

## (A)TV-Technische Fakten

Zusammengestellt anlässlich der ATV-Normungsvorhaben des DARC/ IARU und Auflagen durch VUS-Referat des DARC und RegTP zu ATV-Relais-Genehmigungen und ATV-Betrieb für die Bundesrepublik Deutschland. Es wird in diesen Auflagen und in der *Norm* u.a. eine wesentliche Verringerung der Bandbreite und ein Tonträgerabstand von nur 5,5 MHz gefordert. Die Notwendigkeit und die Richtigkeit dieser Aktionen ist nicht gegeben und ebensowenig begründbar. Leider wurden in dieser Sache zuwenig Fakten dagegen bzw. zuwenig für eine vernünftige Regelung eingebracht.

### Einleitung.

- **Der Amateurfunkbetrieb wird durch das Amateurfunkgesetz und die Ausführungsbestimmungen geregelt.**

Genannt werden sollen hier besonders die **DV-AFuG Anlage 1, AfuV §5 Abs. 5-7, § 20 Abs. 1&2, AfuG § 3 Abs. 3&5 und entspr. Amtsblattverfügungen gemäß dem Merkblatt zur Frequenznutzung im Amateurfunkdienst in Deutschland, Ref. 137, v. 05.06.2000.**

Hierin werden u.a. die Frequenzbänder und die zulässigen Bandbreiten für diese Betriebsart festgelegt. Diese erlauben die Betriebsart **Fernsehen in der Modulationsart FM (F3F)**.

**Für das 1240 MHz – 1300 MHz-Band sind diese Übertragungsbandbreiten auf 18 MHz bei -40 dBc, und im Bereich oberhalb dieses Bandes, also ab einschließlich des Bandes 2320 – 2450 MHz, auf 20 MHz bei -40 dBc begrenzt,**

bezogen auf den unmodulierten Bildträger und bei einer maximalen Strahlungsleistung von bis zu 15  $W_{ERP}$  (+ 41,8 dBm) für Relaisfunkstellen und bis 75  $W_{ERP}$ , (bis 750  $W_{ERP}$  im Bereich von 1240 – 1300 MHz) für allgemeine Amateurfunkstellen.

Die Funkanlagen im Amateurfunkdienst sind auf dem Stand der Technik zu halten. Die Bandbreite ist entsprechend dem Stand der Technik auf das für die verwendete Sendart notwendige Maß zu beschränken (Die CCIR-Empfehlungen regeln u.a. die Fernsehmodulationsparameter für den Rundfunk). Grundsätzlich geben hier die zugrundeliegenden physikalischen Gesetze die natürlichen Grenzbedingungen vor.

Weitergehende Verfügungen zu technischen Details sind keine formuliert. Der Betrieb von anderen Funkdiensten ist zu beachten und Störungen dieser sind zu vermeiden.

Dem **Katastrophenschutz** wird vom Gesetzgeber auch beim Amateurfunkdienst **Vorrang** eingeräumt.

Werden alle genannten Regelungen beachtet, gibt es keinen Grund, weitergehende und vor allem technische Details festzuschreiben. Sie würden auch den Spielraum für den Amateurfunkdienst unnötig einschränken und ihm den Sinn eines Experimentalfunkdienstes rauben. **Standardisierungen haben meist nur einen kommerziellen Hintergrund und machen über den bisher üblichen Umfang hinaus hier, beim technischen Experimentalfunkdienst Amateurfunk, nur sehr eingeschränkt Sinn.**

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

- **Ohne Not werden nun eilig angeblich neue Amateurfernseh-Normen vom DARC über den Weg der IARU vorgestellt und über die Hand der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post verbindlich eingesetzt, mit sofortiger Wirkung, ohne Übergangsfrist und ohne Überprüfung der technischen Richtigkeit. Unter anderem werden weiter reduzierte Übertragungsbandbreiten und reduzierte Tonträgerabstände vorgeschrieben, die man als technischen Unsinn überführen kann.**

Durch die Mißachtung der Einräumung einer längeren Übergangsfrist für die Durchführung bei solchen Angelegenheiten, wird nicht nur ein nicht außer acht zu lassender wirtschaftlicher Faktor übergangen, sondern die Angelegenheit ist durch die besondere Situation beispielsweise auch geeignet, ein funktionierendes Katastrophenschutzsystem auszuschalten.

