

**Bewertungsverfahren**

Es werden insgesamt **100** Punkte vergeben, die wie folgt auf folgende Beurteilungsschwerpunkte verteilt sind:

**Teil 1 – Fachliche Aufgaben**

- Aufgabe 1	10 Punkte
- Aufgabe 2	11 Punkte
- Aufgabe 3	3 Punkte
- Aufgabe 4	5 Punkte
- Aufgabe 5	3 Punkte
- Aufgabe 6	11 Punkte
- Aufgabe 7	13 Punkte
- Aufgabe 8	6 Punkte
- Aufgabe 9	6 Punkte

**Teil 2 – Soft Skills**

- Teamarbeit und Präsentation	32 Punkte
-------------------------------	-----------

---

**100 Punkte**

**Präsentationen**

Bitte tragen Sie während dessen die erzielten Punkte in die dafür vorgesehenen Felder direkt unter der Aufgabe ein und übertragen diese im Abschluss in die Übersicht.

Für die Präsentation hat jedes Team 15 Minuten Zeit. Bei Zeitüberzug wird nicht abgebrochen. Pro überzogene Minute werden im Teil 2, 0,5 Punkte abgezogen.

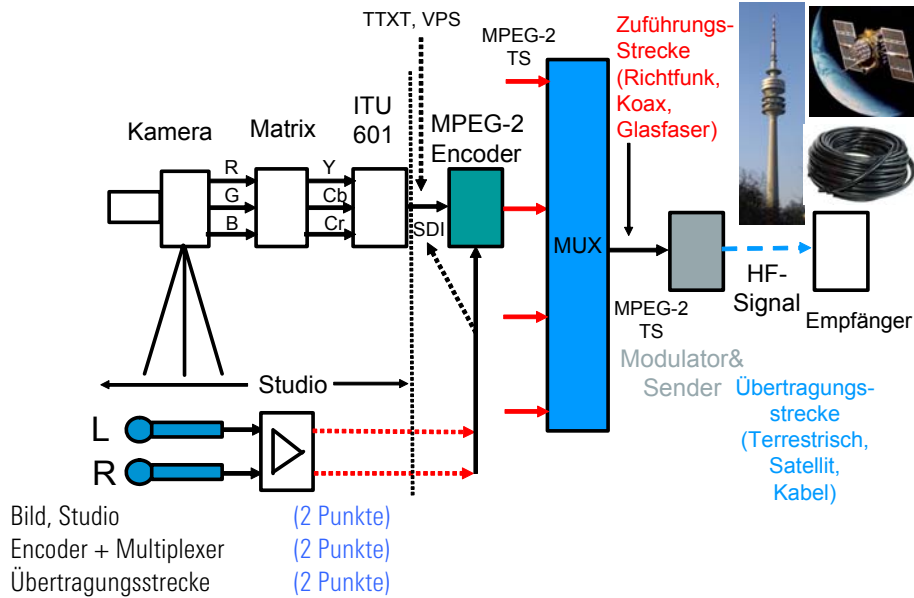
Die Präsentation kann in PowerPoint oder auf Flipchart/Pinnwand erfolgen. Dafür steht ausreichend Material den Gruppen zur Verfügung (u. a. Papier, Moderationskoffer).

**Teil 1 – Fachliche Aufgaben**

**Aufgabe 1 (Insgesamt 10 Punkte)**

**Aufgabenteil 1.1.**

**Digitale TV-Übertragungsstrecke**



Aufgabenteil 1.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
6					

**Aufgabenteil 1.2.**

**Quellcodierungsverfahren (2 Punkte):**

Video: MPEG-1, MPEG-2 (H.262), MPEG-4-Teil 2 (H.263), MPEG-4 Teil 10 (H.264, AVC)

Audio: MPEG-1 Layer I, II, III (MP3), MPEG-2 Layer I, II, III, MPEG-2 AAC, MPEG4 AAC, Dolby Digital

**Übertragungsstandards (Max. 2 Punkte, bei mind. 4 Standards):**

DVB-C, DVB-S, DVB-T, DAB, ATSC, ISDB-T, DTMB, J83B, DVB-S2, DVB-T2, DVB-C2

Aufgabenteil 1.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
4					

Musterlösung Vorrunde Fallstudienwettbewerb 2010

Aufgabe 2 (Insgesamt 11 Punkte)

---

Aufgabenteil 2.1.

