

Fallstudienwettbewerb 2009

**Ready for take off!**

**Die Zukunft der  
Flugsicherung liegt in Ihrer  
Hand!**

**Sichere und wirtschaftliche Kommunikation  
in der Flugsicherung**

**Kick Off Veranstaltung**



**ROHDE & SCHWARZ**

# Inhalt

## **Die Welt des Kunden**

- I Luftverkehr
- I Flugsicherung
- I Funktechnik

## **Rohde & Schwarz im Kurzüberblick**

- I Geschäftsbereich Funkkommunikationssysteme
- I Unser Beitrag für den Kunden

## **Die Ziele für den Fallstudienwettbewerb**

- I Schwerpunkte
- I Beispielaufgaben



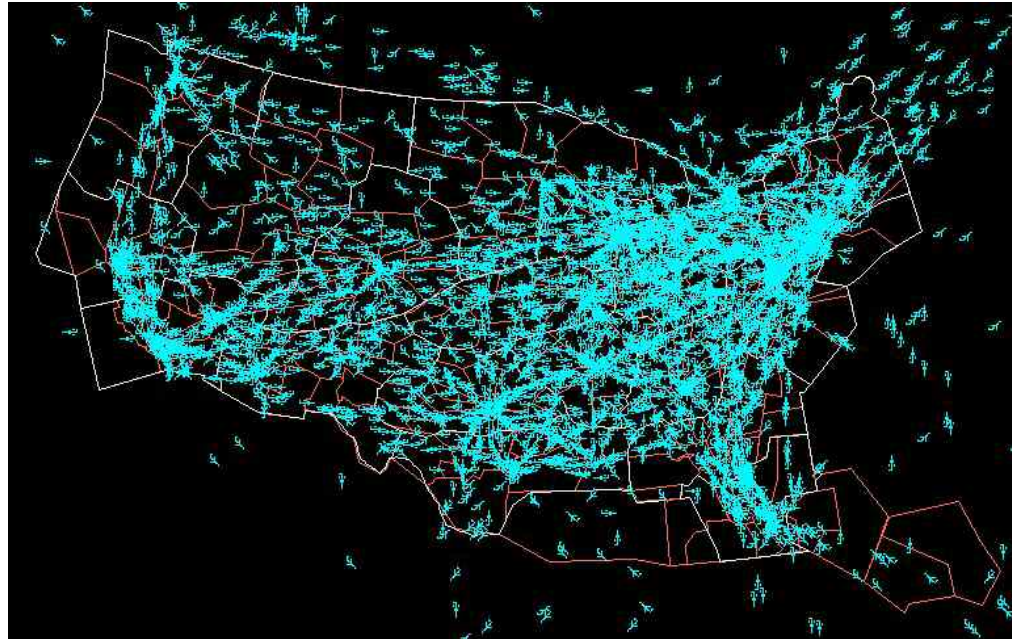
# Über den Wolken .....



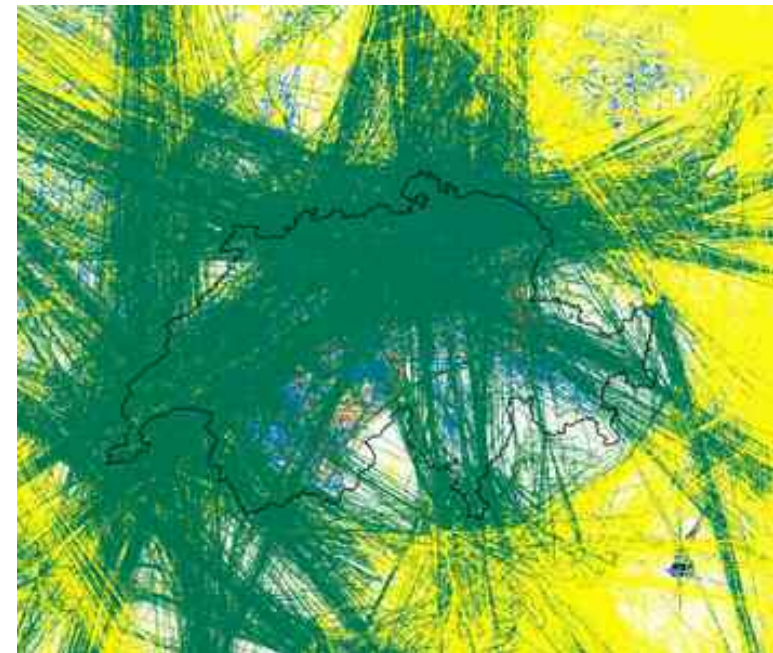
Ist die Freiheit schon längst nicht mehr grenzenlos!