- Es ist dabei bemerkenswert, daß die Relaisfunkstelle DB0GY bei Markdorf/ Bodensee schon 1986 nach dem Stand der Technik errichtet und auf diesem entsprechend bis heute gehalten wurde. Seitdem ist sie durchgehend störungsfrei und ohne Beanstandungen in Betrieb.
- Wegen technischen Bild-Tonabstandsproblemen und Kompatibilitätsgründen zu benachbarten Amateur-Fernseh-Relaisfunkstellen **wurde, mit Befürwortung des DARC, am 1.02.89 bei der OPD-Freiburg ein mit AZ 25-1a B 3581-0 bearbeiteter Antrag auf Änderung des Tonträgerabstandes von ehemals 5,5 MHz auf neu 6,5 MHz gestellt und die Anlage nach der Genehmigung am 22.08.1990 umgerüstet.**

Die Praxis belegte schon damals die aus noch detailliert dargelegten physikalischen Gründen entstehende Problematik eines zu geringen Tonträger-Abstandes bei FM-Modulation in der Farbfernsehübertragung.

## Argumentation für den bestehenden TV-Standard.

- **Die Auflagen der RegTP sind unbegründet, es wird gegen keine bestehende Vorschrift oder Bestimmung verstoßen.**

Alle anzuwendenden Regelungen werden beachtet. Für weitergehende Einschränkungen gibt es keine rechtliche Basis. Im übrigen ist diese Regelung einmalig: Vergleichsweise werden für keine andere Betriebsart Details zur Modulation und Bandbreite vorgeschrieben.

- **Empfehlende Regelungen eines Verbandes oder Vereines, national oder international, können m.E. keine erweiternde aber auch keine einschränkende Funktion in Bezug auf gesetzliche Bestimmungen und Auflagen ausüben**, schon gar nicht Nicht-Vereinsmitglieder betreffend. IARU-Empfehlungen sind als solche zu verstehen und können durchaus, wie sich zeigt, fehlerhaft sein. Für allgemeingültige und verbindliche Normen ist auch dieser Vereins-Verband nicht zuständig, dafür fehlt eine von Regierungsstellen ausgesprochene Ermächtigung. Die die Sache betreffende Empfehlung wurde offenbar in kurzer Zeit von Nicht-Fachleuten auf diesem Gebiet beschlossen. **Außerdem können sich solche Vereinsbeschlüsse durchaus beliebig oft ändern.**

Es ist daher keinen Sinn darin finden oder eine rechtliche Basis dafür zu erkennen, daß die Regulierungsbehörde eine solche Empfehlung als behördlichen Erlaß übernimmt bzw. übernehmen kann.

- **Der Hinweis im AfuG auf die Beachtung von internationalen Regelungen und Empfehlungen findet seine Berechtigung vielmehr wohl darin, z.B. Frequenzbänder und Betriebsarten international zu harmonisieren und zu beachten.**
- **Der Bestandsschutz existierender Systeme und Anlagen wird eklatant mißachtet.** Auch unter der Annahme, die neuen Auflagen seien rechtens, kann man nicht auf eine sofortige Umsetzung bestehen. Im Straßenverkehr bleiben beispielsweise Altfahrzeuge noch viele Jahre im Verkehr, auch wenn Vorschriften der StVZO für die Herstellung von Neufahrzeugen bereits nach einer Übergangszeit voll in Kraft ist. Nur in besonderen sicherheitskritischen Fällen wird der Sicherheit Vorrang eingeräumt. Eine nicht eingeräumte angemessene Übergangsfrist in Jahren ist geeignet, den Amateurfunkbetrieb in der Betriebsart ATV hier am Bodensee für unbestimmte Zeit auszuschalten. **Davon betroffen wäre in erster Linie der ATV-Dienst für den Katastrophenschutz im Bodenseekreis.**
- **Die Forderung, den Stand der Technik zu beachten, wird durch diese angebliche Norm konterkariert, eine Rückrüstung würde hier einen Rückschritt aus dem Stand der Technik und der Kompatibilität bedeuten und Experimentier- und Entwicklungsfreiheiten unnötig einschränken.**
- **Es besteht für den Amateurfunk kein Auftrag zur Errichtung eines kompatiblen Rundfunks!**

## Detaillierte Ausführungen zu den Argumenten.

### 1. Standards und Normen.

Kern des Widerspruchs zu den neuen Festlegungen bzw. Auflagen in der Verlängerung der Relais-Betriebsgenehmigung ist die vom DARC über die IARU „erlassene“ Amateur-Fernsehnorm. Sie wird vom Verein DARC als *der neue Standard für ATV* vorgestellt, basierend auf *recommendations* der IARU, beschlossen in Lillehammer 1999.

