

<p align="center">Technische Richtlinie der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten in der Bundesrepublik Deutschland</p>	<p align="center">Richtlinie Nr. 5/7.1 Teil 4</p>
<p>Bearbeiter dieses Heftes: Konferenz Programmverbreitung Herausgeber: Institut für Rundfunktechnik</p>	<p>Ausgabe Nr. 3</p>
	<p>8 Seiten</p>
	<p>Stand Mai 2007</p>
<p align="center">Professionelle Rundfunk-Antennenanlagen für Frequenzbereiche oberhalb 30 MHz Teil 4: Besondere Bedingungen für UKW FM Sendeantennenanlagen</p> <p align="center">Zusätzlich gilt die Technische Richtlinie Nr. 5/1.0, Teil 1 Allgemeine Bedingungen für sendertechnische Geräte und Anlagen</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 Zitierfreiheit des Urheberrechtsgesetzes und jegliche elektronische Weitergabe ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des IRT nicht zulässig.

1.	Allgemeines	5
2.	Frequenzbereich	5
3.	Halbantennenbetrieb	5
4.	Leistungsbelastbarkeit	5
5.	Strahlungsdiagramme und Antennengewinn	5
5.1.	Allgemeines	5
5.2.	Azimutaldiagramm	5
5.3.	Vertikaldiagramm	6
5.4.	Antennengewinn	6
5.5.	Polarisation	6
6.	Anpassung	7
7.	RF-Energieleitungen	7
8.	Antennenweichen	7
8.1.	Hochfrequenztechnische Bedingungen	7
8.1.1.	Frequenzbereich	7
8.1.2.	Entkopplung	7
8.1.3.	Durchgangsdämpfung	7
8.1.4.	3-dB-Bandbreite	7
8.1.5.	Anpassung	8
8.2.	Mechanische Ausführung	8

1. Allgemeines

Dieser Teil dieser Technischen Richtlinie gilt nur in Verbindung mit Teil 1 (Professionelle Rundfunk- Antennenanlagen für Frequenzbereiche oberhalb 30 MHz - Allgemeine Bedingungen).

2. Frequenzbereich

Antennenanlagen für UKW-FM-Sender sind breitbandig für den gesamten Frequenzbereich II (87,5 bis 108 MHz) auszulegen. Teilbereiche sind nicht zulässig. Die vorgesehenen Betriebskanäle werden in der Angebotsanforderung angegeben.

3. Halbantennenbetrieb

Teilbare Antennen sind möglichst so auszuführen, dass die beiden Antennenhälften in ihren Strahlungseigenschaften etwa gleich sind. In der Angebotsanforderung wird angegeben, ob die Speisung der beiden Antennenhälften über ein oder zwei RF-Energiekabel erfolgt.

Bei Speisung der Halbantennen über zwei getrennte RF-Kabel erfolgt die Parallelschaltung im Sendergebäude oder in einem für das Senderpersonal zugänglichen Raum. Am Ausgang des Umschaltfeldes sind Richtkoppler für Vor- und Rücklauf mit einer Richtdämpfung von ≥ 34 dB vorzusehen, deren Koppeldämpfungen vom Auftraggeber anzugeben sind.

4. Leistungsbelastbarkeit

Die geforderte Leistungsbelastbarkeit wird in der Angebotsanforderung angegeben. Bei teilbaren Antennen gelten die Forderungen auch für die Halbantennen.

5. Strahlungsdiagramme und Antennengewinn

5.1. Allgemeines

Strahlungsdiagramme und Antennengewinne sind für jeden Betriebskanal sowie auch für die Bandgrenzen anzugeben. Bei teilbaren Antennen werden diese Angaben auch für die Halbantennen gefordert.

5.2. Azimutaldiagramm

Für Antennen mit Rundstrahlcharakteristik dürfen die Abweichungen des Azimutaldiagramms vom Maximum im gesamten Frequenzbereich -4 dB nicht überschreiten. Im unteren vertikalen Winkelbereich bis zum vertikalen Halbwertswinkel darf diese Abweichung kontinuierlich auf -5 dB ansteigen. Messtoleranzen sind hierin nicht enthalten.

