

# **Anlage 3 B**

**Bestimmung der Masken- und der Netz Filter Entkopplung im Festen Funkdienst**

Die Berechnungen zur Entkopplung der Masken und der Netz Filter basieren auf dem Verhältnis von zwei Leistungen. Da diese Leistungen durch Flächen repräsentiert werden, werden lediglich die Flächen für die Festlegung der Maskenentkopplung und der Netz Filter Entkopplung herangezogen.

## 1. Maskenentkopplung – MD

Die Maskenentkopplung (MD) steht für die Reduzierung (in dB) der Störleistung, welche durch die Filterform der Sender-Spektrumsdichtemaske und der Empfänger-Selektivitätsmaske verursacht wird.

MD wird folgendermaßen berechnet:

$$MD = 10 \log (TX\text{-Fläche} / \text{Überlappungsfläche auf dem Gleichkanal})$$

### 1.1 Berechnung der TX-Fläche

Abbildung 1 enthält das Beispiel einer Sender-Spektrumsdichtemaske. Die Maske kann in unterschiedliche Elemente aufgeteilt werden. Die Flächen dieser Elemente sind relative Leistungsteile der Senderleistung. Die Fläche innerhalb der gesamten Maske repräsentiert die TX-Fläche.

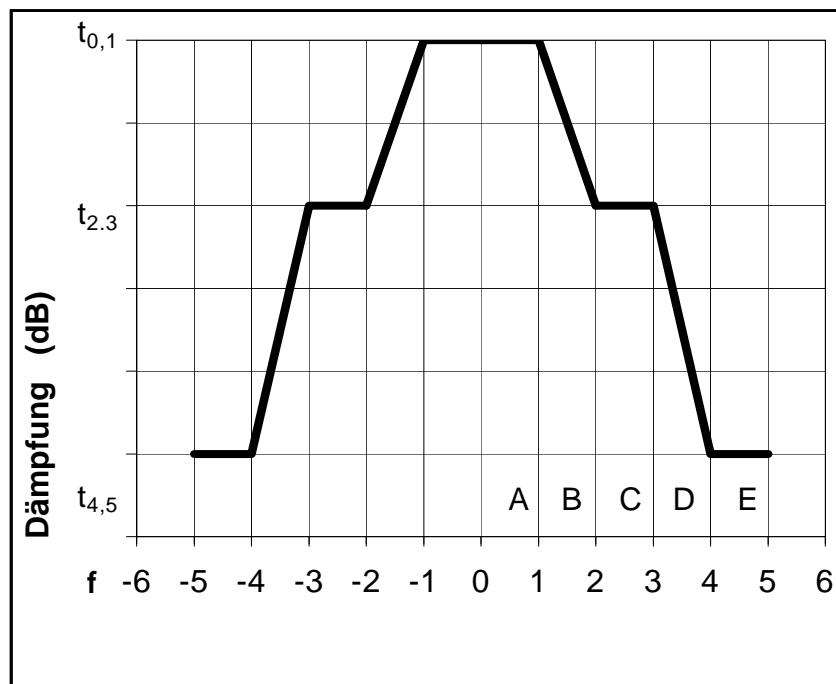


Abbildung 1

Flachelemente sind mit der Formel 2.1 zu berechnen, wobei  $r_i = 0$  (siehe unten),  
Neigungselemente müssen auf der Grundlage der Formel 2.2 berechnet werden,  
wobei  $r_i = 0$  (siehe unten).

## 1.2 Berechnung der Überlappungsfläche auf dem Gleichkanal

Abbildung 2 enthält ein Beispiel der Überlappungsfläche auf dem Gleichkanal zwischen der Sender-Spektrumsdichtemaske und der Empfänger-Selektivitätsmaske.