Um den Sachverhalt zur Gänze darlegen zu können, bedarf es einer Erläuterung der Begriffe und Zusammenhänge.

Für den deutschen Begriff *Norm* (geschichtl. von normal, üblich) gebraucht man international den Begriff *Standard*, welcher mehr und mehr auch im deutschen Sprachgebrauch Einzug hält.

Zur Normenproblematik gibt es eine sehr interessante neuere Arbeit aus den USA, welche die Angelegenheit recht gut beleuchtet. Sinngemäß und für die Angelegenheit entsprechend zusammengefaßt ist dort zu finden (Auszug, übersetzt):

- Ein *Standard* in seiner einfachsten Form ist eine technische Spezifikation, welche eine Kompatibilität von Produkten herstellt und damit den Austausch von Produkten (und Daten) ermöglicht.

Es können zwei Arten von Produkt-Standards klassifiziert werden.

***De facto Standards*** begründen sich rein marktwirtschaftlich. Sie erwachsen mit der Geschichte eines Produktes oder einer Produktgruppe, oftmals von Herstellern und Vorteilsnehmern nicht uneigennützig gesponsert. Um sich nicht wirtschaftlichen Nachteilen ausgesetzt zu sehen, richten sich Produzenten und Firmen nach diesen „Vorgaben“.

Bei *de facto* Standards ist man dem Risiko ausgesetzt, auf Standards zu setzen, die sich schnell ändern oder später wieder verschwinden. Weil Wirtschaftsstrategien und Kräfte von Interessengruppen bei der Schaffung und Veränderung solcher Standards eine dominante Rolle spielen, können *de facto* Standards sich auch benachteiligend auf Gruppen und Betriebe auswirken, die sich nicht mehr den bedrängenden Kräften im Marktkampf erwehren können.

***De facto Standards sind nur auf freiwilliger Basis wie z.B. innerhalb einer Vereinigung per Satzung verpflichtend. Staatlich garantierte Grundrechte bleiben hiervon unberührt.***

***Formal-(de jure) Standards*** helfen Probleme einer kollektiven Aktion zu überwinden und erleichtern die Koordination auf einen Standard.

***Formal-Standards entspringen einer hierarchisch regierenden Struktur mit ermächtigten Institutionen.*** Insbesondere werden *de jure* Standards zur Garantie von Sicherheit (Sicherheitsnormen), Vermeidung von Monopolentwicklungen und zur Wahrung hoheitlicher Aufgaben und Rechte im Sinne der Bürger von staatlichen Institutionen als verbindlich vorgeschrieben. Auch hier machen große Interessengruppen, Kräfte aus Industrie und Wirtschaft, ihren Einfluß geltend, dreht es sich doch immer um kapitale wirtschaftliche Vorteile und Machtausübung. Die Einflußnahme macht auch vor staatlichen Behörden und der Politik nicht halt.

Auch *de jure* Standards haben keinen uneingeschränkten Geltungsbereich, dieser ist in der Regel genau umrissen und klammert z.B. private wie wissenschaftliche Anwendungen etc. per Definition meist aus.

Standards können also durch den Markt oder durch eine formelle Institution generiert sein.

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

**Standards, so vorteilhaft sie für den Markt und die Gesellschaft sind, können sich wegen starker Einflußnahme hemmend auf Technologieentwicklungen auswirken. Der für ein Land und den Markt so notwendige Fortschritt wird ausgebremst, Bürgerinteressen werden übergangen.**

**HIER nun müssen staatliche Kontrollorgane auf dem Boden des Rechts und der Wissenschaft regulierend eingreifen.**

[Ref. 1] [Marc Austin, Helen Milner (Prof. of Political Science at Columbia University, NY), Strategies of European Standardization, 1999, (Die Entwicklung europäischer Fernsehstandards)]

Der DARC versucht nun in dieses Entwicklungssystem lenkend einzugreifen, ohne dazu Autorisation zu besitzen. Ein Verein kann lediglich seinen Mitgliedern über eine veröffentlichte Satzung Verpflichtungen auferlegen, geltende Grundrechte lassen sich aber damit nicht einschränken. Vereinssatzungen können keine Wirksamkeit auf Nichtvereinsmitglieder erlangen. Sie können weder zu nationalem noch zu internationalem allgemeinem Recht erhoben werden. **Eine Vereinsatzung, wie auch Empfehlungen eines Vereines, können m.E. also auch keine höheren Rechte und Gesetze einschränken oder erweitern. Das Amateurfunkgesetz wie auch die Ausführungsbestimmungen sind nicht auf den DARC abgestimmt oder auf diesen beschränkt, sie regeln vielmehr die hierin festgelegten Amateurfunkangelegenheiten für ALLE Amateurfunker, ungeachtet von Vereins-Mitgliedschaften.** Da bei weitem nicht alle lizenzierten Amateurfunker Mitglieder im DARC sind, kann beim DARC auch nicht von einer demokratischen Vertretung aller deutschen Funkamateure die Rede sein, insbesondere da und solange sich der DARC beharrlich weigert, andere Vereine in Entscheidungsfindungen mit den Behörden einzubeziehen.

