

<p style="text-align: center;">Technische Richtlinie der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland</p>	<p style="text-align: center;">Richtlinie Nr.: 5/1.1</p>
<p style="text-align: center;">Bearbeiter dieses Heftes: Arbeitsgruppe Senderbetrieb Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik GmbH</p>	<p style="text-align: center;">2. Auflage</p>
	<p style="text-align: center;">16 Seiten</p>
	<p style="text-align: center;">03. Juni 2013</p>
<p style="text-align: center;">Bedingungen für Sender-Reservesysteme</p> <p style="text-align: center;">Zusätzlich gilt Technische Richtlinie Nr. 5/1.0 (Bedingungen für sendertechnische Geräte und Anlagen)</p>	

Hinweis: Diese Technische Richtlinie wurde mit der TDF Group Specification in den meisten technischen Parametern abgestimmt und erscheint dort unter der Bezeichnung: "TDF-Technical Specification Conditions for Transmitter Reserve Systems (TS TDF-G 02-00)"

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 Zitierfreiheit des Urheberrechtsgesetzes und jegliche elektronische Weitergabe ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des IRT nicht zulässig.

Inhaltsverzeichnis

1	Geltungsbereich	3
2	Allgemeines.....	3
3	Reservesysteme	4
4	Zentrales Bediengerät (ZBG).....	5
5	Ablöseautomatik.....	6
6	RF- Umschaltseinrichtungen am Ausgang von Sendern.....	7
7	RF- Umschaltseinrichtungen am Eingang von Umsetzern	9
8	Vereinfachtes Reservesystem für Umsetzer mit passiver Vorstufenreserve und aktiver Endstufenreserve	9
9	Anlagen.....	11

1 Geltungsbereich

Diese Bedingungen gelten für Rundfunksendeanlagen, also für alle analogen und digitalen Sender für Hörfunk und Fernsehen, die von den Anstalten der ARD beschafft und betrieben werden.

2 Allgemeines

Diese Technische Richtlinie beschreibt die Reservesysteme für den sendertechnischen Teil einer Anlage. Die Überwachung und Umschaltung von Eingangssignalen und notwendigen Zusatzsignalen bei analogen bzw. digitalen Systemen ist in den speziellen Technischen Richtlinien beschrieben. Dazu erforderliche Meldungen und Befehle sind in das Zentrale Bediengerät (ZBG) zu integrieren.

2.1 Begriffsbestimmungen

- a) Sender: Die Modulation des Ausgangssignals durch das Nutzsignal erfolgt innerhalb der Sendeanlage.
- b) Umsetzer: Das RF- Eingangssignal wird ohne vorhergehende Demodulation auf die Ausgangsfrequenz umgesetzt.
- c) Repeater: Das RF-Eingangs- und RF-Ausgangssignal besitzen die gleiche Frequenz. Eine Demodulation des Eingangssignals findet nicht statt.

2.2 Sender und Umsetzer müssen mit Zusatzeinrichtungen zu Anlagen, wie sie nachstehend als Reservesysteme beschrieben werden, zusammengeschaltet werden können. Solche Anlagen müssen auch fernbedient und mit Ablöseautomatiken und Umschalteneinrichtungen zu betreiben sein. Es wird zwischen Betriebssender (auf Antenne geschaltet) und Reservesender unterschieden. Zusätzlich wird zwischen „Passiver Reserve“, hierbei stehen Reserveteile bereit, die nicht an der Nutzaussendung beteiligt sind, und „Aktiver Reserve“, bei der alle Anlagenteile an der Nutzaussendung beteiligt sind, unterschieden. Bei n+1-Systemen erhalten die Sendergeräte die Bezeichnungen Sender A₁ bis Sender A_n und Sender B. Die auf Antenne geschalteten Sender werden als Betriebssender 1 bis n und der nicht an der Nutzaussendung beteiligte Sender wird als Reservesender bezeichnet.

2.3 Die Steuerung und Signalisierung der Schaltzustände eines Reservesystems erfolgt durch ein Zentrales Bediengerät (ZBG).

2.4 Die Ablöseautomatik ist die Einrichtung, die auf Grund des Anlagenzustandes die Umschaltung vom Betriebssystem auf das Reservesystem auslöst.

2.5 Als Umschalteneinrichtung werden die Anlagenteile bezeichnet, welche die Umschaltung der Signalwege für RF und Modulation ausführen.

2.6 Der gleichzeitige Betrieb aller Betriebs- und Reservegeräte mit voller Leistung und beliebigem Modulationssignal darf nicht zur Unterschreitung der in den speziellen Technischen Richtlinien geforderten Qualitätsparameter führen. Ebenso dürfen abgeschaltete, gestörte oder entnommene Reserveanlagenteile nicht zu einer Unterschreitung der Qualitätsparameter von Betriebsanlagenteilen führen.

2.7 Schaltungen der Umschalteneinrichtungen müssen unabhängig vom Ein- / Aus-Zustand der Sender möglich sein.

2.8 Die Unterbrechung der Signalwege bedingt durch Schaltungen der Umschalteneinrichtungen bei Eingangssignal- und RF-Umschaltungen < 10 W darf maximal 0,5 Sekunden betragen. Bei RF-Umschaltungen < 50 kW darf eine Zeit von 5 Sekunden, bei RF-Umschaltungen ≥ 50 kW eine Zeit von 15 Sekunden nicht überschritten werden. Die Leistungsangaben beziehen sich auf die jeweilige Nennleistung.

2.9 Für die Meldungen und Befehle der Anlagen 1 bis 4 gelten die in der Technischen Richtlinie 5/1.0 und 5/1.0 Teil 3 genannten Bedingungen.

