

Keep pace with the future!

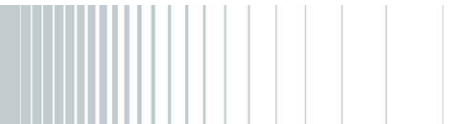
Die Zukunft der Funküberwachung liegt in
Ihrer Hand!

Aufgaben der Vorrunde

Einleitung

- I In der Vergangenheit war der klassische HF-Bereich, also die Kurzwelle, eher interessant für die Benutzung „altertümlicher“ Fernschreiber oder für Aktivitäten seitens diverser Amateurfunger.
- I Die Knappheit an freien Funkfrequenzen und der Ruf nach hoch-ratigen Datenverbindungen ist ungebrochen. Physikalisch eignen sich jedoch nur Frequenzen unterhalb von etwa 30 MHz zur Überbrückung langer, terrestrischer Distanzen.
- I Deshalb ist es seit geraumer Zeit mit der Innovationsruhe für HF-Funkverbindungen vorbei. Hochmoderne Verfahren der Übertragungstechnik lassen den Kurzwellenbereich wieder in den Fokus der globalen Datenübertragung rücken.
- I Die heutige Funküberwachung und –ortung ist dabei von zwei Primär-Zielen geprägt:
 - I Einhaltung eines geregelten Sende- und Empfangsablaufs in vorher definierten Frequenzbändern für alle Teilnehmer
 - I Strategische und sicherheitsrelevante Informationsgewinnung
- I Um diesen Zielen gerecht zu werden, müssen die Geräte der Funküberwachung und –ortung mit den aktuellen Verfahren in der Luft Schritt halten.

...und da kommen Sie ins Spiel!



Aufgabenstellung / Szenario

- I Sie sind Entwicklungsingenieur (m/w) im Bereich der Funküberwachungs- und Ortungstechnik und haben den Auftrag, ein wettbewerbsfähiges HF-Modem sowie ein Konzept zur Betriebsüberwachung dieser Modemklasse zu entwickeln.

- I Dafür verschaffen Sie sich einen Überblick über aktuell verfügbare Datenübertragungsverfahren und entsprechenden Modems im HF-Bereich und analysieren diese Geräte hinsichtlich ihrer Systemparameter.

- I Präsentieren Sie Ihre Ergebnisse vor dem Kunden und überzeugen Sie diesen sowohl von Ihrem Modem als auch von dessen Betriebsüberwachungskonzept.



Aufgabenübersicht

- I **Aufgabe 1:** Einführungsfragen zu verschiedenen Themen der IQ-Modulation und Kanalkodierung. → 18 Punkte
- I **Aufgabe 2:** Technischer Vergleich real existierender Modems. → 6 Punkte
- I **Aufgabe 3:** Entwurf eines eigenen Modems mit zwei Datenmodi unter Berücksichtigung realistischer Anforderungen. → 24 Punkte
- I **Aufgabe 4:** Erstellung eines Funküberwachungskonzeptes für das Modem aus Aufgabe 3. → 20 Punkte