**Ein Alleinvertretungsanspruch für alle Amateurfunker Deutschlands entbehrt wohl zumindest augenblicklich jeder Rechtsbasis.**

Die IARU als internationaler Amateurfunkverband ist ein Verband, welcher sich aus nationalen Vereinen konstituiert. Aus o.a. Gründen verfaßt die IARU auch lediglich recommendations, welche Empfehlungen gleichbedeutend sind.

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

**2. Modulationsparameter**

Darstellung der wichtigsten technischen Grundlagen zur Fernsehtechnik und der Modulationsparameter nach CCIR, wie sie allgemein und auch im Amateurfernsehen gebräuchlich sind.

- In Europa ist TV mit **625 Zeilen** bei einem Bild-Seitenverhältnis von 4/3 und 50Hz (20ms) Halbbildwechselfrequenz Standard.
- Es wird das **Zeilensprungverfahren oder auch Zwischenzeilenverfahren** angewandt. Es werden 50 Halbbilder mit je 312,5 also insgesamt 625 Zeilen übertragen.
- Für die **Standards B und G der CCIR-Norm** leitet sich mit 625 Zeilen je Vollbild hieraus eine Zeilenwechselfrequenz oder Horizontalfrequenz  $f_h$  ab mit dem Wert  $f_h = 625 \times 25 \text{ Hz} = 312 \frac{1}{2} \times 50 \text{ Hz} = 15625 \text{ Hz}$ .
- Die **Periodendauer** des Zeilenwechsels beträgt  $T_h = H = 1/f_h = 64 \mu\text{s}$ .
- Die **Horizontalaustastdauer**  $t_{a,h}$  beträgt  $12 \pm 0,3 \mu\text{s}$ , entspr. 18,75% der Periodendauer  $T_h$ .
- Die **Vertikalaustastdauer**  $t_{a,v}$  beträgt  $25 \times H + t_{a,h} = 1,612 \text{ ms}$ , entspr. 8% der Periodendauer  $T_v$ .
- Für die **Übertragung des Bildinhaltes** einer Zeile steht die Zeit  $T_h \times (1-0,1875) = 52 \mu\text{s}$  zur Verfügung.
- Von der gesamten, der Periodendauer  $T_w = 2 \times T_v$  zugeordneten Zeilenzahl  $Z$  stehen nur der Anteil  $Z \times (1-0,08) =$   
**575 Zeilen für die Bildinformation** zur Verfügung.
- **Eine Zeile** hat somit, bei dem Seitenverhältnis B/H von 4/3, bei gleicher Auflösung in hor. wie vert. Richtung  
 $4/3 \times 625 \times (1-0,08) =$ **767 Bildpunkte**,  
**ein Bild** folglich  $4/3 \times 625 \times (1-0,08) \times 625 \times (1-0,08) =$ **440833 Bildpunkte**.  
Diese Anzahl von Bildpunkten wird in einer Zeit von  
 $64 \mu\text{s} \times (1-0,1875) \times 625 \times (1-0,08) =$ **29,9ms übertragen**.
- Die **Durchlaufzeit eines Bildpunktes**  $T_{BP}$  ergibt sich daraus zu  $29,9 \text{ ms} / 440833 =$ **0,067  $\mu\text{s}$** .
- Die **höchste Bildfrequenz** tritt auf bei Wechsel zwischen hellen und dunklen Bildpunkten. Die **Periodendauer** diese Bild-Wechsels ist  $T_B = 2 \times T_{BP} =$ **0,135  $\mu\text{s}$** .  
Es genügt, die Grundschiwingung dieses Rechtecksignalverlaufs darzustellen, auch wenn der Hell-Dunkelübergang dadurch eine Verschleifung erfährt.  
**Die höchste vorkommende Bildfrequenz ergibt sich damit zu  $f_{B, \text{max}} = 1/T_B = 7,4 \text{ Mhz}$ .**
- Die vertikale und horizontale Auflösung wird, zur Vermeidung von optischen Schwebungseffekten, in der Vertikalen auf **ca. 2/3, dem Kell-Faktor, reduziert, was zu einer Bandbreite des Video-Signales  $B_{\text{video}} = 5 \text{ Mhz}$  führt. Dieser Wert ist in der CCIR-Norm B, G festgelegt.**
- Allgemein errechnet sich die **maximale Bildfrequenz**  $f_{B, \text{max}}$  bei einem Bildverhältnis B/H von Breite und Höhe des sichtbaren Bildes zu  $f_{B, \text{max}} = 1/4 \times B/H \times Z^2 \times f_v \times (1-t_{a,v}/T_v)/(1-t_{a,h}/T_h)$ .
- Die **Unterbrechung des Bildsignals während des horizontalen und vertikalen Strahlrücklaufes** durch das Austastsignal ergibt sich zu  $t_{a,h} =$ **12  $\mu\text{s}$**  für die Horizontalaustastdauer und zu  $t_{a,v} =$ **1,612 ms** für die Vertikalaustastdauer.
- Dieses Bild und Austastsignal (BA-Signal) wird durch das Synchron-Signal zum BAS-Signal ergänzt  
Nach CCIR B, G beginnt der **Horizontal-Synchronpuls** 1,5  $\mu\text{s}$  nach dem Horizontalaustastpuls und ist **4,7  $\mu\text{s}$  breit**.  
Der **Vertikal-Synchronpuls** fällt in die Vertikal-Austastlücke und ist **160  $\mu\text{s}$  (2,5 H) lang**.