2.10 Vor dem Anschluss für die Antennen und dem Anschluss für die Prüflast müssen zusätzliche RF- Messstellen gemäß den in den speziellen Technischen Richtlinien für den Senderausgang beschriebenen Eigenschaften realisierbar sein. Die Anzahl der Messstellen ist bei der Auftragsvergabe festzulegen.

- 2.11 Werden Baugruppen oder Komponenten verschiedener Sender in einem gemeinsamen Baugruppenträger oder Gestell untergebracht, so
- a) darf eine Störung bei einem Sender keine Rückwirkung auf die weiteren Sender haben.
 - b) darf eine gestörte Baugruppe oder Komponente eines Einzelsenders nicht zum gleichzeitigen Ausfall mehrerer Sender führen.
 - c) muss bei Störung einer Baugruppe oder Komponente eines Einzelsenders die Funktion der Ablöseautomatik erhalten bleiben
 - d) müssen Baugruppen und Komponenten eines Einzelsenders ohne Betriebsunterbrechung der nicht betroffenen Sender austauschbar sein.
 - e) ist die Stromversorgung so zu konstruieren, dass der Ausfall eines Netzteils nicht zum Ausfall mehrerer Sender führt.
 - f) sind bei der Realisierung einer gemeinsamen Stromversorgung mit redundanten Netzteilen diese netzseitig getrennt abzusichern und müssen ohne Betriebsunterbrechung getauscht werden können. Der Ausfall eines Netzteil ist als Summenwarnung zu signalisieren

3 Reservesysteme

Senderreservesysteme werden nach Art der Zusammenschaltung der Betriebs- und Reservegeräte unterschieden. Die Beschreibungen der nachfolgend aufgeführten Reservesysteme gelten sinngemäß auch für Umsetzer und Repeater.

Die nicht für die Nutzaussendung eingesetzten Anlagenteile müssen für alle Reservesysteme zwangsläufig auf einen Anschluss für eine Prüflast geschaltet sein.

Bei Sendern mit einer RF-Ausgangsleistung ≤ 100 W entfällt diese Forderung, sofern die Leistung der Reserveanlagenteile an einer Buchse an der Frontseite zur Verfügung steht.

Besitzt die Prüflast eine Kühlanlage, so muss diese selbsttätig mit der Inbetriebnahme des zugeordneten Senders eingeschaltet werden. Nur bei wirksamer Funktion der Kühlanlage darf die Trägersperrschleife des zugeordneten Senders geschlossen werden. Diese Forderungen gelten bei beliebiger Stellung der Ort/Fernschalter im ZBG oder Sender.

3.1 Vorstufenreserve (Dual Drive)

Dieses Reservesystem besteht aus einer Leistungsverstärkereinheit mit zwei voneinander unabhängigen Vorstufen. Jede Vorstufe muss beliebig als Betriebs- oder Reserveteil einsetzbar sein und eine RF-Messstelle besitzen.

Befehle und Meldungen siehe Anlage 1.

3.2 Aktive Reserve

Dieses Reservesystem besteht aus zwei voneinander unabhängigen Endstufen A und B und zwei voneinander unabhängigen Vorstufen. Für jede Endstufe ist eine separate Kühleinrichtung erforderlich. Im Normalbetrieb arbeitet eine Vorstufe mit beiden Endstufen. Im Fehlerfall wird der Betrieb mit einer um höchstens 3 dB reduzierten Leistung aufrechterhalten.

Die Ein- und Ausgänge der beiden Endstufen sind über Koppler zusammenschaltet, wobei der Eingangskoppler mit dem Ausgang der aktiven Vorstufe verbunden ist. Im Fehlerfall wird die noch funktionsfähige Endstufe unter Umgehung des Ausgangskopplers direkt auf die Antenne geschaltet. Es sind RF-Messstellen nach jeder Vorstufe, nach den Endstufen A und B sowie für die Summenausgangsleistung vorzusehen.

Folgende Zusammenschaltungen müssen möglich sein:

- a) Endstufe A und B mit Vorstufe A oder B auf Antenne (Normalbetrieb)
- b) Endstufe A mit Vorstufe A auf Antenne
Endstufe B mit Vorstufe B auf Prüflast
- c) Endstufe B mit Vorstufe B auf Antenne
Endstufe A mit Vorstufe A auf Prüflast

Eine zusätzliche Zusammenschaltmöglichkeit von Vorstufe A mit Endstufe B und Vorstufe B mit Endstufe A ist zulässig.

Befehle und Meldungen siehe Anlage 2.

3.3 Passive Reserve

Dieses Reservesystem besteht aus zwei voneinander unabhängigen Einzelsendern mit jeweils eigenständigem Kühlsystem. Jeder Einzelsender muss beliebig als Betriebs- oder Reserveteil einsetzbar sein.

Befehle und Meldungen siehe Anlage 3.

3.4 (n+1)-Reserve

Dieses Reservesystem besteht aus n voneinander unabhängigen Sendern A_1 bis A_n , die im Normalfall als Betriebssender (1 bis n) auf Antenne geschaltet sind, und einem davon unabhängigen Sender B, der im Normalfall als Reservesender bereit steht. Gemeinsame Kühlsystemkomponenten sind zulässig, alle aktiven Kühlsystemkomponenten sind redundant auszuführen. Jeder Sender A_1 bis A_n ist nur auf den zugehörigen Betriebsweg oder die Prüflast schaltbar. Jeder Sender A_1 bis A_n kann durch den Sender B ersetzt werden. Die einzelnen Sender A_1 bis A_n sind nicht an beliebiger Stelle als Betriebs- und Reserveteil einsetzbar.