Funküberwachung und -ortung



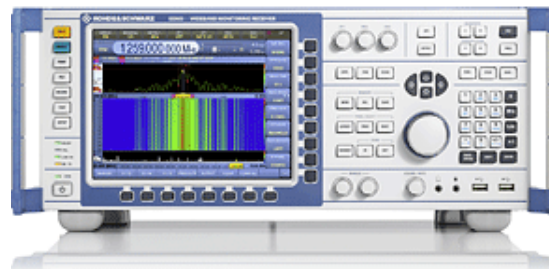
Rx/Tx-Kurzwellenantenne



Tragbarer Empfänger R&S PR100

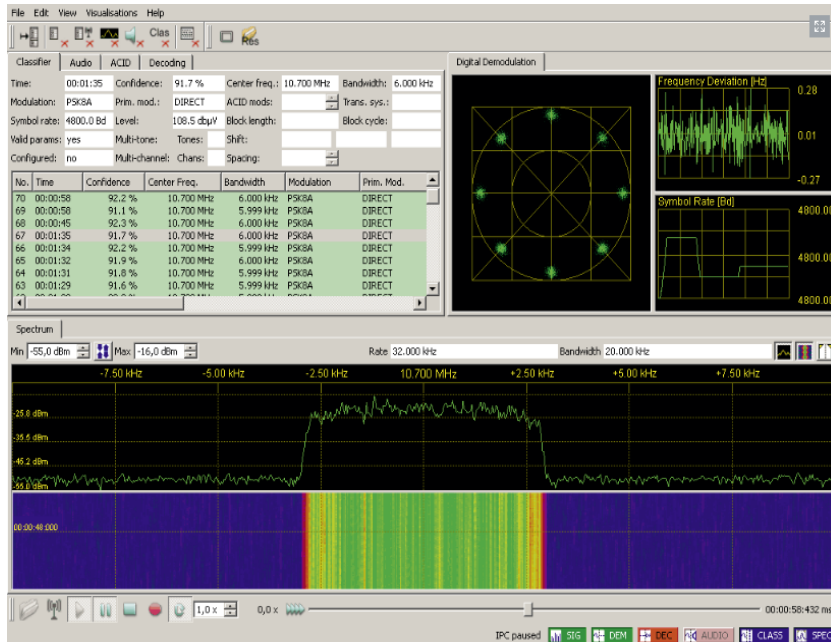


Mobile Funküberwachungslösung

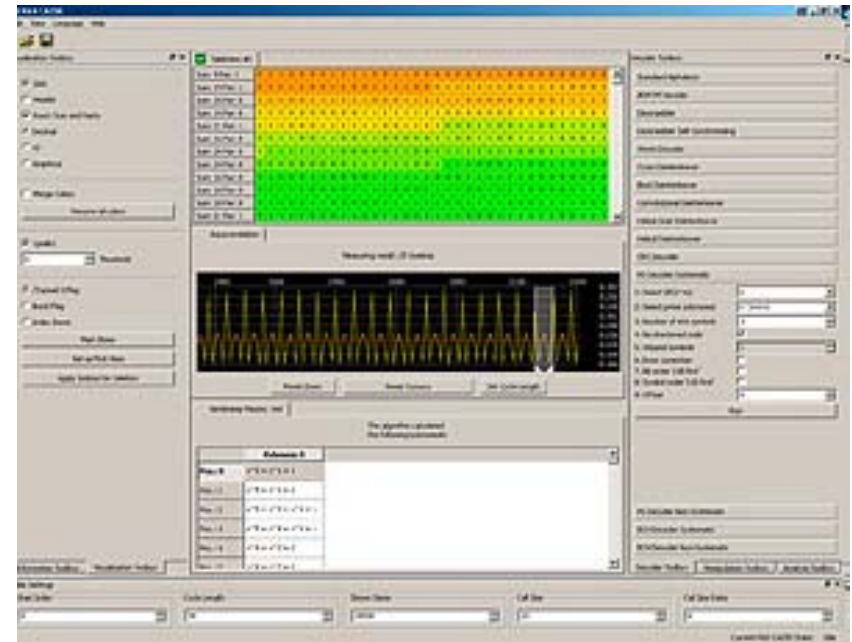


High-End Überwachungsempfänger R&S ESMD

Funküberwachung und -ortung



Basisbandanalyse: R&S GX430



Symbolstromanalyse: R&S CA250

Aufgabe 1 (18 Punkte)

- a) Es sei das allgemeine Trägersignal $c(t) = A_c \cos(\omega_c t + \varphi_c)$ gegeben. Ferner sei eine Binärsequenz \mathbf{b} zu übertragen.
- I Welche Parameter von $c(t)$ können für eine Modulation entsprechend der Datenfolge \mathbf{b} gezielt verändert werden? Welche Modulationsarten ergeben sich dabei? Nennen Sie vier verschiedene, übliche Varianten. → 2 Punkte
- b) Gegeben seien zwei Übertragungsverfahren:
- I Verfahren A: 1-kanalige BPSK Modulation mit 1200 Baud. Es kommt eine Basisbandfilterung mit Hilfe eines Root-Raised-Cosine Filters mit einem Roll-Off Faktor von 0,3 zum Einsatz.
 - I Verfahren B: 12-kanalige BPSK Modulation mit 100 Baud pro Kanal und einem Kanalabstand von 130 Hz. Es kommt eine Basisbandfilterung der Einzelkanäle mit Hilfe eines Root-Raised-Cosine Filters mit einem Roll-Off Faktor von 0,3 zum Einsatz.

Bewerten Sie folgende Aussagen:

- I b1: Bei gleicher Sendeleistung und identischen Übertragungsbedingungen (AWGN-Kanal) kann mit Verfahren B eine geringere Bitfehlerrate erzielt werden, als mit Verfahren A. → 1 Punkt
- I b2: Die Bitfehlerrate lässt sich unter AWGN-Bedingungen bei beiden Verfahren reduzieren, wenn bei gleicher Gesamtübertragungsrate die BPSK durch eine QPSK Modulation ersetzt wird. → 1 Punkt
- I b3: Beide Verfahren haben eine identische Bandbreiteneffizienz. → 1 Punkt
- I b4: Verfahren A ist robuster gegenüber frequenzselektivem Fading als Verfahren B. → 1 Punkt



Aufgabe 1 (18 Punkte)