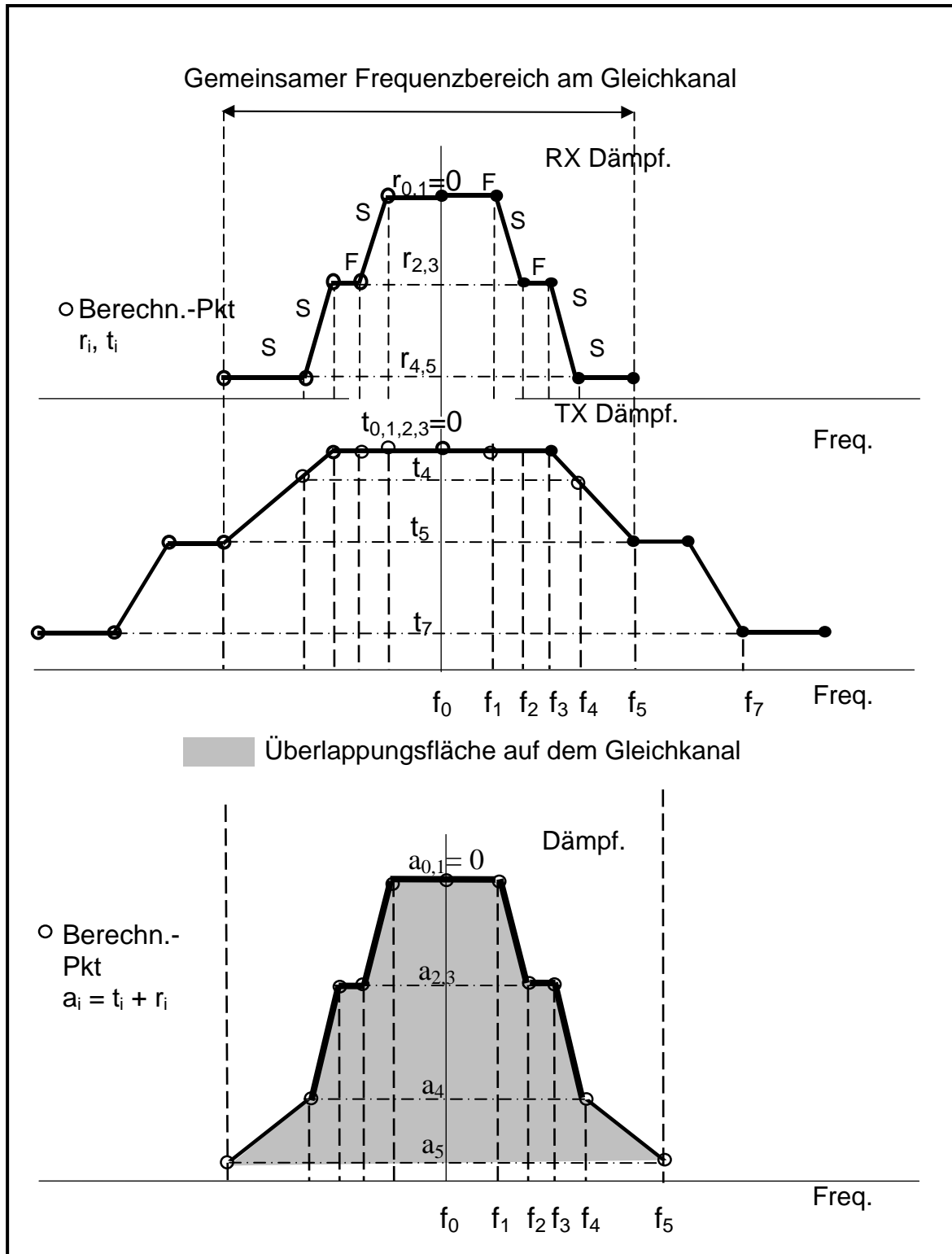


Abbildung 2

Der gemeinsame Frequenzbereich auf dem Gleichkanal ist in Flach- und Neigungselemente aufzuteilen. Flachelemente (F) stellen dort ein Teilelement dar, wo beide Masken flach sind. Neigungselemente (S) stellen dort ein Teilelement dar, wo mindestens ein Teilelement eine Neigung aufweist.

Flachelemente sind mit der Formel 2.1, Neigungselemente mit der Formel 2.2 zu berechnen. Die Überlappungsfläche ist die Summe aller Teilelemente, die auf der Grundlage der Formeln 2.1 und 2.2 im gemeinsamen Frequenzbereich auf dem Gleichkanal berechnet wurden.