Bei Antennen mit speziellen Richtdiagrammen sind diese Werte in vorgegebenen Bereichen konstanter Strahlungsleistungen anzustreben.

Einzelheiten über das gewünschte Azimutaldiagramm sind der Angebotsanforderung zu entnehmen.

Alle diese Forderungen gelten bei geteilten Antennen auch für die Halbantennen.

Der Auftraggeber gibt die Nordrichtung an und markiert diese innen und außen am Antennenträger.

5.3. Vertikaldiagramm

Forderungen bezüglich der Absenkung der Hauptkeule und Auffüllung der Nullstellen werden in der Angebotsanforderung angegeben.

Der geforderte Absenkwinkel des vertikalen Maximums gegen die Horizontale ist im gesamten Azimut auf $\pm 10\%$ der vertikalen Halbwertsbreite einzuhalten. "Hutkrempeeffekte" sind zu vermeiden.

Diese Forderungen gelten bei geteilten Antennen auch für die Halbantennen.

Zum Schutz des Flugnavigationssdienstes im Frequenzbereich 108 bis 118 MHz sind an die Vertikaldiagramme von UKW-FM-Antennen besondere Anforderungen zu stellen. Diese werden gesondert angegeben. Die Einhaltung dieser Forderungen ist im Angebot für den geforderten Elevationsbereich nachzuweisen.

5.4. Antennengewinn

Es ist der auf den Halbwellendipol bezogene Antennengewinn für das Maximum des Strahlungsdiagramms anzugeben. Die Gewinnbestimmung ist in folgenden Schritten durchzuführen, die ermittelten Werte zu den Punkten 1. bis 6. sind tabellarisch darzustellen:

1. Ausgangspunkt ist der Richtfaktor (Directivity) der geplanten Antenne, unter der Annahme, dass deren Elemente mit gleicher Amplitude und Phase gespeist werden. Ein mechanischer Vorversatz wird noch nicht eingefügt. Der Richtfaktor ist durch Integration über das vollständige Vertikaldiagramm (-90° bis $+90^\circ$) zu ermitteln.
2. Gewinnminderung infolge Nullstellenauffüllung und Absenkung des Vertikaldiagramms (Es sind die projektgemäßen Speisephasen und -amplituden sowie gegebenenfalls der mechanische Vorversatz in die Berechnung gemäß 1. einzusetzen. Die Gewinnminderung ergibt sich als Differenz der nach 1. und 2. ermittelten Richtfaktoren.)
3. Gewinnerhöhung durch horizontale Richtwirkung (bei rundstrahlenden Turnstile- und Superturnstile-Antennen in selbsttragenden GFK-Zylindern ist grundsätzlich $+1,5$ dB einzusetzen).
4. Verluste durch Kabel- und Leitungsdämpfungen sowie Kunststoffverkleidungen
5. Durchgangsdämpfung von Weichen sowie Dämpfung der RF-Energiekabel
6. Antennengewinn (Summe der in Punkt 1. bis 5. ermittelten Werte)

Die Horizontaldiagramme sind bezüglich der vorgegebenen Strahlungsleistungen leistungsrichtig darzustellen.

Bei Antennenanlagen, deren Vertikaldiagramme azimutalabhängig sind, ist dieses Verfahren nicht sinnvoll anwendbar. In diesen Fällen ist das vom Hersteller gewählte Verfahren zur Gewinnbestimmung nachvollziehbar anzugeben.

5.5. Polarisation

Die Polarisation ist horizontal, andere Polarisationsarten werden bei Bedarf gesondert vereinbart.

6. Anpassung

Die Antennenanlage ist durchgängig mit einem Wellenwiderstand von 50Ω auszuführen.