- c) Um Laufzeitproblemen bei der Mehrwegeausbreitung zu begegnen, wird bei OFDM ein Guard-Intervall zu jedem Symbol hinzugefügt. Das System soll im VHF-Bereich mit einer Symbolrate von 1200 Baud pro Träger arbeiten, wobei das Guard-Intervall $1/16$ der Symboldauer betragen soll.
- I Wie groß darf die Differenz zwischen dem direkten und dem längsten Ausbreitungsweg maximal sein, damit die Intersymbolinterferenz noch korrigiert werden kann? → 2 Punkte
- d) Es sei ein OFDM-Übertragungssystem mit 100 Kanälen gegeben. Jeder Unterträger wird QAM64 moduliert. Die Symbolrate beträgt 100 Baud pro Unterträger. Die Dauer des Guard-Intervalls beträgt $1/4$ der Symbolrate. Als Kanalcodierung kommt ein verkürzter Reed-Solomon Code aus dem $GF(2^6)$ zum Einsatz, dessen Codewortlänge 50 Symbole beträgt. Von dieser Codewortlänge stehen 40 Symbole für Nutzinformation zur Verfügung. Es werden pro Zeitschlitz jeweils zwei Codeworte auf die 100 Kanäle verteilt.
- I Wie hoch ist die Korrekturleistung des RS-Codes? Berechnen Sie die Brutto- und Netto-Datenrate des Systems unter Berücksichtigung des Guard-Intervalls! → 4 Punkte
- e) Das Generatorpolynom $g(x)=x^3+x^2+1$ erzeugt einen Hamming-Code.
- I Um welchen Hamming-Code handelt es sich und wie hoch ist seine Korrekturleistung? Durch Multiplikation mit welchem Polynom niedrigsten Grades lässt sich daraus ein Generatorpolynom für einen erweiterten Hamming-Code erzeugen und wie lautet dieses? Wodurch zeichnet sich ein erweiterter Hamming-Code aus? → 3 Punkte



Aufgabe 1 (18 Punkte)

- f) Aus welchen Gründen werden Präambeln in einer Datenübertragung verwendet? → 1 Punkt
- g) Zu welchen Zwecken werden Scrambler in einer Datenübertragung eingesetzt? → 1 Punkt
- h) Welchem Zweck dienen Interleaver in Kanal-Encodern? → 1 Punkt



Aufgabe 2 (6 Punkte)

Ihnen liegt die Beschreibung von vier realen Modems (A bis D) vor. Ihre Aufgabe ist es, sie miteinander zu vergleichen.

I Erläuterung des „ALE-Verbindungsaufbaus“ (=Automatic Link Establishment):

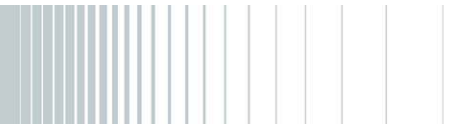
- I Zu Beginn einer Verbindung wird durch das Aussenden bestimmter Testtöne die Qualität des Übertragungskanals gemessen. Die Trägerfrequenz wird, abhängig von der ermittelten Qualität, automatisch ermittelt.

I Erläuterung zum Broadcast-Modus:

- I Datenübertragung ohne Rückkanal. Eignet sich primär zur schnellen Datenübertragung und für Punkt-zu-Multipunkt Verbindungen.

I Erläuterung des „ARQ-Modus“ (=Automatic Repeat on Request):

- I Im ARQ-Modus sind zwischen 2 Datenbursts Pausen eingefügt, so dass eine Gegenstelle je nach Entfernung ausreichend Zeit hat, eine Quittierung zu senden.



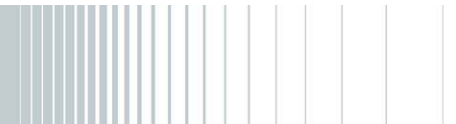
Aufgabe 2 (6 Punkte)

Modem A

Anzahl Geschwindigkeitsstufen:	6, automatische Wahl je nach Übertragungsqualität
Modulation:	Mehrkanalige DPSK bzw. DQPSK
Gesamtbandbreite:	max. 2.2 kHz
Nettodatenrate:	max. 2700 bit/s
Symbolrate:	100 Bd pro Kanal
Kanalraster:	120 Hz
Kanalkodierung:	Halbratiger Faltungscode; Punktierung für hohe Datenraten.
Betriebsmodi:	ARQ mit variabler Pausenlänge und Broadcast
Verbindungsaufbau:	ALE
Struktur des Datenburst:	Präambel + Datenteil variabler Länge (2 verschiedene)

		Kanalbelegung																		
GS	Mod	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	CR
1	DBPSK						X							X						1/2
2	DBPSK				X		X		X			X		X		X				1/2
3	DBPSK			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			1/2
4	DQPSK			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			1/2
5	DQPSK		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		3/4
6	DQPSK	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8/9

GS: Geschwindigkeitsstufe, Mod: Modulationsart, CR: Coderate



Aufgabe 2 (6 Punkte)

Modem B

Anzahl Geschwindigkeitsstufen:	4, manuelle Wahl zu Beginn der Übertragung
Modulation:	DQPSK
Gesamtbandbreite:	max. 1.8 kHz
Nettodatenrate:	max. 2250 bit/s
Symbolrate:	75 Bd pro Kanal
Kanalraster:	112,5 Hz
Kanalkodierung:	BCH-Code
Betriebsmodi:	ARQ mit fester Pausenlänge und Broadcast
Verbindungsaufbau:	ALE
Struktur des Datenburst:	Präambel + Datenteil variabler Länge (6 verschiedene)

	Kanalbelegung															
GS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			X				X				X			X		
2	X		X		X		X		X		X		X		X	
3	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