**Störeinflüsse (5 Punkte, bei mind. 5 aufgelisteten Störeinflüssen):**

- | Additive Störeinflüsse (Rauschen, Interferenzstörer schmalbandig und breitbandig, dauerhaft und impulsartig)
- | Lineare Verzerrungen (Amplitudengang und Gruppenlaufzeit)
- | Nichtlineare Verzerrungen
- | Reflexionen, Mehrwegeempfang
- | Dopplereffekt

Aufgabenteil 2.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
5					

Aufgabenteil 2.2.

**Terrestrik (2 Punkte):**

- | Mehrwegeempfang, deswegen Verwendung von OFDM
- | Bei Mobilempfang: Dopplereffekt, variierender Schwund
- | Schmalbandige und breitbandige, dauerhafte und impulsartige Störer

**Satellit (2 Punkte):**

- | Sehr nichtlineare Verstärker
- | Quasi Gauß'scher Kanal, hohe Dämpfung von ca. 205 dB, also sehr schlechter Störabstand

**Kabel (2 Punkte):**

- | Sehr lineare Verstärkerelemente
- | Bei Analog-TV sichtbare Mischprodukte im Bild
- | Digital TV: quasi Gauß'scher Kanal
- | Nur Kurzzeitechos
- | Aber teilweise nicht nutzbare Frequenzbänder (Einstrahlung von außen oder Vermeidung von Abstrahlung, z.B. Vermeidung der Störung von Flugfunk)

Aufgabenteil 2.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
6					

Aufgabe 3 (Insgesamt 3 Punkte)

---

Netzplanerische Versorgungsmodelle:

- | Versorgung über Dachantenne mit Gewinn, ca. 20 ... 30 dB (1 Punkt)
- | Versorgung über Außenantenne ca. 15 ... 25 dB (1 Punkt)
- | Portable Indoor ca. 10 ... 20 dB (1 Punkt)

Aufgabe 3					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

**Aufgabe 4 (Insgesamt 5 Punkte)**

---

**Aufgabenteil 4.1.**

Nettodatenrate: 13.2 Mbit/s, d.h. 4 Programme pro Multiplex (2 Punkte)

Aufgabenteil 4.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
2					

**Aufgabenteil 4.2.**

B = 8 MHz (UHF);  
 SNR = 13 dB; (11... 13 dB anzusetzen ist ok)  
 Shannon-Limit ab ca. 10dB:  $C = 1/3 \times B \times \text{SNR}$ ;  
 $C = 1/3 \times 8 \times 13 \text{ Mbit/s} = 34.7 \text{ Mbit/s}$ ;

(3 Punkte: richtige Bandbreite, richtiger Störabstand, richtige Formel)

Aufgabenteil 4.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

**Aufgabe 5 (Insgesamt 3 Punkte)**

---

**Aufgabenteil 5.1.**

- | Kostengünstiger für Netzwerk- und Service-Provider, da in einem Kanal anstelle eines Programms nun mehrere Programme übertragen werden können. (1 Punkt)
  
- | Kanalcodierung (Fehlerschutz) erhöht „Quality-of-Service“. Selbst unter Störeinfluss ist ungetrübter TV-Empfang bis zu einer bestimmten Grenze (Cliff-Effekt) möglich. (1 Punkt)

Aufgabenteil 5.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
2					

**Aufgabenteil 5.2.**

- | Besseres Quellcodierungsverfahren (MPEG-4 anstelle MPEG-2) anwenden, um die Qualität zu steigern (z.B. Bildqualität). HDTV anstelle von SDTV ausstrahlen. (1 Punkt)

Aufgabenteil 5.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
1					

**Aufgabe 6 (Insgesamt 11 Punkte)**

---

**Aufgabenteil 6.1.**

- | Multiple Inputs, Transportströme oder Generic Ströme (mehr Flexibilität)
- | Neuer verbesserter Fehlerschutz (BCH und LDPC) (mehr Datenrate)
- | 256QAM (mehr Datenrate)
- | gekippte und Q-delayed Konstellationsdiagramme (bei bestimmten Empfangsbedingungen weniger SNR nötig)
- | Mehr OFDM-Modes (1K, 2K, 4K, 8K, 16K, 32K) (mehr Flexibilität vom guten Mobilempfang bis hin zum hochdatenra-  
tigen stationären Empfang)
- | Besseres Interleaving (Bit-, Cell-, Zeit- und Frequenz-Interleaver), damit mehr Robustheit gegen Burstfehler, Impuls-  
ve Noise, bessere Mobilempfangbarkeit
- | PAPR Reduction – Reduktion des Crestfaktors, damit mehr Effektivität beim Stromverbrauch möglich, zusätzlich bes-  
serer Schutz gegen Überschlag
- | MISO, damit Vermeidung von destruktiven Notches im SFN-Betrieb