In einem (n+1)-Reservesystem muss sich bei Ausfall von mehr als einem Sender der Sender B auf die Position desjenigen ausgefallenen Senders schalten, dessen Frequenz bzw. Programm Priorität hat. Die Festlegung der Priorität muss änderbar sein. Dabei ist „Priorität 1“ die höchste Priorität.

Die (1+1)-Reserve ist ein Sonderfall dieses Reservekonzeptes mit $n = 1$.

Die Lieferung von kanalselektiven Ausgangsfiltern für den Sender B ist bei Auftragsvergabe separat zu vereinbaren.

Befehle und Meldungen siehe Anlage 4

3.5 Vereinfachtes Reservesystem für Umsetzer

Beim vereinfachten Reservesystem für Umsetzer nach Abschnitt 8. sind die Ein- und Ausgänge der beiden Vorstufen über Koppler zusammengeschaltet, wobei der Ausgangskoppler der Vorstufe mit dem Eingang der Leistungsstufe verbunden ist. Im Übrigen gelten die Bedingungen nach 3.3.

Eine systembedingte Verschlechterung des Rauschabstandes bis zu 3 dB durch den Koppler am Umsetzer-Eingang ist zulässig.

4 Zentrales Bediengerät (ZBG)

Das ZBG muss entweder als eigenständiges Gerät oder als integraler Bestandteil eines anderen Anlagenteils realisiert werden. Das ZBG muss eine Ablöseautomatik beinhalten. Bei Umsetzern kann die Ablöseautomatik auch eine separate Einheit außerhalb des ZBG sein

- 4.1 Die Funktionalität des ZBG's mit seinen Umschaltvorrichtungen muss solange gewährleistet sein, wie noch mindestens ein Sender des Reservesystems betriebsbereit ist. Ist das ZBG als eigenständiges Gerät realisiert, muss dieses Gerät über einen von den angeschlossenen Sendern unabhängigen Stromanschluss und eine separate Absicherung verfügen.

Wird das ZBG über einen eigenständigen Netzanschluss mit Strom versorgt, so ist dieser als USV-Anschluss gemäß TR 5/1.0, Teil 1, Punkt 2.6.4 mit einer separaten Absicherung zu realisieren.

- 4.2 Ein Ausfall des ZBG darf keine Veränderung des eingestellten Schaltzustandes der Senderanlage hervorrufen. Bei Ausfall einer integrierten ZBG-Funktionalität ist zur Aufrechterhaltung des Betriebes eine Umschaltung zulässig.
- 4.3 Die für die Reservesysteme erforderlichen Befehle und Meldungen sind in den Anlagen 1 bis 4 angegeben. Zusätzlich müssen die in den speziellen Technischen Richtlinien beschriebenen Befehle und Meldungen integriert werden. Die Befehle und Meldungen müssen sowohl für die Steuerung und Signalisierung am ZBG als auch für die Fernbedienung über das ZBG zur Verfügung stehen.

Rückmeldungen müssen von demjenigen Geräteteil ausgelöst werden, auf den sich die Befehle beziehen.

Die Befehle und Meldungen für den Betriebssender beziehen sich immer auf den momentan auf die Betriebsantenne geschalteten Anlagenteil.

Die Befehle und Meldungen für den Reservesender beziehen sich immer auf den nicht an der Ausstrahlung beteiligten Anlagenteil.

- 4.4 Die gewünschte Art der Bedienung (Ort oder Fern) muss mit Wirkung für das gesamte Reservesystem und ohne Betriebsunterbrechung am ZBG einstellbar sein. Die Bedienung der Anlage darf nur entsprechend der gewählten Art (Ort oder Fern) wirksam werden.
- Ist das ZBG auf Ort geschaltet, dürfen Befehle über die Fernwirkschnittstelle nicht angenommen oder gespeichert werden.
- Sind einzelne Anlagenteile auf Ort geschaltet, dürfen nur die am Anlagenteil selbst eingegebenen Befehle angenommen werden. Nach Wechsel des Anlagenteils von Ort auf Fern muss das Anlagenteil den aktuell am ZBG von Fern oder Ort eingestellten Zustand übernehmen.
- 4.5 Wird das ZBG auf Ortbedienung geschaltet, muss die Meldung „Ort ZBG“ bzw. „LocalMode“ abgegeben werden.
- Die Signalisierung am ZBG darf durch die Fern/Ort-Einstellung nicht beeinflusst werden.
- 4.6 Ist in einem Reservesystem ein Einzelsender auf Ortbedienung geschaltet, so darf dadurch die Bedienung der anderen Anlagenteile des Reservesystems nicht verhindert sein. Dies gilt auch, wenn Anlagenteile abgeschaltet, von der Stromversorgung getrennt oder die Anschlüsse vom ZBG gelöst sind.
- 4.7 Ist infolge einer Störung des ZBG´s die Anlage nicht mehr bedienbar, so muss die Meldung „ZBG gestört“ abgegeben werden.
- 4.8 In (n+1)-Systemen ist für jede Betriebsfrequenz ein Parametersatz mit allen notwendigen Geräteeinstellungen, u. a. bestehend aus Frequenz, Ausgangsleistung, Modulationsparametern und Modulationseingang, zu speichern. Bei Umschaltungen muss die Auswahl des jeweils passenden Parametersatzes und die Übernahme in den Reservesender B selbsttätig durch das ZBG gesteuert werden.
- Beim Reservesender (siehe 2.2) muss für Mess- und Prüfzwecke eine manuelle Auswahl eines Parametersatzes möglich sein.
- 4.9 Bei (n+1)-Systemen muss der Modulationseingang des Reservesenders durch den Modulationsumschalter auf einen freien Anschluss geschaltet sein.
- Außerdem muss eine direkte Verkabelung der Modulationseingänge für Sender A1 - An unter Umgehung des Modulationsumschalters und eine davon unabhängige, zweite Verkabelung für den Sender B über den Modulationsumschalter möglich sein. In diesem Fall muss der Modulationsumschalter für den auf Prüflast geschalteten Sender B auf einen beliebigen Modulationsweg umschaltbar sein.
- 4.10 Entnahme des ZBG
- Ist das ZBG als eigenständiges Gerät realisiert, so muss es ohne Unterbrechung des Sendebetriebs der Anlage elektrisch getrennt und entnommen werden können. Dies gilt auch, falls das ZBG als integraler Bestandteil eines anderen Anlagenteils realisiert ist. In beiden Fällen und bei deaktivierten ZBG müssen alle sicherheitsrelevanten Trägersperren wirksam bleiben.