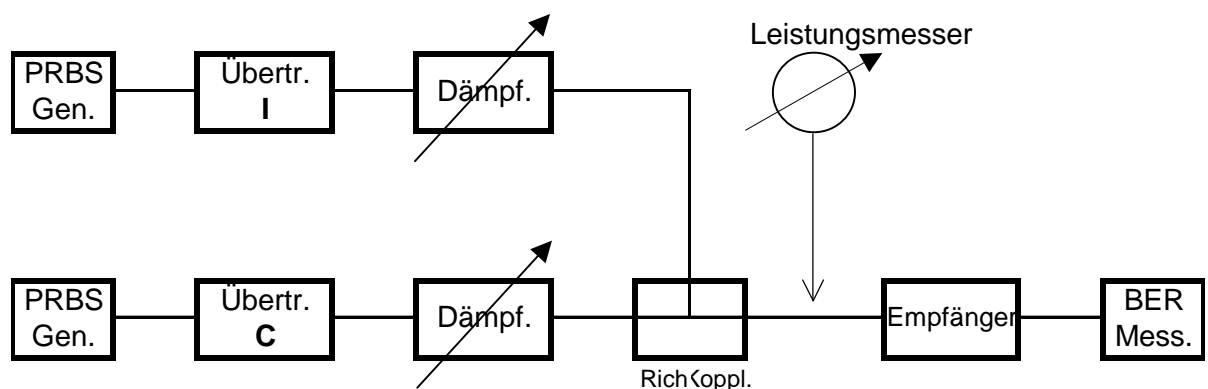
## 2. Netz Filter Entkopplung – NFD

Die Netz Filter **Entkopplung** (NFD) steht für die Reduzierung (in dB) der Störleistung, wenn Sender- und Empfängerfrequenzen verschieden sind.

Der NFD-Wert kann durch Messung oder Berechnung bestimmt werden.

### 2.1 Bestimmung durch Messung

Bei der Meßmethode wird der für eine bestimmte Bitfehlerrate (BER (z. B.  $10^{-3}$ ) erforderliche Testkanalempfängereingangsspegel als Funktion des Signals (Träger) aufgetragen. Die Testanordnung ist in Abbildung 3 dargestellt.



**Abbildung 3**

PRBS: Pseudozufalls-Bitratensignal

Wenn man zwei Kurven anfertigt - eine für Gleichkanalstörung und eine zweite für Nachbarkanalstörung - so ist der Horizontalversatz zwischen den beiden Kurven beim jeweiligen Empfängereingangsspegel (siehe Abbildung 4) die NFD.