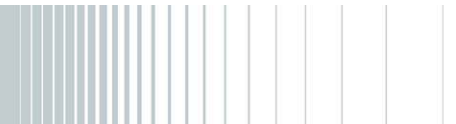
GS: Geschwindigkeitsstufe



Aufgabe 2 (6 Punkte)

Modem C

Anzahl Geschwindigkeitsstufen:	2
Modulation:	PSK 8
Gesamtbandbreite:	3 kHz
Nettodatenrate:	max. 600 bit/s
Symbolrate:	2400 Bd
Kanalkodierung:	Blockinterleaver, BCH-Code, 32-Bit CRC Prüfsumme
Betriebsmodi:	Burst-Verfahren mit fixer Pausenlänge (kein ARQ). Punkt-zu-Punkt und Punkt-zu-Multipunktbetrieb.
Verbindungsaufbau:	ALE
Struktur des Datenburst:	Präambel (640 Symbole)+ Datenteil ($32 \cdot n + 256$ Symbole mit $n = 64, 128, 256$ oder 512)
Besonderheiten:	Die Daten werden mit einer Walsh-Sequenz gespreizt. Dabei werden vier Datenbits auf eine Sequenz von 16 Tribits abgebildet. Die gespreizte Sequenz wird zudem durch eine PN-Folge verwürfelt.



Aufgabe 2 (6 Punkte)

Modem D

Anzahl Geschwindigkeitsstufen:	6
Anzahl Unterträger	39
Modulation:	OFDM, mit DQPSK modulierten Einzelträgern Zusätzlich ein unmodulierter Einzelträger
Gesamtbandbreite:	2.15 kHz für den OFDM-Anteil
Nettodatenrate:	max. 2400 bit / s
Symbolrate:	44,44 Bd / Träger
Kanalraster:	56,25 Hz
Kanalkodierung:	Reed-Solomon Code
Betriebsmodi:	Kontinuierliche Übertragung. Punkt-zu-Punkt und Punkt-zu-Multipunktbetrieb.
Verbindungsaufbau:	ALE
Datenstruktur:	Pilotsequenzen und Datenrahmen variabler Länge (48 verschiedene)
Besonderheiten:	Daten werden über ein Zeit/Frequenz-Diversitätsverfahren redundant übertragen.



Aufgabe 2 (6 Punkte)

Analysieren und vergleichen Sie die vier Geräte hinsichtlich folgender Gesichtspunkte:

- I Maximal mögliche effektive Datenrate
- I Bandbreiteneffizienz in der höchsten Geschwindigkeitsstufe
- I Robustheit bzgl. typischer Störeinflüsse im HF-Kanal
- I Vielfältigkeit der Einsatzmöglichkeiten

Vergeben Sie für jedes Gerät in jeder Kategorie je einmal eine Punktzahl zwischen 0 (niedrigste) und 3 (höchste Bewertung). Stellen Sie Ihre Ergebnisse tabellarisch dar!

→ 4 Punkte

- I Welche Aufgabe(n) erfüllt der unmodulierte Ton des Modems D empfängerseitig?

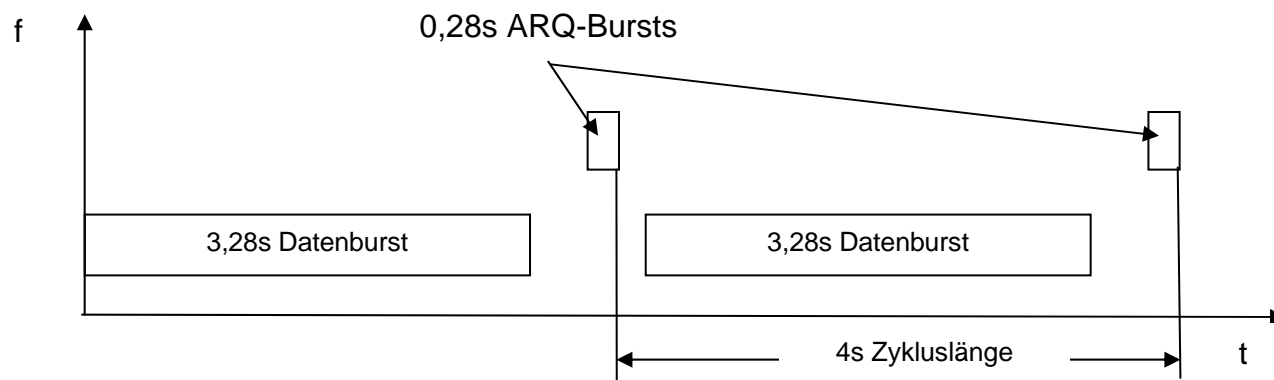
→ 2 Punkte



Aufgabe 3 (24 Punkte)

Erstellung eines Konzepts für ein neues HF-Modem unter folgenden Anforderungen (1/2):

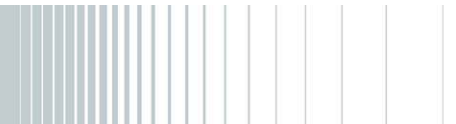
- I Das Modem soll einen robusten und einen schnellen Übertragungsmodus besitzen.
- I Das Modem wird ausschließlich im ARQ Modus betrieben, d.h. einzelne Datenpakete können von der empfangenen Station bei fehlerhaften Übertragungen erneut angefordert werden.
- I Eine Zykluslänge der Übertragung beträgt vier Sekunden, die Länge eines Datenbursts beträgt 3,28 s
- I Die Länge eines ARQ-Bursts beträgt 280 ms.