5 Ablöseautomatik

Die Ablöseautomatik übernimmt die Auswertung von Meldungen von Anlagenteilen und löst die Reserveschaltung aus.

In der Ablöseautomatik muss die Verzögerungszeit zwischen Eintritt des Ablösekriteriums und Ausführung der Ablösung einstellbar sein. Eine Ablösung darf nur erfolgen wenn das Ablösekriterium länger als die eingestellte Verzögerungszeit anliegt. Die Verzögerungszeit muss in 1-Sekunden-Schritten mindestens im Bereich von 1 Sekunde bis 10 Sekunden einstellbar sein.

- 5.1 Automatische Reserveschaltungen müssen ausgelöst werden bei:
- Vorliegen einer Störungsmeldung des Betriebsgerätes
 - Störungen der Stromversorgung, die nur das Betriebsgerät betreffen

- 5.1.1 Zusätzlich gilt für Umsetzer:
Liegt 1 Sekunde nach dem Signal „Muttersender (MS) vorhanden“ des nicht vorgewählten Umsetzers die Meldung „MS vorhanden“ des vorgewählten Umsetzers noch nicht an, so ist die Reserveschaltung ebenfalls auszulösen.
- 5.2 Automatische Reserveschaltungen müssen unterbunden sein:
- Nach einer automatischen Reserveschaltung. Ausnahme: Prioritäten in (n+1)-Systemen gemäß 3.4
 - Nach einer manuell ausgelösten Reserveschaltung durch den Befehl Reserveschaltung für Sender An in (n+1)-Systemen. Ausnahme: Prioritäten in (n+1)-Systemen gemäß 3.4
 - Wenn das Reservegerät oder das zu ersetzende Betriebsgerät auf Ortbedienung geschaltet ist.
 - Aufgrund gleichzeitiger Störung der Stromversorgung im Betriebs- und Reservegerät
 - Bei Unterbrechungen in der Stromversorgung für die Automatik.
 - Bei kurzzeitig auftretenden Störungen, die innerhalb der eingestellten Verzögerungszeit liegen.
 - Wenn das Reservegerät gestört ist.
 - Bei Sendern für digitale Signale aufgrund gleichzeitiger Störung des zugeführten Modulationssignals im Betriebs- und Reservegerät.
- 5.3 Die Funktion der Ablöseautomatik muss abschaltbar sein.
- 5.4 Die Meldung „Automatik bereit“ muss abgegeben werden, solange eine Reserveschaltung möglich ist. Dies gilt bei (n+1)-Systemen solange ein Sender mit höherer Priorität ablösbar ist.
- 5.5 Kann das ZBG aufgrund einer Störung nicht mehr auf alle Anlagenteile zugreifen, dann muss das ZBG die Meldung „Automatik gestört“ abgeben.
- 5.6 Ein durch eine Störung abgelöster Sender übernimmt den durch das ZBG vorgegebenen Betriebszustand für den Sender B. Erfolgt in (n+1)-Systemen durch eine weitere Ablösung aufgrund höherer Priorität eine zwangsläufige Rückschaltung des zuerst abgelösten Betriebssenders auf Antenne, so muss dieser wieder den für ihn vom ZBG vorgegebenen Betriebszustand annehmen.
- 5.7 In Systemen mit Vorstufenreserve nach 3.1 oder Passiver Reserve nach 3.3 ist die Automatikfunktion nach einer automatischen Ablösung gemäß 5.1 deaktiviert. Durch Änderung der Bevorrechtigung auf den aktuellen Betriebszustand wird die Automatik wieder aktiviert (Automatik Bereit).
- 5.8 Bei (n+1)-Anlagen wird ein abgelöster Sender A1 bis An durch den Befehl „Reserveschaltung Sender B“ wieder auf den Betriebsweg geschaltet. Der Sender A1 bis An übernimmt anschließend wieder den durch das ZBG vorgegebenen Betriebszustand. Falls keine aktuelle Störung mehr anliegt wird der Sender wieder in die Automatik übernommen. Liegt weiterhin eine Störung an, wird der Sender B wieder auf Antenne geschaltet.

6 RF- Umschalteneinrichtungen am Ausgang von Sendern

6.1 Hochfrequenztechnische Anforderungen

6.1.1 Anpassung

Werden die Ausgänge der Umschalteneinrichtungen mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen, so muss im Betriebskanal die Rückflusssdämpfung einschließlich Verbindungsleitung zum Sender innerhalb der Frequenzbereiche Band I, III, IV/V ≥ 34 dB und im Band II sowie im L-Band ≥ 26 dB sein. Im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz muss die Rückflusssdämpfung ≥ 26 dB sein.