# Die Luftverkehrsdichte steigt rapide an!



Der Himmel ist überfüllt!



# Die Flughäfen müssen immer mehr Flugbewegungen im Griff haben



- Ein Großflughafen wickelt ca. 2000 Flüge pro Tage ab
- Es befinden sich etwa 100 Flugzeuge gleichzeitig auf dem Gelände, die alle per Funk erreichbar sein müssen
  - Gates
  - Anflug
  - Abflug
  - Taxi
  - Wartung
  - .....
- Die Funktechnik muss dafür höchsten Ansprüchen genügen



# Rohde & Schwarz unterstützt u.a. die zivile Flugsicherung mit professioneller Funktechnik



# Unser Beitrag für den Kunden

➤ **Analyse von betrieblichen & technischen Anforderungen**



➤ **Konzeptentwicklung und Design**



➤ **Lieferung von Geräten und Teilsystemen**



➤ **Systemintegration**



➤ **ILS/After-Sales-Service-Konzept**



# Analyse von betrieblichen & technischen Anforderungen

## System-Spezifikationen und Angebote

- I Reichweitenberechnungen
- I Maximale Anzahl von Funklinien
- I Budgetgrenzen
- I .....



# Konzeptentwicklung und Design

## Funksystem - Planung

- Cosite-Analyse und Optimierung
- Anforderungen an Systemkomponenten
- Platzbedarf
- Energieverbrauch
- .....



# Ziele für den Fallstudienwettbewerb

## Fallstudienwettbewerb 2009

➤ Analyse von betrieblichen & technischen Anforderungen



➤ Konzeptentwicklung und Design



➤ Lieferung von Geräten und Teilsystemen



➤ Systemintegration



➤ ILS/After-Sales-Service-Konzept



# Das Szenario

- Sie sind DesignerIn von funktechnischen Systemen für die Flugsicherung.
- Ihre Firma hat den Auftrag ein bestehendes System zu erweitern, ohne dessen technische Fähigkeiten zu reduzieren.  
Ihre Aufgabe ist, das Funksystem hinsichtlich seiner Eigenschaften zu analysieren. Aus den Analyseergebnissen entwickeln Sie einen Vorschlag zur Erweiterung.
- Einen Schwerpunkt bildet dabei die Überlegung, das Funkgerät selber als Systembestandteil zu optimieren.
- Sie berücksichtigen neben technischen Möglichkeiten auch die Wirtschaftlichkeit Ihrer Lösung.



# Die Aufgaben im Überblick

- I **Ermitteln Sie aus gegebenen Kennwerten eines bestehenden Funksystems seine wesentlichen technischen Fähigkeiten für Reichweite, Gleichzeitigkeitsbetrieb und Energieverbrauch.**
- I **Optimieren Sie das System mit den Zielen, die Zahl der Funkkanäle zu erhöhen und dabei die maximale Funkreichweite beizubehalten.**
- I **Brauchen Sie andere Funkgeräte?  
Falls ja, leiten Sie aus den neuen Systemanforderungen wesentliche Daten für neue Funkgeräte aus folgenden technischen Disziplinen ab:**
  - I Hochfrequenztechnik
  - I Digitale Signalverarbeitung
  - I Leistungselektronik in Verstärkertechnik
- I **Erarbeiten Sie auf Basis Ihrer vorangegangenen Analysen mindestens zwei alternative Konzepte für die Systemerweiterung.**
  - I Die Systemanordnung kombiniert dabei Funkgeräte, Antennen, Leistungsverstärker und andere Funktionseinheiten zu einem Gesamtsystem
- I **Bewerten Sie Ihre Lösungsansätze hinsichtlich der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit und wählen Sie den geeignetsten aus.**
- I **Unterbreiten Sie Ihrem Kunden den Systemvorschlag Ihrer Firma**



# Hinweise

- Der Fokus der Aufgaben liegt auf dem optimierten Gesamtansatz einer Lösung und nicht unbedingt in den Details der darin enthaltenen Spezialdisziplinen.
- Notwendige Spezialkenntnisse in den einzelnen Disziplinen werden im Rahmen einer technischen Einführung erklärt und bereitgestellt.
- Technische und wirtschaftliche Daten zu den Geräten und den unterschiedlichen Lösungsansätzen werden in der detaillierten Aufgabenstellung in tabellarischer Form bereitgestellt.
- Bei den wenigsten Aufgaben sind aufwendige Rechnungen notwendig. Sie können vielmehr durch anschauliche Überlegungen gelöst werden.