(Insgesamt 8 Punkte, wenn jeweils Neuheit plus Vorteil angegeben wurde)

Aufgabenteil 6.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
8					

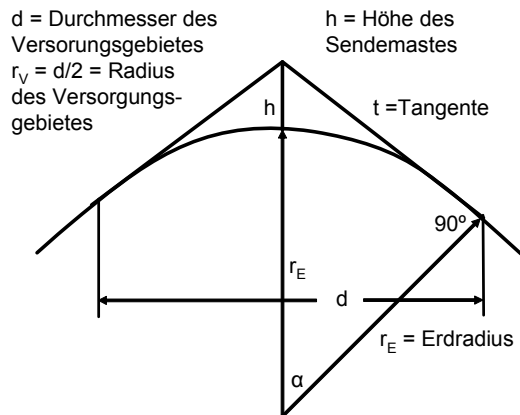
**Aufgabenteil 6.2.**

Hauptargumente (3 Punkte):

- | Höhere Nettodatenrate (30 ... 50 %)
- | Bessere Mobilempfangbarkeit möglich bei der Wahl geeigneter Modi
- | Bessere Flexibilität

Aufgabenteil 6.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

Aufgabe 7 (Insgesamt 13 Punkte)



Aufgabenteil 7.1.

**Herleitung der Formel:**

**Methode 1:** Annahme: der Radius  $r_V$  des Versorgungsgebietes entspricht ungefähr der Länge der Tangente  $t$  im Bild. Die Antennenhöhe  $h$  ist viel kleiner als der Erdradius  $r_E = 6370$  km.

Satz des Pythagoras:

$$(h+r_E)^2 = t^2 + r_E^2;$$

nach  $t$  aufgelöst:

$$t = \sqrt{(r_E + h)^2 - r_E^2} = \sqrt{r_E^2 + 2r_E h + h^2 - r_E^2} = \sqrt{h(h + 2r_E)};$$

Da  $h \ll r_E$  kann die Formel vereinfacht werden zu:

$$t \approx \sqrt{2hr_E};$$

Weiterhin kann dann vereinfacht werden:

$$r_V \approx t \approx \sqrt{2hr_E};$$

**Methode 2:**

Umfang der Erde =  $2 \pi r_E$ ;

$r_V = (\text{Umfang der Erde}) * \alpha / 360$ ;

$\cos \alpha = r_E / (r_E + h)$ ;

$$r_V = (2 \pi r_E) * \arccos(r_E / (r_E + h));$$

(6 Punkte: Herleitung und Skizze, andere Methoden sind zulässig, bei unklarer oder unsauberer Herleitung gibt es entsprechend Punktabzug)

Für  $h = 300$  m ergibt sich nach Methode 1 und 2 ein Wert von  $r_V = 61.8$  km;  $d = 123.6$  km (1 Punkt)

Aufgabenteil 7.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
7					

**Musterlösung Vorrunde Fallstudienwettbewerb 2010**

**Aufgabenteil 7.2.**

+ 2. Dreieck der Dachantenne: 11.3 km, also  $rV=61.8 \text{ km} + 11.3 \text{ km} = 73.1 \text{ km}$ ;  $d = 146.2 \text{ km}$  (1 Punkt)

Laufzeit:  $t = x / c$ ; mit  $c = 3 * 10^8 \text{ m/s}$ ;  $t = 61800 \text{ m} / c = 206 \text{ us}$ , bzw.  $73100 \text{ m} / c = 244 \text{ us}$  (1 Punkt)

Aufgabenteil 7.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
2					

**Aufgabenteil 7.3.**

Der Abstand zwischen Senderstandorten liegt typischerweise in diesem Bereich (50 ... 60 km). Das Guard Interval bei DVB-T von  $\frac{1}{4}$  wurde so dimensioniert, dass Sendernetze mit SFN-Betrieb mit diesen Senderabständen realisierbar sind; das Guard Intervall schützt benachbarte OFDM-Symbole gegen Symbolübersprechen aufgrund von Mehrwegeempfang. DVB-T2 erlaubt wesentlich längere Guard Intervalle. Damit lassen sich größere landesweite Gleichwellennetze bilden. (4 Punkte)