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

- Zur Übertragung eines Farbfernsehsignals wurde es notwendig, kompatibel zum bisherigen monochromen Modulationsverfahren, in das **Leuchtdichtesignal** noch ein **Farbartsignal** einzufügen und gemeinsam zu übertragen. Zur Farbdarstellung werden die Farbtöne in die drei Grundfarben Rot (R), Gelb (G) und Blau (B) und der zugehörigen Leuchtdichte Y aufgelöst. Diese sind als Farbdifferenzsignale R-Y, G-Y und B-Y darstellbar. Zur Bildung eines Farbartsignales genügen zwei von diesen drei Farbdifferenzsignalen. Üblicherweise werden die Signale  $U_{R-Y}$  und  $U_{B-Y}$  verwendet.
- **Wegen der Tatsache, daß das menschliche Auge für farbige Bilddetails ein geringeres Auflösungsvermögen als für Helligkeitsänderungen hat, genügt es, das Helligkeitssignal mit der vollen Bandbreite von z.B. 5 MHz und aber das Farbartsignal ohne Beeinträchtigung der Farbqualität auf etwa 1,3 MHz bandbegrenzt zu übertragen.**
- Im Empfänger wird das nicht übertragene G-Y-Signal aus dem R-Y und dem B-Y-Signal zurückgewonnen. **Dieses Verfahren erfordert Videoverstärkerstufen im R-, G- und B-Kanal mit der vollen Bandbreite von 5 MHz und hoher Linearität. Eine gegenseitige Abweichung des Verstärkungsfaktors führt zu Farbverfälschungen.**
- Die zusätzliche Farbinformation mit **1,3 MHz Bandbreite wird frequenzlückenmultiplex in die Lücken des oberen Spektrums des Luminanzsignals eingefügt.** Hierzu wird sie auf eine sinusförmige Trägerschwingung mit **4,43361875 MHz ( $\pm 5$  Hz nach CCIR)** starr gekoppelt mit der Horizontalfrequenz aufmoduliert. Es wird hierfür eine Doppel-Amplitudenmodulation angewendet. Hierbei wird der Farbträger einmal direkt ( $0^\circ$ ) mit dem B-Y-Signal Zweiseitenband-amplitudenmoduliert (ZSB-AM, A3J), gleichzeitig wird der um  $90^\circ$  phasenversetzte Farbträger mit dem R-Y-Signal ebenso amplitudenmoduliert. Die Amplitude des Modulationsproduktes ist proportional der Amplitude des modulierten Signales, wobei die Phasenlage des Modulationsproduktes ( $0^\circ$  oder  $180^\circ$ ) von der Polarität des momentanen Farbdifferenzwertes bestimmt wird. Durch nachfolgende Addition beider Modulationsprodukte  $F_{R-Y}$  und  $F_{B-Y}$  erhält man als Resultierende die modulierte Farbträgerschwingung = Farbartsignal F. **Das Modulationsprodukt** dieser sogenannten Quadraturmodulation übermitteln mit der Amplitude mit  $F = \sqrt{(F_{B-Y})^2 + (F_{R-Y})^2}$  die Farbsättigung und den Farbton mit dem Phasenwinkel  $\omega_F = \arctan (F_{R-Y} / F_{B-Y})$  in bezug auf die  $0^\circ$ - Phasenlage der B-Y-Komponente.
- **Die Bandbreite der Farbartsmodulation beträgt um den Farbträger nominal  $\pm 1,3$  Mhz. Bei 4,4336...MHz ergibt dies einen Bereich von 3,1336..MHz bis 5,7336..MHz, welcher aber durch die Videobandbreite von 5,0 MHz nicht zur Verfügung steht. Das obere Seitenband wird, wieder aus Kompatibilitätsgründen, um 733,6 kHz abgeschnitten, welches sich aber als unkritisch erwiesen hat.**  
Bei Übertragung einer unbunten (monochromen) Bildvorlage werden die Farbdifferenzsignale und damit auch die Amplitude der modulierten Farbträgerschwingung zu null. Im Schwarz-weißbild können in diesem Fall auch keine Störungen durch Farbträger auftreten.
- Für die **Demodulation des Farbartsignals** wird die Trägerschwingung benötigt. Da diese nicht übertragen wird, muß diese als Referenzträger am Empfangsort restauriert werden. Zur phasenrichtigen Synchronisierung mit dem sendeseitigen Farbträger wird während jeder Zeile innerhalb der Horizontal-Austastlücke ein Bezugssignal übertragen, das **Farbsynchronsignal**, das auch als **Burst** bezeichnet wird. Dieses Signal besteht aus etwa 10 Schwingungszügen des unmodulierten Farbträgers, die dem Synchronimpuls auf der hinteren Schwarzscharter folgen. Während neun Zeilen der Vertikal-Austastlücke im Bereich des Vertikal-Synchronsignals wird der Burst unterdrückt. Beim PAL-Verfahren erfolgt eine zeilenweise Umschaltung (Phase Alternating Line) der Phasenlage. Nach Abtrennung vom Farbartsignal wird aus diesem Farbsynchronsignal in einer Phasenvergleichsschaltung aus einer Abweichung der Phasenlage des erzeugten Referenzträgers von der Phase des Farbsynchronsignals eine Regelspannung gewonnen, die über ein Integrationsglied den Referenzträgerszillator in Frequenz und Phase nachsteuert.