Aufgabe 3 (24 Punkte)

Erstellung eines Konzepts für ein neues HF-Modem unter folgenden Anforderungen (2/2):

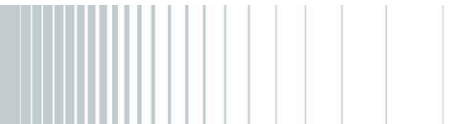
- I Grundsätzlich sollen die Modems mehrkanalfähig sein, d.h. zur Übertragung der Daten stehen mehrere Frequenzkanäle zur Verfügung, die zeitgleich genutzt werden können.
- I Der 3.28 Sekunden lange Datenburst besteht auf jedem Frequenzkanal aus einer 80 ms langen Präambel und einem 3.2 Sekunden langen Informationsteil (Payload + Overhead).
- I Der Informationsteil ist für beide Übertragungsmodi Byte-orientiert.
- I Der Overhead in beiden Modi besteht aus vier Bytes, davon aus einem Statusbyte welches die Burstnummer und die Art des Dateninhalts beschreibt.
- I Für den Datenverkehr steht eine Bandbreite von max. 2 kHz zur Verfügung.



Aufgabe 3 (24 Punkte)

Robuster Datenmodus

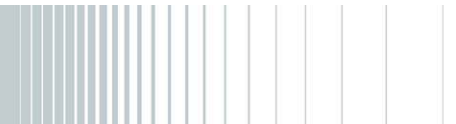
- | Die Symbolrate ist auf maximal 100 Baud je Frequenzkanal festgelegt.
- | Es können ein oder zwei Frequenzkanäle verwendet werden.
- | Folgende Modulatoren stehen zur Auswahl: DBPSK, DQPSK und DPSK8.
- | Zur Datensicherung steht folgender halbratiger Faltungscode zur Verfügung :
k/n = 1/2; M = 6 (Speicherzellen); CL = 7 (Einflusslänge)
Erstes Generatorpolynom: $1 + x + x^2 + x^3 + x^6$ oder: oktal: 171
Zweites Generatorpolynom: $1 + x^2 + x^3 + x^5 + x^6$ oder: oktal: 133
- | Der netto Datendurchsatz ohne Burstwiederholungen soll mindestens 150 bit/s betragen
- | Der Übertragungsmodus soll auf Robustheit ausgelegt sein.
- | Weiterhin können folgende Blöcke verwendet werden:
 - Scrambler, Descrambler
 - Blockinterleaver, Deinterleaver
 - CRC Kodierer (zur Berechnung einer Prüfsumme)
 - Seriell/Parallelwandler und Parallel/Seriellwandler



Aufgabe 3 (24 Punkte)

Schneller Datenmodus

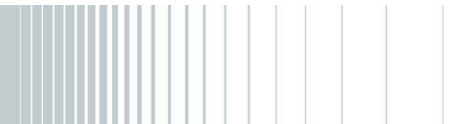
- I Die Symbolrate ist auf maximal 200 Baud je Frequenzkanal festgelegt.
- I Folgende Modulatoren stehen zur Auswahl:
 - 2 kanalige QAM128
 - 20 kanalige differentielle BPSK OFDM
 - 20 kanalige differentielle QPSK OFDM
 - 2 kanalige differentielle PSK16
 - 16 kanalige differentielle QPSK
- I Es kann zwischen vier FEC (forward error correction) Verfahren gewählt werden:
 - (10,8) verkürzter RS-Code aus $GF(2^4)$
 - (5,3) verkürzter RS-Code aus $GF(2^4)$
 - (7,4) Hamming-Code
 - $\frac{3}{4}$ -ratiger Faltungscode (durch Punktierung aus Robust Mode)
- I Der Nettodatendurchsatz ohne Burstwiederholungen soll mindestens 1200 bit/s betragen.
- I Weiterhin können folgende Blöcke verwendet werden:
 - Scrambler, Descrambler
 - Blockinterleaver, Deinterleaver
 - CRC Kodierer (zur Berechnung einer Prüfsumme)
 - Seriell/Parallelwandler und Parallel/Seriellwandler



Aufgabe 3 (24 Punkte)