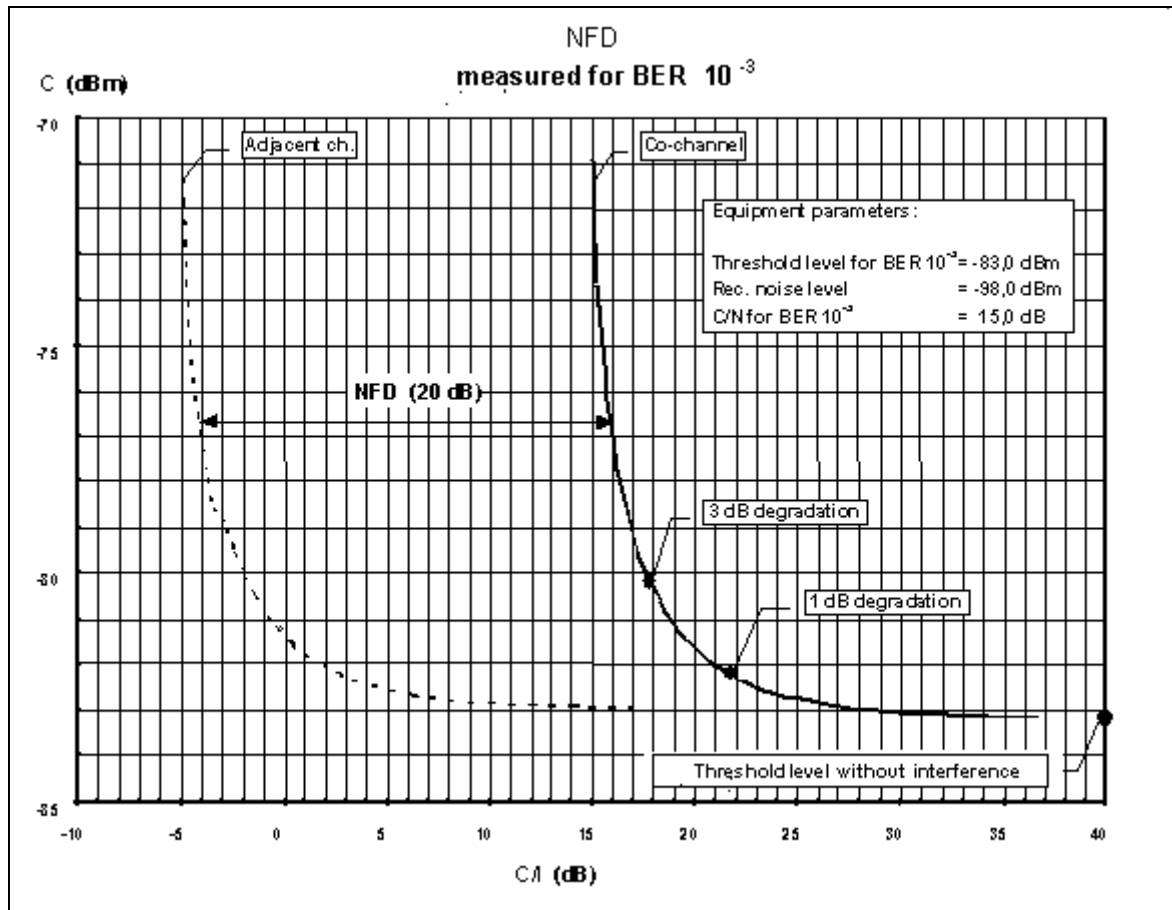


Abbildung 4

Unter Zuhilfenahme der Kurven kann der NFD-Wert aus zwei Punkten bestimmt werden, von denen sich auf jeder der beiden Kurven einer befindet und die einem gegebenen Trägerpegel entsprechen, z. B. für die der Verschlechterung um 3 dB entsprechenden Punkte.

## 2.2 Bestimmung durch Berechnung

Die NFD wird gemäß ETSI TR 101 854 bestimmt als:

$$NFD = 10 \log (P_c/P_a)$$

wobei folgendes zutrifft:

$P_c$  ist die gesamte erhaltene Leistung nach Gleichkanal, RF, IF und Basisbandfilterung.

$P_a$  ist die gesamte Leistung nach Versatz, RF, IF und Basisbandfilterung.

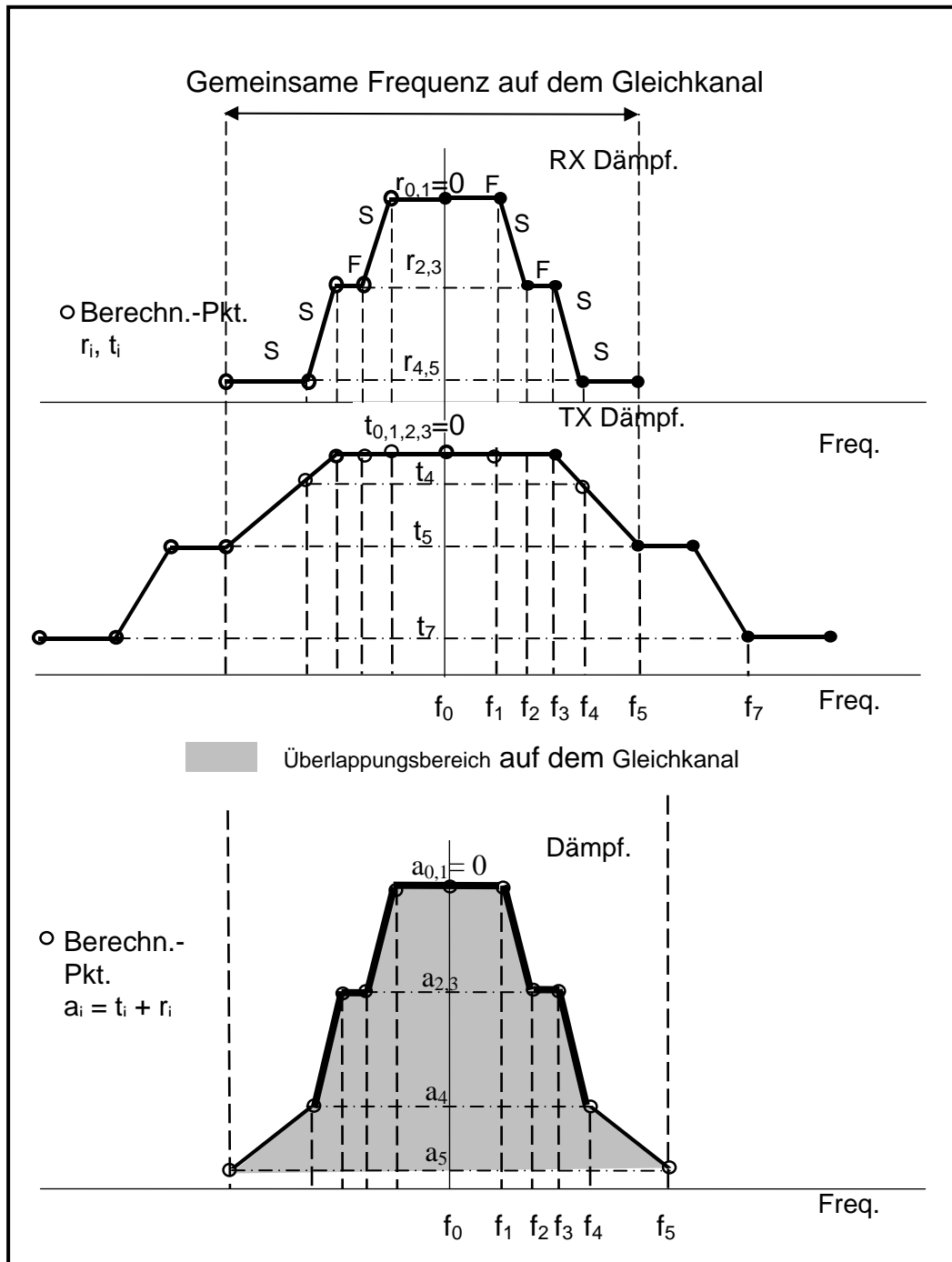
Für die Berechnung des Leistungsverhältnisses ( $P_c/P_a$ ) im Fall der gemeinsamen Frequenz wird nur die Überlappungsfläche berücksichtigt.