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

- Das mit dem Farbartsignal zusammengefaßte **BAS-Signal** wird als **FBAS-Signal** bezeichnet.
- **Beim terrestrischen Fernseh-Rundfunk wird nach CCIR-Standard B und G das FBAS-Signal mittels Restseitenbandmodulation auf einen hochfrequenten Träger mit der bekannten Videobandbreite von 5,0 MHz moduliert.** Die Modulation des hochfrequenten Bildträgers durch das BAS-Signal erfolgt als negative Amplitudenmodulation, das heißt, hellen Bildstellen entspricht eine niedrige Trägeramplitude und der Synchronpuls ruft maximale Trägeramplitude hervor. Bezogen auf den Synchronspitzenwert mit 100% liegt der Austastwert oder Schwarzwert bei 75% und der Weißwert bei 10% bis 12%. Ein Restträger als Weißwert von 10% ist notwendig wegen des Inter-carrier-Tonträger-Verfahrens im Empfänger. Der Vorteil der Negativmodulation liegt unter anderem in einer günstigen Ausnutzung der Senderleistungsendstufe, weil die Maximalleistung nur kurzzeitig während der Synchronimpulse aufgebracht werden muß, sowie in der periodisch während der Synchronimpulse auftretenden Maximalamplitude des Trägers als Bezugswert für eine automatische Verstärkungsregelung im Empfänger.
- Bei **Restseitenbandmodulationsverfahren** muß bei der Demodulation dafür Sorge getragen werden, daß, durch Anwendung der sogenannten Nyquistflanke, in der Empfängerdurchlaßcharakteristik symmetrisch um die Trägerfrequenz eine Summierung beider Seitenbänder zu einem gleichbleibend hohen Amplitudenwert von 1 (100%) für alle Frequenzen erreicht wird. Die Amplitude des Bildträgers wird dabei auf 50% (6dB) des eigentlichen Wertes abgesenkt. Störimpulse treten außerdem so als weniger störend empfundene dunkle Punkte in Erscheinung.
- **Der Begleitton** wird bei RSB-Modulation durch Frequenzmodulation auf einen Tontäger mit 5,5 MHz Abstand zum Bildträger meist gesondert über eine eigene Sendeendstufe dazugesetzt. Der Frequenzhub beträgt maximal 50 kHz. Das Tonsignal, das im Frequenzbereich von 40 Hz bis 15 kHz übertragen wird, erfährt, zur Absenkung des niederfrequenten Rauschens, eine senderseitige Pre- und eine empfangseitige De-Emphase mit der Zeitkonstante von 50 µs.
- **Der Tonunterträgerabstand** wurde schon in den Anfängen der heutigen Fernsehtechnik ohne Farbsignal festgelegt. **Es liegt in der Natur des Fernsehsignalaufbaues, daß das Farbsignal insbesondere durch das benachbarte Tonsignal selbst leicht gestört werden kann. Störungen im AM-Spektrum des Farbartsignales führen zu nicht-korrigierbaren Phasendifferenz- und Amplitudenfehlern**, welche sich schnell farbverfälschend bemerkbar machen. Die PAL-Schaltung vermeidet nur laufzeitbedingte Farbfehler. **Aus Kompatibilitätsgründen zu den existierenden Schwarz-/ Weißgeräten, welche ja auch bis heute noch die Farbaussendungen empfangen können sollen, wurde der Tonabstand bzw. die Gesamtkonstellation nicht geändert.**
- **Das Verhältnis von Ton- zu Bildträgerleistung wurde daher kompatibel von ursprünglich 1:5 wegen Störungen der Farbfernsehübertragung über 1:10 auf nun 1:20 reduziert**, nachdem Untersuchungen ergaben, daß damit bei einem für ein einwandfreies Bild ausreichenden Signalpegel noch eine ungestörte Tonwiedergabe möglich ist. **Um die Bildqualität so wenig wie möglich durch die Tonsignal-Abstrahlung zu beeinträchtigen, liegt die abgestrahlte Leistung für den Ton heute bei 13 dB oder mehr unter der abgestrahlten Leistung des Bildsenders.**
- Für den **Bildträger** ist eine Zwischenfrequenz von **38,9 MHz**, für den **Tonträger** eine ZF von **33,4 MHz** festgelegt. Die Modulation erscheint hier durch Oszillatormsetzung jeweils gespiegelt auf der unteren Seite.
- Die gesamte **Übertragungsbandbreite** ist für die Ausstrahlung **im Restseitenbandverfahren** auf 7 MHz (VHF) bzw. 8 MHz (UHF) festgelegt.
- Um die bei einfacher Hüllkurven-Demodulation des Restseitenbandsignales im Empfänger nicht zu übersehenden Verzerrungen zu eliminieren (anfänglich benutzt), wird heute im Empfänger ein **Synchrondemodulator** eingesetzt. Der dazu notwendige Hilfsträger wird aus dem RSB-AM-Modulationsprodukt gewonnen. Diese Maßnahme erlaubt gleichzeitig, das Tonsignal weitgehend verzerrungsfrei und unabhängig vom Bildinhalt (insbesondere beim Farbfernsehsignal) zu gewinnen.