Fragen zum Modem

- a) Das Modem soll sich für den weltweiten Kurzwellenfunk eignen, d.h. zwei Stationen können sich auf der Erde beliebig weit von einander entfernt befinden.
- I Wie viel Zeit bleibt für die interne Signalverarbeitung im Modem nach Empfang eines Daten- bzw. ARO-Bursts, unter der Voraussetzung, dass diese Verarbeitungszeit für Daten und ARO-Bursts identisch ist? → 3 Punkte
- b) Erstellen Sie ein Datenblatt mit den folgenden Rubriken:
- I Tabellarische Auflistung der Kenndaten des Modems für beide Betriebsmodi (Gesamtbandbreite, Anzahl der Unterträger, Modulationsart, Symbolrate je Unterträger, Datendurchsatz, genutzte Datensicherung) → 6 Punkte
 - I Einfaches Funktionsblockschaltbild des Modems für den schnellen Datenmodus mit Angabe der Kenngrößen (z.B. Modulationsparameter, Rate eines Faltungskodierers, ...). Es soll die Reihenfolge der Datenverarbeitung ersichtlich sein. Das Blockschaltbild muss die vorgegebenen Verarbeitungsblöcke nicht näher detaillieren. → 4 Punkte
 - I Skizzieren Sie die Struktur des Informationsteils für den robusten und den schnellen Datenmodus. → 2 Punkte
 - I Einfache Funktionsbeschreibung des Modems (Verbindungsaufbau, Funktionsumfang, Leistungsfähigkeit, ...) → 3 Punkte



Aufgabe 3 (24 Punkte)

Erweiterungen

- c) Welche weiteren Funktionen müssen definiert werden, um mit diesem Modem eine digitale Sprachverbindung aufzubauen? Welcher Übertragungsmodus müsste hinzugefügt werden, um eine Sprachverbindung zu ermöglichen? (In Worten, kein Blockschaltbild erforderlich) → 3 Punkte

- d) Wenn das Modem einen Broadcast-Modus erhalten sollte, welche möglichst einfachen Designänderungen könnten dazu erforderlich sein? (In Worten, kein Blockschaltbild erforderlich) → 3 Punkte



Aufgabe 4 (20 Punkte)

Ein Kunde möchte das von Ihnen entwickelte Modem auf einer Funkstrecke zwischen München und einem Moskauer Vorort einsetzen. An beiden Standorten sind jeweils drei unabhängige Arbeitsplätze mit einem Modem und zugehörigen Transceivern ausgestattet. Dem Kunden stehen im Kurzwellenbereich folgende Frequenzen zur Verfügung:

- I im 12m-Band: 21.95 MHz
- I im 17m-Band: 18.10 MHz
- I im 20m-Band: 14.20 MHz
- I im 30m-Band: 10.12 MHz
- I im 40m-Band: 7.01 MHz

Abhängig von Belegung und aktuellen Ausbreitungsbedingungen, wird die Funkübertragung zwischen zwei Modems auf einer der oben genannten Trägerfrequenzen stattfinden.

Der Rückkanal für ARQ-Bursts befindet sich, unabhängig vom Übertragungsmodus, auf einem Träger, der einen Offset von +2 kHz zur Mittenfrequenz des Informationskanals besitzt. Für ARQ-Bursts werden stets die Modulationsparameter des „robusten“ Datenmodus verwendet (siehe Aufgabe 3).



Aufgabe 4 (20 Punkte)

Um sowohl Auslastung als auch Übertragungsqualität der gegebenen Funkstrecke zu überprüfen, bittet Sie der Kunde um eine möglichst kostengünstige Funküberwachungslösung.

Dabei sollen einmal pro Minute folgende Informationen gewonnen und protokolliert werden:

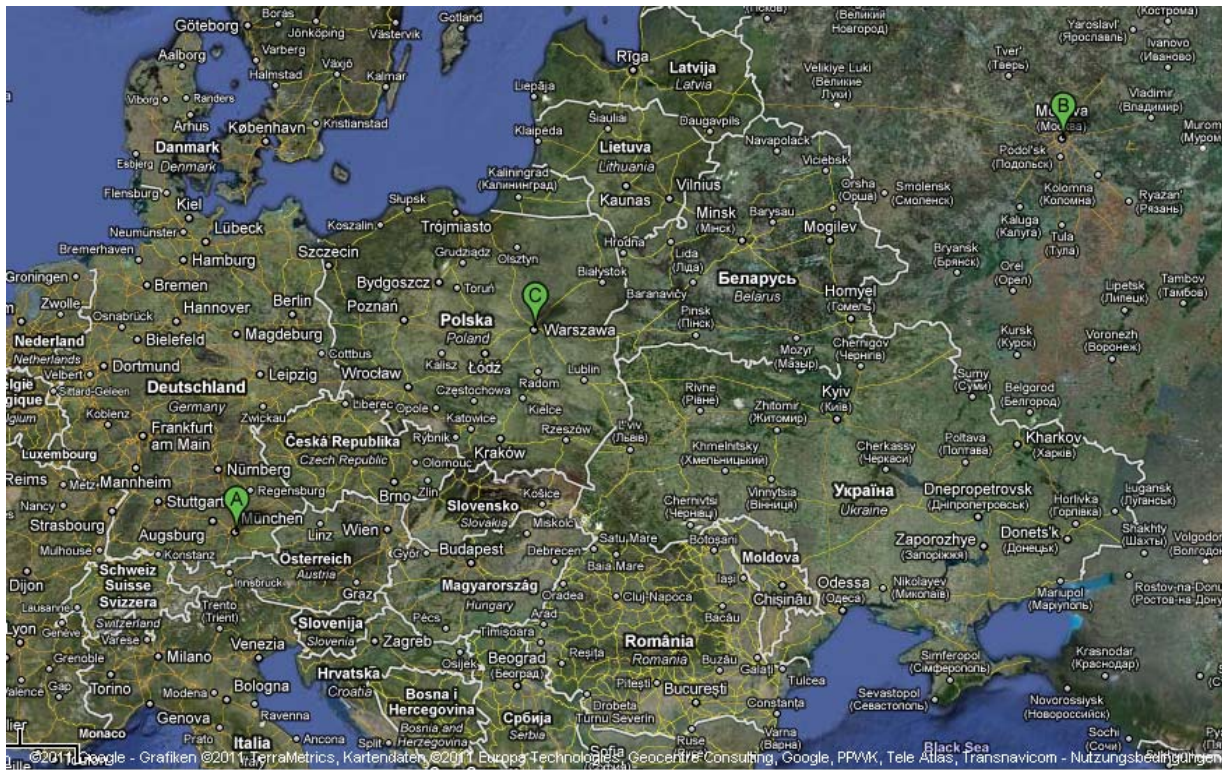
- I Die Information, ob der Kanal durch das Kundenmodem oder anderweitig – z.B. durch ein Fremdmodem – belegt ist.
- I Die verwendete Trägerfrequenz. Der Betriebsmodus (d.h. robuster oder schneller Datenmodus).
- I Ein qualitativer Hinweis auf die Kanaleigenschaft.