Für die Berechnung von  $P_c$  und  $P_a$  wird die gleiche Senderleistung verwendet, daher kann die Formel für NFD lauten:

$NFD = 10 \log (\text{Überlappungsfläche auf dem Gleichkanal/Überlappungsbereich beim Frequenzversatz})$

$P_c$  wird berechnet, indem die Überlappungsfläche der TX-Spektrumsdichtemaske und die RX-Selektivitätsmaske auf derselben Betriebsfrequenz herangezogen werden.

Abbildung 5 zeigt ein Beispiel der Überlappungsfläche auf dem Gleichkanal zwischen Sender-Spektrumsdichtemaske und Empfänger-Selektivitätsmaske.



**Abbildung 5**

Die Berechnungsmethode beruht auf der Integration der Spektrumsdichte der Sender-Spektrumsdichtemaske und der Empfängerselektivitätsmaske im gemeinsamen Frequenzbereich auf dem Gleichkanal.

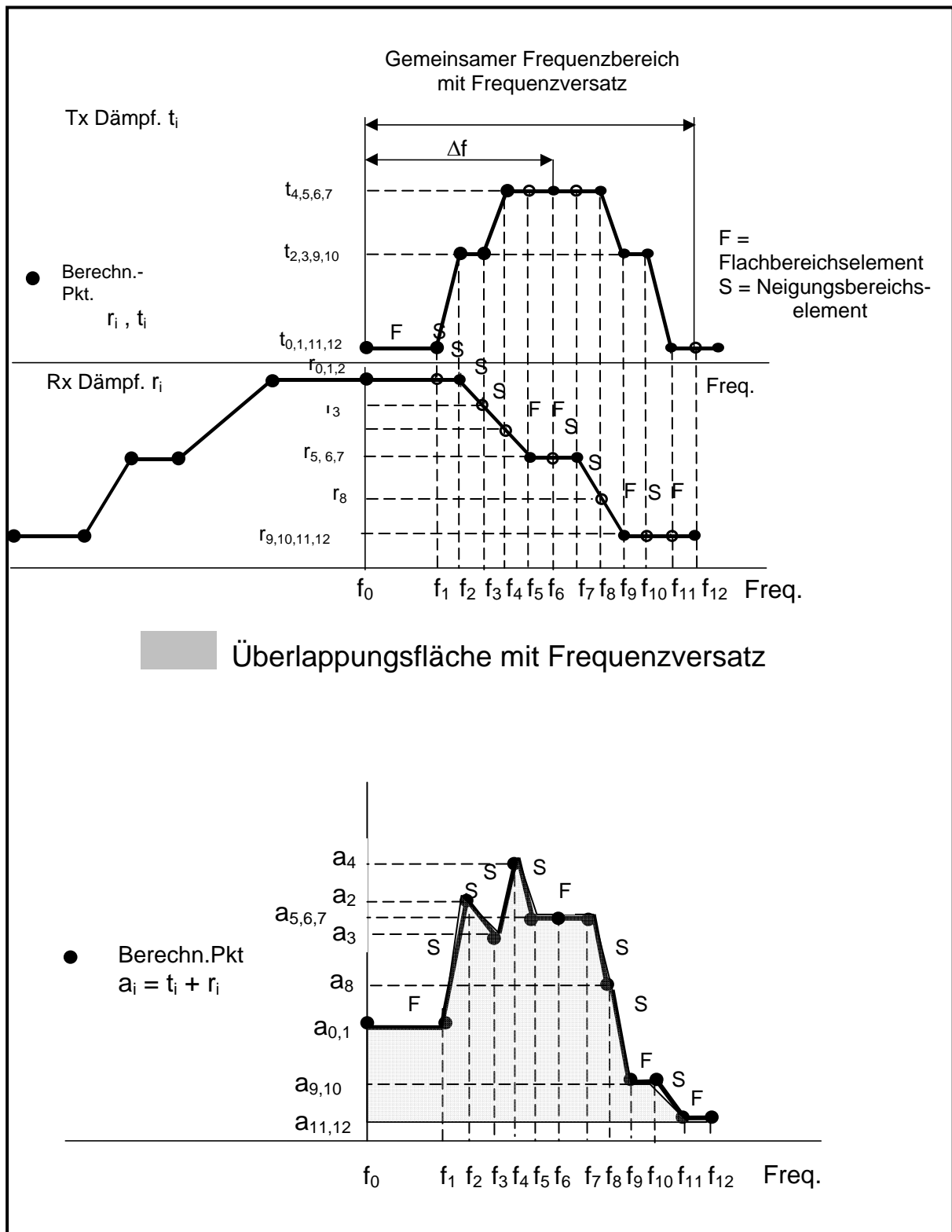
Der gemeinsame Frequenzbereich auf dem Gleichkanal ist in Flach- und Neigungselemente aufzuteilen. Flachelemente (F) stellen dort ein Teilelement dar, wo beide Masken flach sind. Neigungselemente (S) stellen dort ein Teilelement dar, wo mindestens ein Teilelement eine Neigung aufweist.

Flachelemente sind mit der Formel 2.1, Neigungselemente mit der Formel 2.2 zu berechnen. Der Überlappungsbereich auf dem Gleichkanal ist die Summe aller Teilelemente, die auf der Grundlage der Formeln 2.1 und 2.2 im gemeinsamen Frequenzbereich beider Masken berechnet wurden.

$P_a$  wird berechnet, indem der Überlappungsbereich der TX-Spektrumsdichtemaske und die RX-Selektivitätsmaske mit dem Frequenzversatz herangezogen werden:

Der gemeinsame Frequenzbereich ist der Teil, wo beide Masken sich überlappen.

Abbildung 6 zeigt ein Beispiel des gemeinsamen Frequenzbereichs auf dem Frequenzversatz zwischen der Sender-Spektrumsdichtemaske und der Empfänger-Selektivitätsmaske.


**Abbildung 6**

Die Berechnungsmethode beruht auf der Integration der Spektrumsdichte der Sender-Spektrumsdichtemaske und der Empfängerselektivitätsmaske im gemeinsamen Frequenzbereich auf dem Gleichkanal.



Der gemeinsame Frequenzbereich auf dem Gleichkanal ist in Flach- und Neigungselemente aufzuteilen. Ein Flachelement (F) stellt dort ein Teilelement dar, wo beide Masken flach sind. Ein Neigungselement (S) stellt dort ein Teilelement dar, wo mindestens ein Teilelement eine Neigung aufweist.

Flachelemente sind mit der Formel 2.1, Neigungselemente mit der Formel 2.2 zu berechnen. Der Überlappungsbereich auf dem Gleichkanal ist die Summe aller Teilelemente, die auf der Grundlage der Formeln 2.1 und 2.2 im gemeinsamen Frequenzbereich beider Masken berechnet wurden.