## Bildsignalübertragung durch Frequenzmodulation.

- Die **Qualität des Fernsehbildes** wird schon aufgrund der Auflösung und der geringen Bildwechselfrequenz allgemein als nicht mehr genügend und zeitgemäß empfunden. Die Qualität des am Empfangsort wiedergegebenen Fernsehbildes wird entscheidend vom Signal-/Rauschabstand im Bildsignal beeinflusst. Dieses wiederum hängt ab vom Verhältnis der empfangenen Trägerleistung zur Rauschleistung im hochfrequenten Übertragungskanal. Darüber hinaus hat das Verfahren der Trägermodulation einen bedeutenden Einfluß.
- Für ein rauschfrei wiedergegebenes Bild, wofür ein **Video-Signal-/Rauschabstand von 46 dB** (bewertet) zugrunde gelegt wird, muß bei Übertragung durch Restseitenband-Amplitudenmodulation im hochfrequenten Übertragungskanal ein **HF-Signal-/Rauschabstand von etwa 56 dB** vorliegen. Das erfordert eine Trägerspannung von 1 mV am Empfängereingang.
- **Bei Übertragung durch Frequenzmodulation kommt man, je nach Frequenzhub bzw. Modulationsindex, mit wesentlich geringerem HF-Signal-/Rauschabstand aus.** Allerdings ist zu berücksichtigen, daß mit Frequenzmodulation ein breiteres Frequenzband belegt wird. **Bei Frequenzmodulation ist die Bandbreite immer größer als bei der Amplitudenmodulation mit beiden Seitenbändern.**
- Die **Frequenzmodulation** gehört, wie die Phasenmodulation, in die Gruppe **Winkelmodulation**. Im Spektrum der winkelmodulierten Schwingung treten, neben der Trägerschwingung mit der Frequenz  $f_T$ , noch eine theoretisch bis ins unendliche gehende Anzahl von Seitenschwingungen bei den Frequenzen  $f_T \pm n \times f_s$  symmetrisch zu Trägerschwingung auf.
- Abhängig vom Frequenzhub  $\Delta f_T$  beziehungsweise vom Modulationsindex  $M = \Delta f_T / f_{s, \max}$  erhält man die notwendige **Übertragungsbandbreite für Frequenzmodulation entsprechend der als Carson-Regel bekannten Formel zu  $B_{FM} = 2 \times (\Delta f_T + f_{s, \max}) = 2 \times f_{s, \max} \times (M + 1)$ .**
- **Diese Übertragungs-Bandbreite**, nicht zu verwechseln mit der 3dB Bandbreite, **genügt der Feststellung, daß mit Übertragung und Demodulation von 98% der Leistung des ursprünglich erzeugten Modulationsspektrums die resultierende Modulationsverzerrung (Klirrfaktor) 3. Ordnung von  $f_{s, \max}$  nicht über 10% ansteigt. Eine weitere Eingrenzung des Spektrums, durch Filter beispielsweise, erhöht diese Verzerrungen**, entsprechend nehmen die Modulationsverzerrungen bei Berücksichtigung von Spektralanteilen höherer Ordnung ab. Für einen gewünschten Klirrfaktor von kleiner gleich 1% für die höchste Modulationsfrequenz ergibt sich eine höhere notwendige volle (0 dB) Übertragungsbandbreite von  $B_{FM} = 2 \times (\Delta f_T + 2 \times f_{s, \max}) = 2 \times f_{s, \max} \times (M + 2)$ .