# Der rote Faden durch die Aufgaben

**Die  
Aufwärmphase**

Teil 1  
Analyse

**Nähere Betrachtung grundlegender Systemeigenschaften z.B.**

- Empfindlichkeit, Reichweite
- Energieverbrauch, .....

**Die Pflicht**

Teil 2  
Synthese

**Entwickeln von möglichen Lösungsansätzen zu gegebenen Problemstellungen z.B.**

- Erweiterungsmöglichkeiten eines Systems
- Sparpotentiale für Senkung des Energieverbrauchs und der Anschaffungskosten .....

**Die Kür**

Teil 3  
Auswahl

**Bewerten der gefundenen Lösungsansätze nach vorgegebenen wirtschaftlichen Kriterien**

- Auswahl des besten Ansatzes
- Präsentation des Ergebnisses

**Geschafft!**

Teil 4  
Präsentation

**Darstellung der Vorgehensweise sowie das „Verkaufen“ der bevorzugten Lösungsvariante**



# Der angesprochenen Disziplinschwerpunkte

## Fachwissen

### Geforderte Fachdisziplinen

- I **Grundwissen Elektrotechnik**
- I **Vertiefung Nachrichtentechnik, Hochfrequenztechnik**
  - I Parameter von Sendern, Empfängern, Modulationsverfahren .....
- I **Vertiefung Leistungselektronik**
  - I Wirkungsgrad, Verlustleistung .....
- I **Vertiefung digitale Signalverarbeitung**
  - I Einfache Funktionseinheiten zur digitalen Signalverarbeitung z.B.
    - Einfache Filterstrukturen (FIR Filter)
    - Dynamikbereich von digitalen Strukturen .....

## Methodik

- I **Systematisches Vorgehen**
- I **Logische Abläufe**

## Persönlichkeit

- I **Präsentation**
- I **Überzeugungsfähigkeit**



# Beispielaufgaben

## Aufgabe 1 (3 Punkte) - Modulationsspektrum

In der Funkkommunikation für Flugsicherung wird seit vielen Jahren das folgende analoge Modulationsverfahren eingesetzt:

- I **Zweiseitenband AM (Amplitudenmodulation)**
- I **Audiobandbreite von 300Hz bis 3400Hz**
- I **Modulationsgrad  $m=0.3$**
  
- I **Zeichnen Sie das Modulationsspektrum unter der Annahme, dass nur ein einzelner Signalton mit 1000Hz übertragen wird und keinerlei Signalverzerrungen auftreten.**
  
- I **Geben Sie dabei die Frequenzabstände und die Pegelunterschiede (linear und in dB) der beteiligten Signale an.**