Flachelementbereiche (F) können mit nachstehender Formel berechnet werden

$$F = \left( f_c 10^{\frac{-b}{10}} \right) \quad (2.1)$$

wobei:

für das Element F

$$f_c = f_{i+1} - f_i \\ \text{mit } f_{i+1} > f_i$$

$$b = t_i + r_i = t_{i+1} + r_{i+1}$$

wobei:

b Summe der Dämpfung von Sender- ( $t_i$ ) und Empfänger- ( $r_i$ ) –Masken am Anfang oder am Ende eines Elements (dB),

$f_{i+1}$  Frequenz am Ende des Elements (MHz),

$f_i$  Frequenz am Anfang des Elements (MHz),

$f_c$  Bandbreite des Elements (MHz),

F Teilelementflächen unter den Spektrumsmasken im gemeinsamen Frequenzbereich.

Neigungselementflächen (S) können nach folgender Formel berechnet werden:

$$S = \frac{10^{\frac{-b}{10}}}{\frac{\ln(10)}{10} a} \left( 1 - 10^{\frac{-a}{10} f_c} \right) \quad (2.2)^* \quad * \text{ nur wenn } a \text{ nicht } 0 \text{ ist.}$$

Für das Element  
S

$$a = (t_i + r_i - b)/f_c$$

$$f_c = f_{i+1} - f_i$$

$$b = t_{i+1} + r_{i+1}$$

$$\text{mit } f_{i+1} > f_i$$

Wenn zwei entsprechende Elemente der Masken umgekehrte Neigungen aufweisen, kann der Parameter a zu 0 werden. Wenn a = 0, ist die Formel (2.1) anzuwenden,

wobei:

b Summe der Dämpfung der Sender( $t_i$ ) - und Empfänger( $r_i$ )-Masken am Ende eines Elements (dB),

$t_i$  Sendermaskendämpfung am Anfang eines Elements (dB),

$r_i$	Empfänger-Selektivitätsmaskendämpfung am Anfang des Elements (dB),
$f_i$	Frequenz am Anfang des Elements (MHz),
$f_c$	Bandbreite des Elements (MHz),
$S$	Teilelementflächen unter den Spektrumsmasken im gemeinsamen Frequenzbereich.

$t_{i+1}$	Sendermaskendämpfung am Ende des Elements (dB),
$r_{i+1}$	Empfänger-Selektivitätsmaskendämpfung am Ende des Elements (dB),
$f_{i+1}$	Frequenz am Ende des Elements (MHz),

$$F = \left( f_c 10^{\frac{-b}{10}} \right) \quad (2.1)$$

wobei:

für das Element F  $f_c = |f_i - f_{i+1}|$   $b = t_i + r_i$

wobei:

$b$  Summe der Dämpfung der Sender( $t_i$ ) und empfänger( $r_i$ )-Masken am Anfang eines Elements (dB),

$f_i$	Frequenz am Anfang und am Ende des Elements (MHz),
$f_c$	Bandbreite des Elements (MHz),
$F$	Teilelementflächen unter den Spektrumsmasken im gemeinsamen Frequenzbereich.

Neigungselementflächen (S) können folgendermaßen berechnet werden:

$$S = \frac{10^{\frac{-b}{10}}}{\frac{\ln(10)}{10} a} \left( 1 - 10^{\frac{-a}{10} f_c} \right) \quad (2.2)$$

für das Element S  $a = \frac{t_i - t_{i-1} + r_i - r_{i-1}}{f_c}$   $f_c = |f_i - f_{i-1}|$   $b = t_{i-1} + r_{i-1}$

wobei:

$b$	Summe der Dämpfung der Sender- und Empfängermasken am Anfang eines Elements (dB),
$t_i$	Sendermaskendämpfung am Anfang und am Ende eines Elements (dB),
$r_i$	Empfänger-Selektivitätsmaskendämpfung am Anfang und am Ende des Elements (dB),

$f_i$	Frequenz am Anfang und am Ende des Elements (MHz),
$f_c$	Bandbreite des Elements (MHz),
S	Teilelementflächen unter den Spektrumsmasken im gemeinsamen Frequenzbereich.