6.1.2 Belastbarkeit

Die Umschalteneinrichtung muss zeitlich unbegrenzt mit der mittleren Leistung gemäß der jeweiligen Technischen Richtlinie betrieben werden können.

Im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz gelten zusätzlich:

Nach einer Betriebspause von 2 Stunden muss der Betrieb mit Spitzenleistung eine Stunde lang möglich sein. Die Rückflussdämpfung durch äußere Beschaltung darf dabei ≥ 10 dB betragen. In diesen Fällen darf kein Teil eine Erwärmung erfahren, welche die geforderte Eignung für den Dauerbetrieb in Frage stellt. Kurzzeitige, sprunghafte Änderungen der Rückflussdämpfung auf 7 dB dürfen zu keiner Beschädigung führen.

6.1.3 Übersprechen

Die Übersprechdämpfung zwischen zwei beliebig geschalteten Verbindungen, die jeweils am Ein- und Ausgang mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen sind, muss in Band I, II, III, IV/V > 80 dB, im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz ≥ 60 dB und im L-Band > 70 dB sein. Übergeordnet gilt Absatz 2.5.

6.2 Konstruktive Forderungen

6.2.1 Für unter Last schaltbare Umschalteneinrichtungen muss die Stellung jedes Schalters einer Umschalteneinrichtung am Schalter erkennbar sein.

6.2.2 Für Umschalteneinrichtungen, die nicht unter Last geschaltet werden dürfen, gilt:

- Jeder einzelne Schalter der Umschalteneinrichtung muss für Notbetrieb eine manuelle, unmittelbar auf die Mechanik einwirkende Betätigungsmöglichkeit besitzen. Eine Stellungsanzeige des Schalters ist auf mechanischem Weg sicherzustellen. Ist die Stellung des Schalters von der Senderfront aus nicht sichtbar, so muss zusätzlich eine Signalisierung der Schalterstellung im ZBG oder an der Senderfront vorhanden und ohne Hilfsmittel erkennbar sein.
- Unzulässige Verbindungen der Umschalteneinrichtungen müssen erkannt werden und sind vor der Aufschaltung selbsttätig aufzuheben.
- Bei aufeinanderfolgenden, einander widersprechenden Befehlen ist der zuletzt gegebene gültig. Befehle, die sich bereits in Ausführung befinden sind nach Möglichkeit abzubrechen. Anschließend ist der zuletzt gegebene Befehl auszuführen.
- Eine Störung der Umschalteneinrichtungen ist anzuzeigen, siehe auch 5.5.

6.3 Spannungsfestigkeit

Durch Überspannung bis zum 2,5-fachen Wert der der Nennleistung entsprechenden RF-Spitzenspannung darf kein Überschlag erfolgen und die Umschalteneinrichtung keinen Schaden nehmen. Bei Sendern für digitale Übertragungsverfahren ist die zulässige Spitzenpannung die Spannung, die bei Nennleistung und maximal zulässigem Crestfaktor auftreten würde.

6.4 Trägersicherheits- und Signalkontakte

RF-Schalter, die nicht unter Last geschaltet werden dürfen, müssen mit vier voneinander unabhängig arbeitenden potentialfreien Wechsler-Signalkontakten für jede Schalterstellung ausgerüstet sein. Davon sind zwei Kontakte für die Trägersicherheitsschleife und zwei Kontakte für die Anzeige der Schalterstellung zu verwenden.

Die Signalkontakte müssen konstruktiv so angeordnet sein, dass sie nur geschaltet sind, solange die RF-Kontakte in der zugeordneten Schalterstellung stehen.

Die Trägersicherheitskontakte dürfen nur geschaltet sein, solange sich die RF-Kontakte in ihrer Endstellung befinden und gleichzeitig die zugeordneten Signalkontakte geschaltet sind.

Alle Sicherheits- und Signalkontakte müssen vom Vorhandensein einer Betriebsspannung unabhängig sein und auch bei manueller Betätigung des Schalters arbeiten.

6.5 Sicherheitseinrichtungen

Als Option sind je Ausgang der Umschalteneinrichtung handbedienbare Erdungsschalter vorzusehen. Diese müssen wiederum parallel arbeitende Sicherheitsschleifen gem. 6.4 enthalten, die jedoch im geerdeten Zustand geöffnet sein müssen.

7 RF- Umschaltseinrichtungen am Eingang von Umsetzern

- 7.1 Das Eingangssignal kann sowohl über einen RF- Eingangsschalter als auch über einen Leistungsteiler (3 dB) zugeführt werden. Dies ist bei Bestellung zu vereinbaren.
- 7.2 Bei Verwendung eines RF-Eingangsschalters muss das Eingangssignal entweder auf Umsetzer A oder auf Umsetzer B oder gleichzeitig auf Umsetzer A und B geschaltet werden können. Während der gleichzeitigen Aufschaltung auf A und B darf sich die Eingangsanpassung verschlechtern.
- 7.3 Meldet keiner der beiden Umsetzer „Muttersender (MS) vorhanden“, so ist der RF-Eingangsschalter auf Umsetzer A und B zu schalten.

Sobald der vorgewählte Umsetzer das Signal „Muttersender vorhanden“ abgibt, ist dieser einzuschalten. Gleichzeitig ist am RF-Eingangsschalter der Zustand „Empfangsantenne auf Umsetzer A und Umsetzer B“ aufzuheben.