Aufgabenteil 7.3.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
4					

**Aufgabe 8 (Insgesamt 6 Punkte)**

---

**Aufgabenteil 8.1.**

- | Fall 1: Länder, in denen DVB-T schon seit längerer Zeit eingeführt wurde (1 Punkt)
- | Fall 2: Länder, in den DVB-T vor kurzem eingeführt wurde (1 Punkt)
- | Fall 3: Länder, die noch Analog TV über Terrestrik abstrahlen (1 Punkt)

Aufgabenteil 8.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

**Aufgabenteil 8.2.**

- | Lösung zu Fall 1: Zuschauer mit neuen Applikationen über DVB-T2 locken (z.B. HDTV, digitalen Hörfunk). (1 Punkt)
- | Lösung zu Fall 2: Dies ist der schwierigste Fall; es besteht die Gefahr, die Teilnehmer zu verärgern bzw. zu verunsichern und dies würde dem Umstieg auf digitales Fernsehen nur schaden. Umstieg z.B. in 5 Jahren, Locken mit neuen Applikationen. (1 Punkt)
- | Lösung zu Fall 3: Dies ist der einfachste Fall; diese Länder sollten direkt von ATV auf DTV umstellen. (1 Punkt)

Bei Lösung 1 bis 3 sind durchwegs auch andere pfiffige Ideen mit Punkten bewertbar.

Aufgabenteil 8.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
3					

**Musterlösung Vorrunde Fallstudienwettbewerb 2010**

**Aufgabe 9 (Insgesamt 6 Punkte)**

---

| Für ein DVB-T-Netzwerk, das für portable Indoor ausgelegt wurde (z.B. Deutschland), gilt ein S/N von ca. 11.6 dB (laut DVB-T-Standard). (1 Punkt, 11...14 dB ist ok)

| Der am Empfängereingang anliegende Rauschpegel N (Noise) ergibt sich aus folgender physikalischen Beziehung:

- |  $N[\text{dBW}] = -228.6 + 10 \times \log(b/\text{Hz}) + 10 \times \log((T/^\circ\text{C} + 273)) + F$ ;
- | B = Bandbreite in Hz;
- | T = Temperatur in °C;
- | F = Rauschzahl des Empfängers in dB;

Die Konstante -228.6 dBW/K/Hz in der Formel ist hierbei die sog. Boltzmann-Konstante.

Angenommen werden soll:

- | Umgebungstemperatur  $T = 20^\circ\text{C}$ ;
- | Rauschzahl des Tuners  $F = 7\text{ dB}$ ;
- | Empfangsbandbreite  $B = 8\text{ MHz}$ ;

$$N[\text{dBW}] = -228.6 + 10 \times \log(8000000/\text{Hz}) + 10 \times \log((20/^\circ\text{C} + 273)) + 7;$$

$$0\text{ dBm @ } 50\text{ Ohm} = 107\text{ dB}\mu\text{V};$$

$$0\text{ dBm @ } 75\text{ Ohm} = 108.8\text{ dB}\mu\text{V};$$

(Herleitung, bzw. Formel: 2 Punkte)

- |  $N = -98.1\text{ dBm} = -98.1\text{ dBm} + 108.8\text{ dB} = 10.7\text{ dB}\mu\text{V}$ ; (an 75 Ohm)

(1 Punkt, 2 dB hin oder her spielen keine Rolle)

Am Empfängereingang liegt also unter diesen Bedingungen 10.7 dBμV Rauschpegel an.

- | Für den Fall 16QAM ergibt sich somit ein mindest notwendiger Empfängereingangspegel von  $S = S/N$

$$[\text{dB}] + N[\text{dB}\mu\text{V}] = (11.6 + 10.7) [\text{dB}\mu\text{V}] = 22.3\text{ dB}\mu\text{V};$$

(1 Punkt, 2 dB hin oder her spielen keine Rolle)

Aufgabenteil 9.1.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
5					

**Aufgabenteil 9.2.**

**Vorteil:** mehr Datenrate: anstatt 13.27 Mbit/s nun etwa 20 Mbit/s

(1 Punkt, 1 Mbit/s hin oder her spielt keine Rolle, sondern die Aussage, dass mehr Datenrate möglich ist, ist wichtig)

Aufgabenteil 9.2.					
Max. Punkte	Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5
1					