### 3. Für die Berechnung von MD und NFD erforderliche Daten

#### 3.1 Sender-Spektrumsdichtemaske

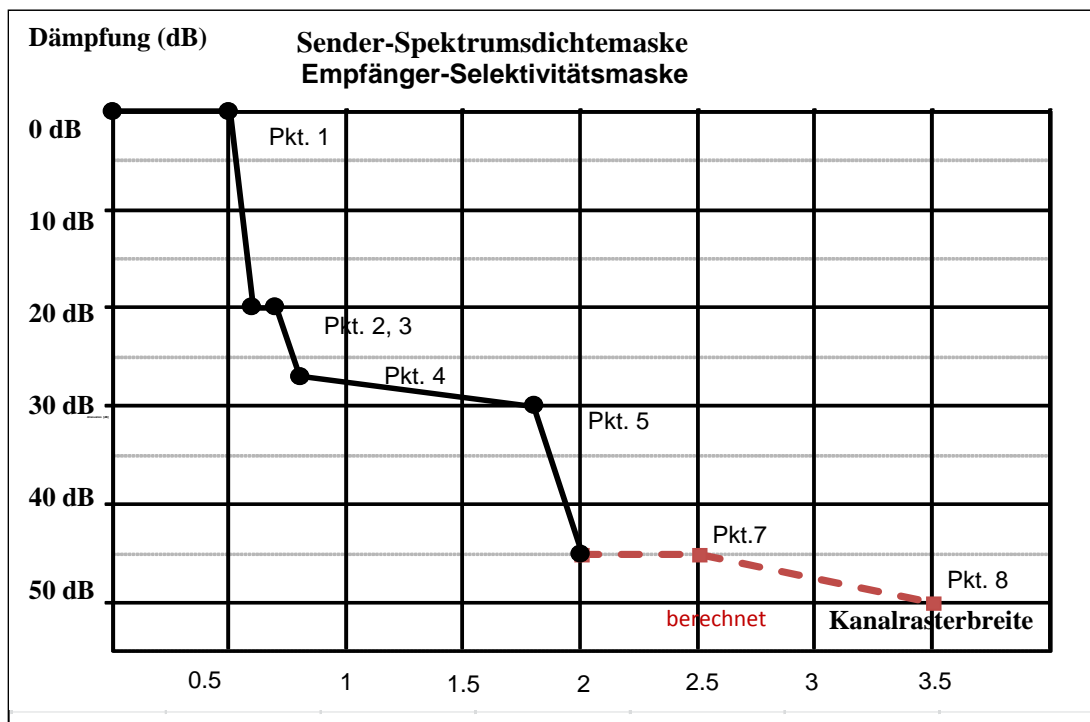
Für die Berechnung wird die tatsächliche Spektrumsdichtemaske benutzt und in Absatz 3.3.1 beschrieben. Wenn diese Maske nicht verfügbar ist, wird die entsprechende ETSI-Sendermaske verwendet.

#### 3.2 Empfänger-Selektivitätsmaske

Für die Berechnung wird die tatsächliche Empfänger-Selektivitätsmaske benutzt und in Absatz 3.3.1 beschrieben. Wenn diese Maske nicht verfügbar ist, wird die entsprechende ETSI-Sendermaske des begleitenden Senders als Empfänger-Selektivitätsmaske benutzt.

#### 3.3 Erforderliche Daten für das Datenaustauschverfahren

- 3.3.1 Bis zu sechs Punkte, mindestens aber jeweils zwei Punkte für die Sender-Spektrumsdichtemaske und die Empfänger-Selektivitätsmaske, sind zur Verfügung zu stellen (siehe Abbildung 7).
- Jeder Punkt wird durch seine Frequenz (MHz) und seine Dämpfung (dB) definiert.
  - Die Mittenfrequenz wird automatisch berücksichtigt und ist daher nicht Bestandteil des Datenaustauschverfahrens.
  - Der letzte Punkt ist für eine Dämpfung von  $\geq 40$  dB zu setzen.
  - Wenn der Abstand des letzten Punktes unter dem 2,5fachen des Kanalabstands liegt, erzeugt das Programm einen Punkt beim 2,5fachen des Kanalabstand mit der gleichen Dämpfung wie beim letzten Punkt.
  - Vom letzten Punkt zum 3,5fachen Kanalabstand muss das Programm einen um 5 dB größeren Dämpfungswert als beim vorhergehenden Punkt berücksichtigen für den Fall, dass der letzte Punkt näher liegt als der 3,5fache Kanalabstand.



1 Einheit in der Abbildung 7 entspricht einer halben Kanalrasterbreite bzw. 10 dB.

**Abbildung 7**