8 Vereinfachtes Reservesystem für Umsetzer mit passiver Vorstufenreserve und aktiver Endstufenreserve

8.1 Technische Forderungen

Die Umsetzer müssen folgende über die speziellen Technischen Richtlinien hinausgehenden Forderungen erfüllen:

- 8.1.1 Nach den Vorstufen muss die Aufteilung der RF-Leistung auf mindestens zwei unabhängig voneinander arbeitende Verstärkerzüge erfolgen.
- 8.1.2 Stromversorgungen und ggf. Lüfter für die Verstärkerzüge müssen redundant ausgeführt sein.
- 8.1.3 Der Umsetzer muss aus mindestens zwei getrennten Netzphasen gespeist werden können. Konstruktiv sind die Geräte so aufzubauen, dass sich die Netzanschlüsse der Vorstufen und die der Verstärkerzüge auf jeweils unterschiedliche Netzphasen anschließen lassen.
- 8.1.4 Vorstufen und andere redundante Komponenten müssen identisch und gegenseitig austauschbar sein.

8.2 Ablöseeinrichtung

- 8.2.1 Die Versorgungsspannung für die Ablösesteuerung muss über mindestens zwei getrennte Netzphasen aufrechterhalten werden. Die Stromversorgung aus den Netzteilen der einzelnen Senderstufen ist dabei zulässig.
- 8.2.2 Bevorrechtigt ist die auf Steckplatz A befindliche Vorstufe. Die wahlweise Möglichkeit zur Umstellung der Bevorrechtigung (Betrieb „A“ oder „B“) ist zulässig.
- 8.2.3 Ein Ausfall der Versorgungsspannung der Ablöseeinrichtungen darf nicht zum Ausfall der Senderanlage führen.
- 8.2.4 Ein Ausfall des Muttersenders darf keine Ablösung auslösen, s. a. 5.1.1.
Eine Ablösung der bevorrechtigten Vorstufe muss erfolgen:
 - a) bei einer Störung der Vorstufe.
 - b) bei Unterschreitung des eingestellten Schwellwertes für die Vorstufenleistung. Der Einstellbereich des Schwellwertes muss zwischen -1 dB und -3 dB des Sollwertes liegen.

- 8.2.5 Nach erfolgter Ablösung und nachfolgendem Ausfall der Reservevorstufe ist einmalig die bevorrechtigte Vorstufe erneut aufzuprüfen. Ist die bevorrechtigte Vorstufe betriebsfähig, wird die Reserveschaltung aufgehoben. Andernfalls wird der Umsetzer abgeschaltet.
- 8.2.6 Die jeweils nicht aktive Vorstufe muss ohne Unterbrechung des Betriebes geprüft bzw. entnommen werden können.
- 8.2.7 Bei entnommener Ablöseeinrichtung muss die Betriebsbereitschaft durch einfache Schaltvorrichtungen bzw. Steckverbindungen wieder hergestellt werden können.

8.3 Meldungen

Meldungen sind auf der Frontplatte optisch anzuzeigen. Optional sind Meldungen über potentialfreie Kontakte oder eine SNMP-Schnittstelle abzugeben.

Folgende Meldungen sind anzuzeigen bzw. abzugeben:

- a) Warnung Umsetzeranlage.
Der von -2 dB bis -8 dB einstellbare Schwellwert für die Endstufensollleistung ist unterschritten.
- b) Störung Umsetzeranlage.
Die Endstufensollleistung wird um mehr als 8 dB unterschritten.
- c) Automatik hat abgelöst.

Die Meldungen a) und b) dürfen nur abgegeben werden, wenn am Eingang des Umsetzers das MS-Signal anliegt.

Die Möglichkeit zur Nachrüstung von Fernmeldungen muss gewährleistet sein.

9 Anlagen

9.1 Anlage 1 – Vorstufenreserve (Dual Drive) gemäß 3.1

Befehle

Vorwahl Vorstufe A
Vorwahl Vorstufe B

Sender ein * * *
Sender aus * * *
Reserve ein * * *
Reserve aus * * *

Automatik ein
Automatik aus

Frequenz $f_1 \dots f_n$ einstellen *

Meldungen

Vorstufe A vorgewählt
Vorstufe B vorgewählt

Ein-Befehl gegeben
Aus-Befehl gegeben
Ein-Befehl gegeben
Aus-Befehl gegeben
Vorstufe A in Betrieb * *
Vorstufe B in Betrieb * *

RF Endstufe vorhanden *

Warnung Vorstufe A
Warnung Vorstufe B
Warnung Endstufe

Störung Vorstufe A
Störung Vorstufe B
Störung Endstufe

Frequenzsynchronisation Vorstufe A aus *
Frequenzsynchronisation Vorstufe B aus *

Ort Vorstufe A
Ort Vorstufe B

Ort ZBG
ZBG gestört

Automatik Ein-Befehl gegeben
Automatik Aus-Befehl gegeben
Automatik bereit
Automatik hat abgelöst
Automatik gestört

Frequenz $f_1 \dots f_n$ eingestellt *

* Nur wenn in der speziellen Technischen Richtlinie gefordert.

* * Diese Meldungen müssen unabhängig von der Art der gewählten Bedienung Ort/Fern und auch bei Handbetätigung der Umschalteneinrichtung (Antennenwahlschalter) gemeldet werden.

* * * Die Befehle und Meldungen für die Betriebssender beziehen sich immer auf den momentan auf die Betriebsantenne geschalteten Anlagenteil.
Die Befehle und Meldungen für den Reservesender beziehen sich immer auf den nicht an der Ausstrahlung beteiligten Anlagenteil.