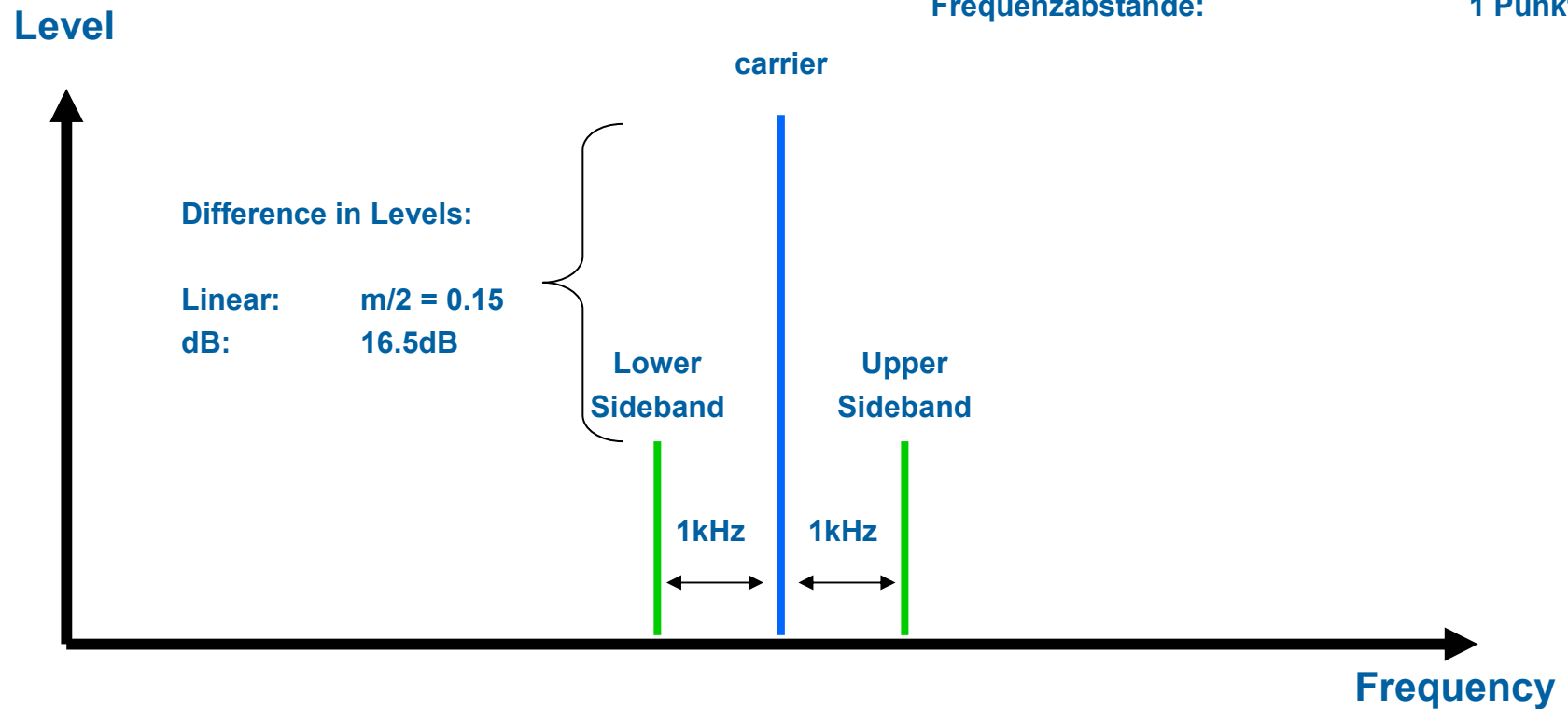


# Musterlösung Aufgabe 1

## Musterlösung Aufgabe 1 (3 Punkte)

Bewertung:

- Bild mit Carrier und Seitenbändern: 1 Punkt
- Pegelunterschiede: 1 Punkt
- Frequenzabstände: 1 Punkt



# Beispielaufgaben

## Aufgabe 2 (2 Punkte) - Energieeffizienz

Ein typischer Funksender arbeitet mit folgenden Betriebsgrößen:

- I **Sendeleistung 30 Watt**
- I **Wirkungsgrad 20%**
- I **Mittleres Verhältnis von Sprechzeit zu Empfangszeit (Duty Cycle) = 1 : 5 in einer Arbeitsschicht**
  
- I **Welche momentane Leistungsaufnahme hat der Funksender wenn der Fluglotse die Sprechaste drückt?**
  
- I **Welche mittlere Verlustwärme fällt über eine Arbeitsschicht an?**



# Musterlösung Aufgabe 2

## I Welche momentane Leistungsaufnahme hat der Funksender wenn der Fluglotse die Sprechaste drückt?

- I Wirkungsgrad = 0,2 (20%)
- I Sendeleistung = 30W (entspricht  $0,2 * \text{Aufnahmeleistung}$ )
- I d.h. Aufnahmeleistung ist  $30W/0,2 = 150W$   
Punkt

1

## I Welche mittlere Verlustwärme fällt über eine Arbeitsschicht an?

- I Momentane Verlustleistung = Aufnahmeleistung – Sendeleistung = 120W
- I Duty Cycle 1 : 5 heißt die Verlustleistung verteilt sich auf 1 aus 6 (1 + 5) Zeiteinheiten
- I Mittlere Verlustleistung =  $120W / 6 = 20W$   
Punkt