Der Überwachungsstation sind die Betriebszeiten und die gewählten Frequenzkanäle à-priori nicht bekannt.



Aufgabe 4 (20 Punkte)

- a) Die Einrichtung zur Betriebsüberwachung könnte bei den Modem-Standorten in München (A) bzw. dem Moskauer Vorort (B) installiert werden. Alternativ bietet sich ein weiteres Büro in Warschau (C) an. **Zu welchem Standort würden Sie dem Kunden aus technischer Perspektive raten? (Begründung!) → 2 Punkte**



Aufgabe 4 (20 Punkte)

Als HF-Empfänger stehen Ihnen zwei Modelle zur Auswahl:

a) Der Schmalbandempfänger NB010 mit folgenden Merkmalen:

Frequenzbereich:	100 kHz – 30 MHz
Mögliche ZF-Bandbreiten:	100 Hz 200 Hz 500 Hz 700 Hz 1 kHz 2 kHz 5 kHz 7 kHz 10 kHz 20 kHz 50 kHz 70 kHz 100 kHz 200 kHz 500 kHz
Dynamik:	> 90 dB @ 500 kHz Bandbreite
IP3:	> 22 dBm
Fernsteuerung:	Möglich über LAN
Ausgangsdaten:	Komplexe, digitale Basisbanddaten (I und Q, je 16 Bit) über LAN Die Überabtastung beträgt stets 1,3
Preis:	6.000 €



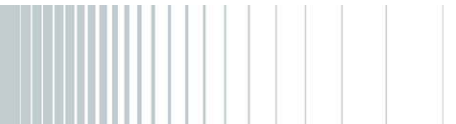
Aufgabe 4 (20 Punkte)

b) Der Breitbandempfänger WB010 mit folgenden Merkmalen:

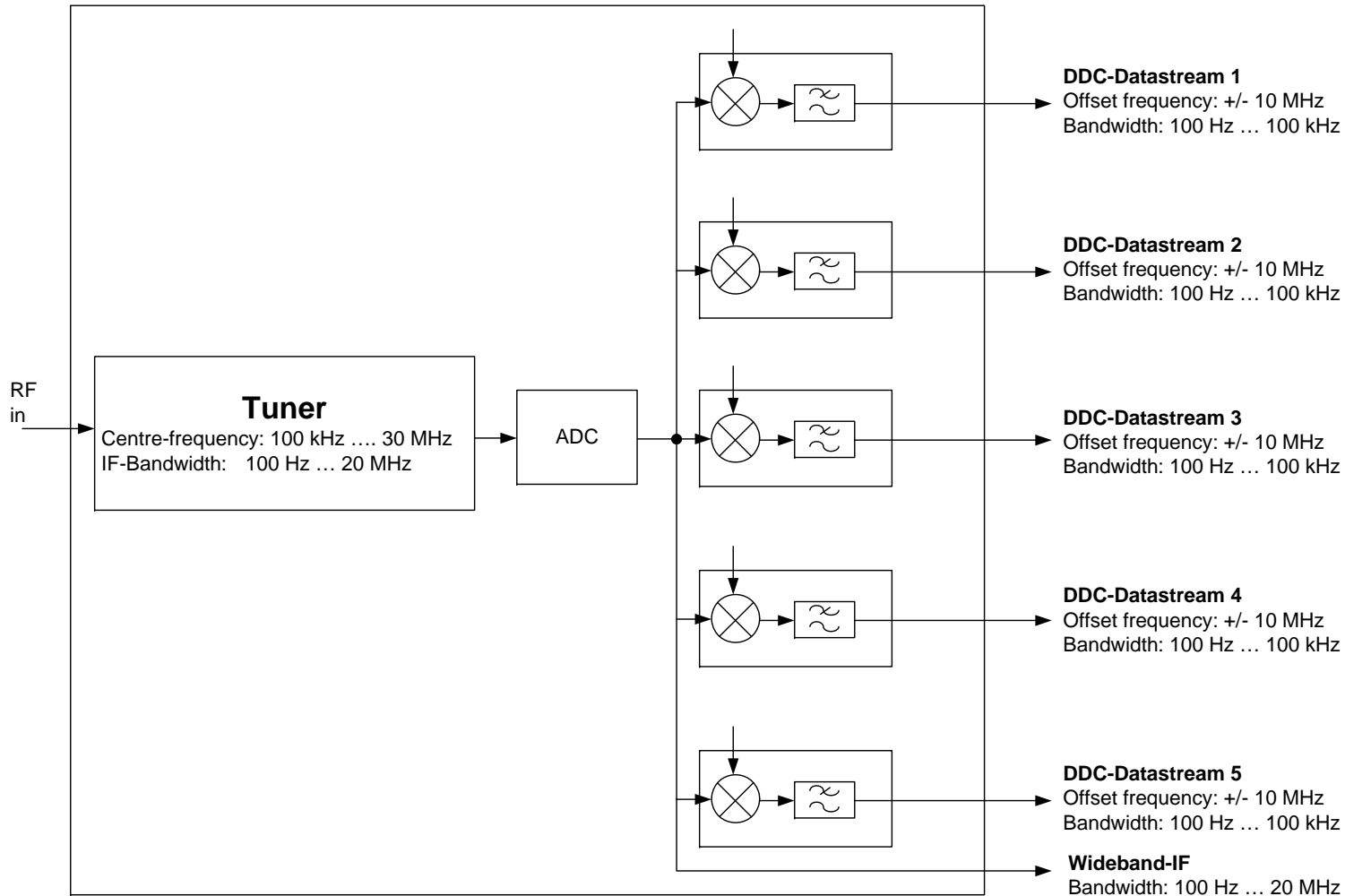
Frequenzbereich:	100 kHz – 30 MHz
Mögliche ZF-Bandbreiten:	100 Hz 1 kHz 10 kHz 100 kHz 1 MHz 20 MHz
Dynamik:	> 83 dB @ 20 MHz Bandbreite
IP3:	> 18 dBm
Anzahl DDC ¹ -Pfade:	5
DDC-Bandbreiten:	100 Hz 1 kHz 10 kHz 100 kHz
Fernsteuerung:	Möglich über LAN
Ausgangsdaten:	Komplexe, digitale Basisbanddaten (I und Q, je 16 Bit) über LAN Die Überabtastung beträgt stets 1,3
Preis:	30.000 €

Anmerkung: Die 5 DDC-Schmalbandkanäle lassen sich innerhalb der gewählten ZF-Bandbreite parametrieren. Deren IQ-Daten werden ebenfalls über LAN ausgegeben. Die Frequenzlage sowie die Bandbreite der einzelnen Schmalbandkanäle sind individuell wählbar (siehe Darstellung auf nächster Folie).

¹ DDC: Digital Down Converter



Aufgabe 4 (20 Punkte)



Schematische Darstellung des Empfängers WB010

Aufgabe 4 (20 Punkte)

- b) Welchen und wie viele Empfänger würden Sie für den skizzierten Anwendungsfall anschaffen? (Begründung!) → 4 Punkte
- c) Wie würden Sie die Empfänger hinsichtlich ihrer Frequenzen und Bandbreiten konfigurieren? → 2 Punkte
- d) Wie hoch ist die Ausgangsdatenrate des NB010 bei einer ZF-Bandbreite von 1 kHz? → 2 Punkte
- e) Wie würden Sie ermitteln, ob ein Kanal innerhalb des Beobachtungsintervalls (1 min) belegt ist? Erstellen Sie dazu ein Blockschaltbild inkl. Erläuterung → 3 Punkte
- f) Die Basisbanddaten des bzw. der von Ihnen gewählten Empfänger(s) speisen eine Analyseeinheit zur Gewinnung der gewünschten Betriebsdaten (siehe Folie 23). Erstellen Sie ein grobes Blockdiagramm dieser Analyseeinheit und verdeutlichen Sie daran deren Funktionsweise! → 7 Punkte



Los geht's und viel Erfolg!

Notwendige Unterlagen und Hilfsmittel werden in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt.

Ziel ist es weniger aufwendige mathematische Berechnungen durchzuführen, auch wenn diese im Aufgabenkomplex 1 durchaus wichtig sind.

Vielmehr sollen Sie nachweisen, dass Sie nachrichtentechnische Zusammenhänge verstehen und tragfähige Lösungsansätze entwickeln können.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß und Erfolg beim Lösen der Ihnen gestellten Aufgaben.