9.2 Anlage 2 – Aktive Reserve gemäß 3.2

Befehle	Meldungen
Vorwahl Sender A und B	Sender A und B gewählt
Vorwahl Sender A	Sender A gewählt
Vorwahl Sender B	Sender B gewählt
Vorwahl Vorstufe A	Vorstufe A vorgewählt
Vorwahl Vorstufe B	Vorstufe B vorgewählt
Betriebssender ein * * *	Ein-Befehl gegeben
Betriebssender aus * * *	Aus-Befehl gegeben
Reserve ein * * *	Ein-Befehl gegeben
Reserve aus * * *	Aus-Befehl gegeben
	Vorstufe A in Betrieb * *
	Vorstufe B in Betrieb * *
Betriebssender kleine Leistung *	Betriebssender kleine Leistung *
Betriebssender große Leistung *	Betriebssender große Leistung *
Nicht vorgewählter Sender ein	Ein-Befehl nicht vorgewählter Sender gegeben
Nicht vorgewählter Sender aus	Aus-Befehl nicht vorgewählter Sender gegeben
	Sender A und B auf Betriebsantenne * *
	Sender A auf Betriebsantenne * *
	Sender B auf Betriebsantenne * *
	RF Sender A und B vorhanden
	RF Sender A vorhanden *
	RF Sender B vorhanden *
	Warnung Vorstufe A*
	Warnung Vorstufe B*
	Warnung Endstufe A*
	Warnung Endstufe B*
	Störung Vorstufe A
	Störung Vorstufe B
	Störung Endstufe A
	Störung Endstufe B
	Frequenzsynchronisation Vorstufe A aus *
	Frequenzsynchronisation Vorstufe B aus *
	Ort Vorstufe A
	Ort Vorstufe B
	Ort ZBG
	ZBG gestört
Automatik ein	Automatik Ein-Befehl gegeben
Automatik aus	Automatik Aus-Befehl gegeben
	Automatik bereit
	Automatik hat abgelöst
	Automatik gestört
Frequenz $f_1 \dots f_n$ einstellen *	Frequenz $f_1 \dots f_n$ eingestellt *

* Nur wenn in der speziellen Technischen Richtlinie gefordert.

** Diese Meldungen müssen unabhängig von der Art der gewählten Bedienung Ort/Fern und auch bei Handbetätigung der Umschalteneinrichtung (Antennenwahlschalter) gemeldet werden.

*** Die Befehle und Meldungen für die Betriebssender beziehen sich immer auf den momentan auf die Betriebsantenne geschalteten Anlagenteil.

Die Befehle und Meldungen für den Reservesender beziehen sich immer auf den nicht an der Ausstrahlung beteiligten Anlagenteil.

9.3 Anlage 3 – Passive Reserve gemäß 3.3

Befehle	Meldungen
Vorwahl Sender A	Sender A vorgewählt
Vorwahl Sender B	Sender B vorgewählt
Betriebssender ein * * *	Ein-Befehl gegeben
Betriebssender aus * * *	Aus-Befehl gegeben
Betriebssender kleine Leistung *	Betriebssender kleine Leistung *
Betriebssender große Leistung *	Betriebssender große Leistung *
Reservesender ein * * *	Ein-Befehl Reservesender gegeben
Reservesender aus * * *	Aus-Befehl Reservesender gegeben
	Sender A auf Betriebsantenne * *
	Sender B auf Betriebsantenne * *
	RF Sender A vorhanden*
	RF Sender B vorhanden*
	Störung Sender A
	Störung Sender B
	Warnung Sender A *
	Warnung Sender B *
	Frequenzsynchronisation Sender A aus *
	Frequenzsynchronisation Sender B aus *
	Ort Sender A
	Ort Sender B
	Ort ZBG
	ZBG gestört
Automatik ein	Automatik Ein-Befehl gegeben
Automatik aus	Automatik Aus-Befehl gegeben
	Automatik bereit
	Automatik hat abgelöst
	Automatik gestört
Frequenz $f_1 \dots f_n$ einstellen *	Frequenz $f_1 \dots f_n$ eingestellt *

* Nur wenn in der speziellen Technischen Richtlinie gefordert.

* * Diese Meldungen müssen unabhängig von der Art der gewählten Bedienung Ort/Fern und auch bei Handbetätigung der Umschalteneinrichtung (Antennenwahlschalter) gemeldet werden.

* * * Die Befehle und Meldungen für die Betriebssender beziehen sich immer auf den momentan auf die Betriebsantenne geschalteten Anlagenteil.
Die Befehle und Meldungen für den Reservesender beziehen sich immer auf den nicht an der Ausstrahlung beteiligten Anlagenteil.

9.4 Anlage 4 – (n+1)-Reserve gemäß 3.4

Befehle

Betriebssender 1, 2, ..., n ein * * *
 Betriebssender 1, 2, ..., n aus * * *

Reservesender ein * * *
 Reservesender aus * * *

Reserveschaltung
 für Sender A_1, A_2, \dots, A_n, B

Automatik ein
 Automatik aus

Frequenz $f_1 \dots f_n$ einstellen *

Kanalvorwahl 1,2, ..., n Sender B

Meldungen

Ein-Befehl Betriebssender 1, 2, ..., n gegeben * * *
 Aus-Befehl Betriebssender 1, 2, ..., n gegeben * * *

Ein-Befehl Reservesender gegeben * * *
 Aus-Befehl Reservesender gegeben * * *

Reserveschaltung für Sender A_1, A_2, \dots, A_n, B * *

RF- Betriebssender 1, 2, ..., n vorhanden
 RF Reservesender vorhanden

Warnung Sender A_1, A_2, \dots, A_n *
 Warnung Sender B*

Störung Sender A_1, A_2, \dots, A_n
 Störung Sender B

Ort Sender A_1, A_2, \dots, A_n
 Ort Sender B
 Ort ZBG

ZBG gestört

Automatik Ein-Befehl gegeben
 Automatik Aus-Befehl gegeben
 Automatik bereit
 Automatik hat abgelöst
 Automatik gestört

Frequenz $f_1 \dots f_n$ eingestellt *

Kanalvorwahl 1,2, ..., n Sender B*

* Nur wenn in der speziellen Technischen Richtlinie gefordert.

