



# Desensibilisierung der TBS durch TMO - Repeater

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Beschreibung .....</b>	<b>2</b>
2.1	Rauschbestimmung .....	2
2.2	Auswirkung der Desensibilisierung .....	3
2.3	Maßnahmen zur Einschränkung der Desensibilisierung .....	3
2.4	Fazit .....	5
<b>3</b>	<b>Referenzierte Dokumente .....</b>	<b>5</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Desensibilisierung .....	2
Tabelle 2: Zusammenhang Rauschverhältnis und Desensibilisierung .....	3
Tabelle 3: Beispiel Eigenrauschen eines Repeaters im Uplink .....	3
Tabelle 4: Beispiel Gesamtrauschen der TMO-Repeater .....	4
Tabelle 5: Verstärkungsreduzierung im Verhältnis zur Repeateranzahl .....	4

# 1 Einleitung

In diesem Dokument wird das Rauschverhalten an einer Tetra Basisstation (TBS) betrachtet, das durch das Anbinden von TMO – Repeater über Luft und/oder LWL beeinflusst wird. Das Rauschverhalten an der TBS wird dabei durch die Anzahl der Repeater, sowie der Verstärkung der einzelnen Repeaterpfade bestimmt. Mit Zunahme des Rauschens wird der TBS - Empfänger unempfindlicher.

Die Differenz aus dem Empfängerrauschpegel der TBS und dem Summenrauschpegel der TBS mit allen Repeatern wird Desensibilisierung genannt.

## 2 Beschreibung

### 2.1 Rauschbestimmung

Die Empfindlichkeit eines Empfängers wird durch das Summieren des termischen Rauschens (-174dBm) , der Empfängerrauschzahl (6dB) und der Kanalbandbreite (44dB) bestimmt. Ein HF-Signal kann nur dann ausgewertet werden, wenn das HF-Signal über dem Eigenrauschen des Empfängers liegt.

**Eigenrauschen TBS** **-124,0 dBm**

Wird nun eine Inhouseversorgung mit einem TMO - Repeater an eine TBS angebunden, muss das Eigenrauschen des TMO - Repeaters (Rauschzahl 5dB) bestimmt werden.

**Eigenrauschen eines TMO-Repeaters** **-125,0 dBm**

Die Summe der beiden absoluten Rauschleistungen beträgt  $6,78E-13$  mW und wird dann wieder in relative Leistung zurückgerechnet.

**Summenrauschen TBS + Repeater** **-121,6 dBm**

Die relative Änderung des Rauschpegels der TBS zum Gesamtrauschpegel entspricht dann der Desensibilisierung.

Rauschen TBS	-124,0 dBm
Summenrauschen TBS + Repeater	-121,6 dBm
<b>Desensibilisierung</b>	<b>2,6 dB</b>

Tabelle 1: Desensibilisierung

Kommen weitere Repeater hinzu, so sind alle absoluten Rauschleistungen zu addieren und in Relation zum Rauschen der TBS zu setzen.

Allgemeine Desensibilisierungswerte:

Rauschverhältnis	Desensibilisierung
$R_{\text{Repeater}} = R_{\text{TBS}}$	3,0 dB
$R_{\text{Repeater}} = R_{\text{TBS}} - 5 \text{ dB}$	1,2 dB
$R_{\text{Repeater}} = R_{\text{TBS}} - 10 \text{ dB}$	0,4 dB
$R_{\text{Repeater}} = R_{\text{TBS}} - 15 \text{ dB}$	0,1 dB

Tabelle 2: Zusammenhang Rauschverhältnis und Desensibilisierung

## 2.2 Auswirkung der Desensibilisierung

Für die Funknetzplanung werden die Linkbilanzen für Up- und Downlink der Basisstation ermittelt. Die Uplinkbilanz erstreckt sich von der Leistung des mobilen Funkgerätes über Antennen, Zubringerkabel, Koppler bis hin zum Empfängerverhalten der TBS. In der Downlinkbilanz sind die Leistungswerte der Rückrichtung ermittelt. Abschläge wie z.B. das Trageverhalten des Funkgerätes oder Handover werden ebenfalls berücksichtigt.

Mit den Werten aus der Up- und Downlinkbilanz wird die Reichweite der TBS(en) im Freifeld errechnet. Die TBS-Standorte werden so gewählt, dass die Überdeckungsflächen von zwei und mehr Stationen möglichst klein sind und eine Funkabdeckung von < 96% erreicht wird. Werden nun nachträglich an Basisstationen, die zur Freifeldversorgung dienen, Repeater angebunden, so wird durch das zusätzliche Rauschen der Repeater die TBS-Empfänger desensibilisiert bzw. unempfindlicher. Je nach der Größe der Desensibilisierung wird somit die Reichweite im Uplink verkleinert und es können Lücken in der Freifeldfunkversorgung entstehen.