Die Rückflussdämpfung muss im eingeschwungenen Zustand im gesamten Frequenzbereich sowohl am Eingang der RF-Energiekabel einschl. Verteiler und Umschaltfeld als auch an der Antenne selbst mindestens 21 dB betragen.

Die Verwendung von Anpassgliedern zur Verbesserung der Anpassung ist zulässig.

Die Antenne ist so auszulegen, dass durch innere Mitflüsse keine solchen Reflexionsanteile abgestrahlt werden, die die Strahlungseigenschaften der Antenne unzulässig verändern. Eine Überprüfung erfolgt in der Regel nur bei begründeten Beanstandungen bzw. im Störfall.

Normale, für den Standort typische witterungsbedingte Änderungen der Anpassung von Strahlereinheiten dürfen nicht zur Senderabschaltung führen bzw. Leistungsreduzierungen bei den Sendern erfordern.

7. RF-Energieleitungen

RF-Energiekabel und Energieleitungen müssen einen Wellenwiderstand von 50Ω aufweisen. Die zulässige Toleranz beträgt $\pm 0,5 \Omega$, für die direkt zu den Antennen-einheiten führenden Speisekabel $\pm 1 \Omega$.

Bei Speisung geteilter Antennen über 2 RF-Energiekabel darf die Phasendifferenz der beiden Kabel für sich allein sowie mit vorgeschalteten koaxialen Rohrleitungen in gesamten Frequenzbereich 5° nicht überschreiten.

8. Antennenweichen

8.1. Hochfrequenztechnische Bedingungen

8.1.1. Frequenzbereich

Die Weichen müssen im Frequenzbereich II (87,5 bis 108 MHz) durchstimmbar sein. Die Abstimmung muss auch durch den Anwender selbst möglich sein.

Minimaler Frequenzabstand 0,8 MHz. Wird dieser Wert in konkreten Fällen nicht benötigt, dann sind auch Weichen mit größerem Frequenzabstand zulässig.

8.1.2. Entkopplung

Mindestwert zwischen den Eingängen 30 dB, bei Richtkopplerweichen Mindestwert zwischen den Schmalbandeingängen 50 dB. Für Senderleistungen ab 10 kW (bei Richtkopplerweichen am Schmalbandeingang) betragen diese Werte 35 dB bzw. 55 dB.

8.1.3. Durchgangsdämpfung

Die Durchgangsdämpfung soll so klein wie möglich sein. Sie ist in Abhängigkeit vom Frequenzabstand und der Anzahl der Kaskaden vom Hersteller anzugeben.

8.1.4. 3-dB-Bandbreite

Die 3-dB-Bandbreite soll – wenn dies der Frequenzabstand der Sender zulässt – mindestens 600 kHz betragen.

8.1.5. Anpassung

Rückflussdämpfung ≥ 26 dB bei den Betriebsfrequenzen ± 100 kHz, bei Richtkopplerweichen darüber hinaus im Sperrbereich ≥ 19 dB.

8.2. Mechanische Ausführung

- Die Weichen müssen modular aufgebaut sein und durch Kaskadierung einfach erweiterbar sein.
- Die verwendeten Filter sind als Bandpässe auszuführen.
- Die Verwendung von Lüftern ist nicht zulässig.
- Die Weichen müssen wartungsfrei sein.
- Umgebungstemperatur: 0 °C bis 40 °C.
- Es kann gefordert werden, dass am Ausgang der Weiche Richtkoppler mit einer Richtdämpfung ≥ 34 dB vorzusehen sind, die für Vor- und Rücklauf gleiche Koppeldämpfung aufweisen. Die Koppeldämpfung ist anzugeben.
- Bei Richtkopplerweichen kann gefordert werden, eine Schutzschaltung für die Absorber vorzusehen und diese ggf. in die Blockierungsschleife des Senders einzubeziehen.
- Darüber hinaus soll es auf Wunsch möglich sein, die Absorberleistung zur Überwachung des Betriebszustandes der Weiche anzuzeigen. Die zulässigen Toleranzen sind vom Hersteller anzugeben.