* * Diese Meldungen müssen unabhängig von der Art der gewählten Bedienung Ort/Fern und auch bei Handbetätigung der Umschalteneinrichtung (Antennenwahlschalter) gemeldet werden.

* * * Die Ein/Aus-Befehle und –Meldungen der Betriebssender 1, 2, ..., n müssen nach einer Reserveschaltung jeweils für den Reservesender B wirksam sein. Gleichmaßen beziehen sich die Befehle und Meldungen für den Reservesender auf den nicht mehr an der Nutzaussendung beteiligten Sender A_1, A_2, \dots, A_n .

9.5 Anlage 5 – Historie der Änderungen

Punkt-Nr.	Durchgeführte Änderung
Allgemein	Umfangreiche fachtechnische und redaktionelle Überarbeitung der Ausgabe März 2004. Die Wesentlichen Punkte sind folgend aufgeführt
Alle	Spezielle Anforderungen sowie Befehle und Meldungen für Röhrensender sind ersatzlos gestrichen
Alle	Spezielle Anforderungen sowie Befehle und Meldungen für AM-Sender sind ersatzlos gestrichen
Alle	Eingänge für externe Ablösesignale sind ersatzlos gestrichen
Seite 1 unten	Aktualisierung des Hinweises auf abgestimmte Richtlinien
1.	Definition für Rundfunksender näher definiert.
2.2	Erweiterung der Definition für Betriebs- und Reservesender. Es wird unterschieden zwischen der Bezeichnung der Sendergeräte und der Bezeichnung für die aktuelle Senderposition.
2.3	Der Inhalt wird aufgeteilt auf 2.3 „ZBG“, 2.4 „Ablöseautomatik“ und 2.5 „Umschaltelinrichtung“. Die Integration des ZBG in einen anderen Anlagenteil ist nun zulässig
2.4	2.4: ist in 4.1 und 4.2 eingestellt. Die Definition ist überarbeitet und ergänzt
2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9	2.5 bis 2.9 sind als 2.6 bis 2.10 eingestellt. Die Definitionen sind angepasst und erweitert.
2.11	Neuer Punkt: Unterbringung von Baugruppen und Komponenten verschiedener Sender in einem gemeinsamen Baugruppenträger oder Gestell.
3.1, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2, 3.2.1, 3.2.2, 3.3, 3.3.1, 3.3.2	Im Abschnitt ab 3.1 sind die Definitionen überarbeitet und ergänzt. Insbesondere die Bezeichnung für die Sendergeräte bei n +1 wurde überarbeitet. 3.2.1 (Einzelsender) fällt nicht mehr unter die Definition Reservesystem. 3.2.2 ist mit 3.3.1 unter dem neuen Punkt 3.3 (Aktive Reserve) zusammengefasst. Die Reihenfolge der Reservesysteme ist unter 3.1 bis 3.5 neu sortiert. 3.2, 3.3 und 3.4 enthalten nun nähere Vorgaben zu Kühlsystemen
4., 4.1, 4.2, 4.3	4.1 und 4.2 enthalten erweiterte Definitionen zum ZBG, s. a. 2.4. Die bisherigen Punkt 4.1 bis 4.3 werden zu 4. 3 bis 4.5
4.4	4.4 ist ersatzlos gestrichen
4.5, 4.6	4.5 und 4.6 sind als 4.6 und 4.7 eingestellt. Die Definitionen sind angepasst.
4.8 Neu	Eine Definition über die Speicherung von Geräteeinstellungen und die Steuerung der Übernahme bei Reserveschaltungen ist eingefügt.
4.7	4.7 ist als 4.10 eingestellt. Die Definition ist überarbeitet, gestrafft und ergänzt
4.9 Neu	Eine Vorgabe für die Modulationsumschalter in n+1-Reservesystemen ist eingefügt
5.	Absätze mit Vorgaben zu Röhrensendern und externe Ablösesignale sind ersatzlos gestrichen. Eine Vorgabe für eine einstellbare Ablösezeit ist eingefügt.
5.1, 5.2	Die Definitionen sind angepasst (Verzicht auf externes Ablösesignal), 5.2 h) ist hinzugefügt.
5.3	Der Punkt ist umfangreich überarbeitet ,genauer definiert und in 5.6 bis 5.8 aufgeteilt.
5.4, 5.5	Jetzt als 5.3, 5.4 eingestellt

5.5	Neu eingefügte Vorgabe zur Meldung bei eingeschränkter Funktionsbereitschaft der Ablöseeinrichtungen
6.2.2	Vorletzter Absatz genauer definiert
6.4	Absatz 1 redaktionell überarbeitet
8.1.2, 8.1.3, 8.2.2, 8.3	Redaktionelle Überarbeitung
Anlage 1 bis 4	Neue Reihenfolge entsprechend der Reihenfolge unter Punkt 3 Reservesysteme und Anpassung an die TR 5/1.0 Teil 3 SNMP-MIB