## 2.3 Maßnahmen zur Einschränkung der Desensibilisierung

Die Dämpfungsverluste und die Verstärkung beeinflussen ebenfalls den Rauschpegel. Im Punkt 2.1 wurde nur das Eigenrauschen des Repeaters betrachtet. In dem nachfolgendem Beispiel sind die Verluste im Uplinkpfad (LWL und Einkoppelung an der TBS) durch die eingestellte Verstärkung kompensiert.

<b>Repeaterrauschen</b>	<b>-125,0 dBm</b>
Kopplerverluste	30 dB
Kabel und Kopplerverluste	20 dB
Eingestellte Verstärkung	50 dB
<b>Repeaterrauschen Uplink</b>	<b>-125,0 dBm</b>

Tabelle 3: Beispiel Eigenrauschen eines Repeaters im Uplink

Durch die Reduzierung der Verstärkung im Uplink (Zulasten des S/N – Verhältnisses) kann die Desensibilisierung ebenfalls begrenzt werden.

Um unter einer Desensibilisierung von beispielsweise 0,4 dB zu bleiben, darf die Summenrauschleistung aller Repeater höchstens 10 dB unter dem Rauschen der TBS sein.

<b>Eigenrauschen TBS (<math>R_{TBS}</math>)</b>	<b>-124,0 dBm</b>
<b><math>R(1,2,..n) = R_{TBS} - 10 \text{ dB}</math></b>	<b>-134,0 dBm</b>

Tabelle 4: Beispiel Gesamtrauschen der TMO-Repeater

In der nachfolgenden Tabelle ist theoretisch dargestellt, wie die Verstärkung, in Abhängigkeit zu der Anzahl der Repeater, zu reduzieren ist, damit die Desensibilisierung von beispielweise 0,4dB nicht überschritten wird.

<b>Anzahl Repeater</b>	<b>Desensibilisierung ohne Verringerung</b>	<b>Verringerung Verstärkung im Uplink (jeder Repeater)</b>	<b>Desensibilisierung mit Verringerung</b>
0	0,0 dB	0,0 dB	0,0 dB
1	2,6 dB	-10,0 dB	0,4 dB
2	4,2 dB	-13,0 dB	0,4 dB
3	5,3 dB	-14,8 dB	0,4 dB
4	6,2 dB	-16,0 dB	0,4 dB
5	7,0 dB	-17,0 dB	0,4 dB
6	7,6 dB	-17,8 dB	0,4 dB
10	9,5 dB	-20,0 dB	0,4 dB
20	12,3 dB	-23,0 dB	0,4 dB

Tabelle 5: Verstärkungsreduzierung im Verhältnis zur Repeateranzahl

Der Reduzierung der Verstärkung jedes einzelnen TMO - Repeaterpfades sind Grenzen gesetzt. Bei Reduzierung der Verstärkung von größer 10 dB wird in vielen Gebäude eine ausreichende Versorgung nicht mehr erreicht.

Die Leistungsreduzierung geht zu Lasten:

- der Funkversorgung des zu versorgenden Objektes und
- des Signal- /Rauschverhältnis.

## 2.4 Fazit

Bei der Planung von TMO-Repeater ist ein Fenster vorgegeben, das auf der einen Seite durch die gewünschte Reichweite der Objektversorgung begrenzt und auf der anderen Seite durch das Desensibilisierungsverhalten der TMO-Repeater an der TBS bestimmt wird. Somit kann die Verstärkung der TMO - Repeater nicht beliebig reduziert werden und es können nicht beliebig viele TMO – Repeater an eine TBS angebunden werden. Es ist bei der Planung darauf zu achten, dass nur so viele TMO - Repeater angebunden werden, wie bei der Freifeldfunkplanung als ausreichende Reichweitenreserve berücksichtigt wurden.

→ Werden an eine TBS – Zelle nachträglich ein oder mehrere TMO – Repeater angebunden, so muss:

- Das Summenrauschen an der TBS neu berechnet und gemessen werden.
- die Funkabdeckung dieser und der benachbarten Zellen neu berechnet werden
- und wenn die Funkausleuchtungsrechnung kritische Versorgungsbereiche aufzeigt, die Funkversorgung der Zelle neu vermessen werden.

Desweiteren muss die ausreichende Funkversorgung des zu versorgenden Objektes durch die TMO – Repeater messtechnisch nachgewiesen werden.

## 3 Referenzierte Dokumente

keine