1



# Beispielaufgaben

## Aufgabe 3 (2 Punkte) – Rauschmaß eines AD-Wandlers

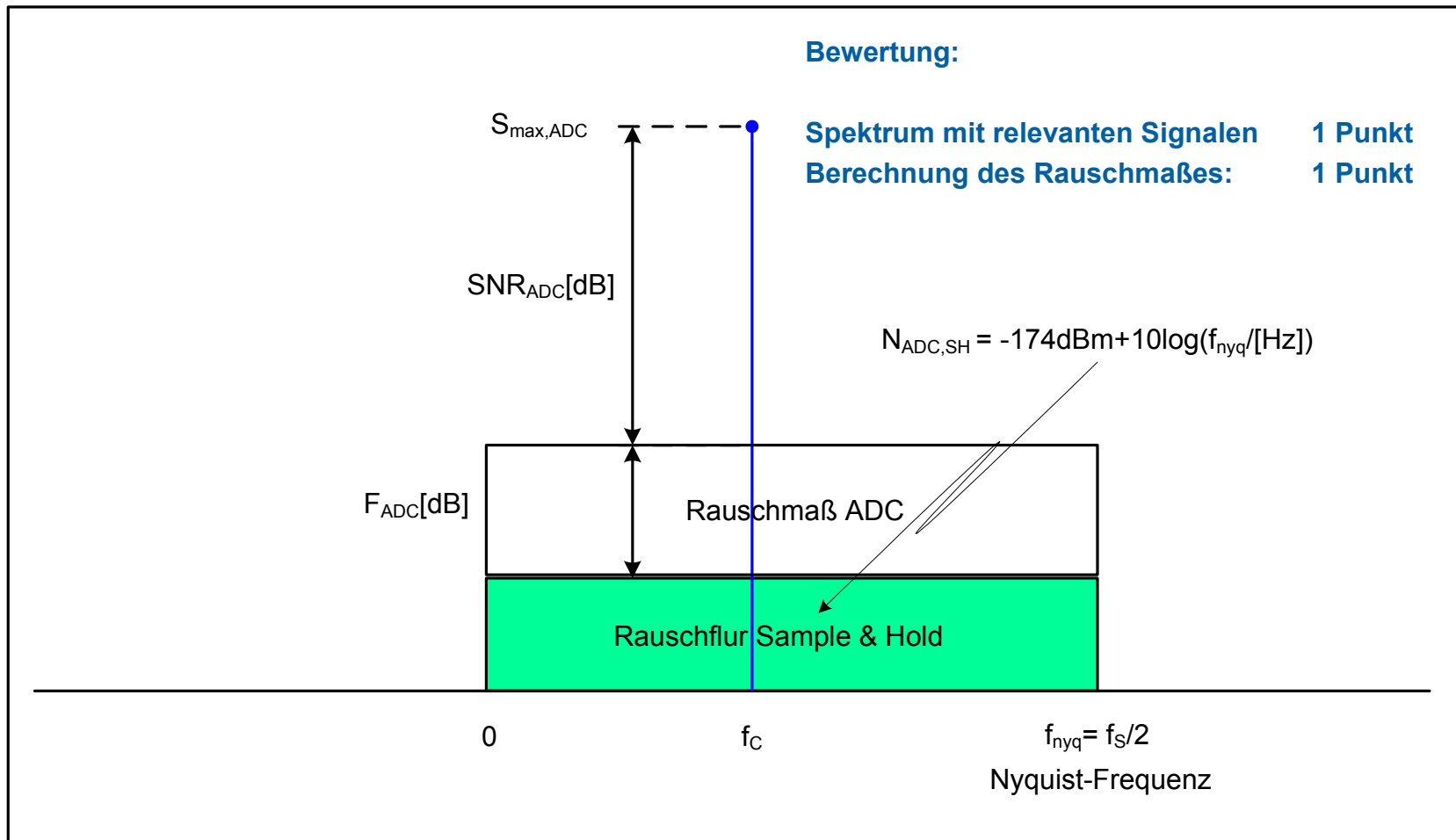
Ein moderner Empfänger verwendet zur Demodulation und zur Kanalfilterung digitale Signalverarbeitungs-komponenten. Ein Schlüsselbauteil ist dabei der AD-Wandler. Um einen Empfänger dimensionieren zu können ist es wichtig das Rauschmaß des AD-Wandlers zu kennen. Das Rauschmaß eines AD-Wandlers ist definiert als die Differenz des SNR an der Sample & Hold Stufe zum SNR des digitalisierten Signals.

Für ein Bauteil sind folgende Angaben bekannt:

- ┃ Beispiel LT 2208 (16-Bit 130 MSp):
- ┃ Maximales Eingangssignal  $S_{max,ADC} = +7.5 \text{ dBm}$  (1.5Vpp an  $50\Omega$ ) (Datenblatt)
- ┃  $SNR_{ADC} = 78 \text{ dB}$  (Datenblatt)
- ┃ Nyquistfrequenz  $f_{nyq} = 65 \text{ MHz}$  (Datenblatt)
  
- ┃ **Stellen Sie qualitativ das Spektrum sowie die relevanten Größen am Eingang des Wandlers dar.**
- ┃ **Berechnen Sie das Rauschmaß des AD-Wandlers**



# Musterlösung Aufgabe 3



$$F_{ADC} = S_{max,ADC} - SNR_{ADC} + 174 \text{ dBm} - 10 \log(f_{nyq})$$

$$F_{ADC} = (7.5 - 78 + 174 - 78) \text{ dB} = 25.5 \text{ dB}$$



Wir hoffen, dass Sie sich der Herausforderung stellen!

