes sowie die Durchführung von nachträglichen Änderungen der Programme (z. B. zur Beseitigung später entdeckter Programmierfehler oder Anpassung an veränderte betriebliche Erfordernisse) sind zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vertraglich eindeutig zu regeln.

Die Dokumentation eines Programms soll DIN 66 230 entsprechen.

Die Dokumentation muss die mit dem Programm lösbaren Aufgaben in allgemein verständlicher Form darstellen und den Lösungsweg, die Struktur des Programms sowie den Programmablauf von der Eingabe bis zur Ausgabe beschreiben. Die bei der Programmierung verwendeten Programmiersprachen und ihr Sprachumfang sind eindeutig anzugeben. Das Programm ist durch Kommentarzeilen zu erläutern.

4.3 Ersatzteile

Die Nachlieferung von Ersatzteilen ist – wenn nicht anders vereinbart – für mindestens 10 Jahre nach Auslieferung eines Gerätes oder einer Anlage sicherzustellen. Dies gilt auch für Bauteile, die von Untertierlieferanten bezogen werden. Die Lieferung von geeigneten Nachfolgetypen oder Ersatztypen ist zugelassen, muss aber dem Anwender vorab mitgeteilt werden.

Die Einstellung der Nachlieferung von Ersatzteilen für einen Gerätetyp ist durch den Hersteller rechtzeitig anzuzeigen.