- Bei **Tonübertragung** interessiert üblicherweise der Klirrfaktor  $k_3$  bei  $2/3 f_{s, \max}$ . Bei einer Bandbreite nach der Carson-Bedingung wird für diesen  $2/3$  Frequenzbereich ein Klirrfaktor nach 1% maximal eingehalten.
- **Bei der komplexen Zusammensetzung der Fernsehbildmodulation mit dem Farbartsignal im oberen Spektralbereich darf nicht so leichtfertig mit den oberen Spektralanteilen umgegangen werden.** Auf die entstehenden Farbfehler wegen Störeinfluß durch das Tonsignal wurde bereits hingewiesen. **Werden dem Farbartsignal noch Verzerrungen durch Abtrennen von Spektralanteilen wegen Bandbegrenzung zugefügt, tritt dies als weitere Fehler in Erscheinung.** Darauf wird später noch einmal eingegangen.
- Wurde bisher nur die symmetrische Begrenzung betrachtet, ist die **unsymmetrische Bandbegrenzung** doch von besonderer Wichtigkeit. Bei einer unsymmetrischen Bandbegrenzung entstehen die stärker in Erscheinung tretenden Signalverzerrungen 2. Ordnung, welche deshalb trotz gleicher Bandbreite **zu vermeiden** ist.

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

- **Ein Modulationsindex deutlich kleiner als 1 macht keinen Sinn, da die Spektrumbreite in keinem Fall unter  $2 \times f_{s,max}$  fallen kann. Es wird lediglich der Nutz-Signal-/Stör-Signalabstand immer schlechter, die Signalinformation steckt immer mehr nur im Träger, die Seitenbänderpegel werden immer kleiner.** Dagegen wird die Amplitude der Trägerschwingung bei einem Modulationsindex von etwa 2,4 zu null.
- **Die Bandbreite kann nicht wie bei Amplitudenmodulation durch Entfernen eines Seitenbandes reduziert werden, bei Frequenzmodulation werden beide Seitenbänder benötigt.** Erst durch den Inhalt beider phasen-unterschiedlicher Seitenbänder, zusammen mit dem Träger und seiner Amplitude, kann die Nachricht bei der Demodulation wieder restauriert werden.
- Bei der Betrachtung der Amplituden- bzw. Leistungsdichte eines Signalspektrums zeigt sich, daß die höheren Frequenzanteile durchwegs mit geringerer Amplitude gegenüber den tieferfrequenten Spektralkomponenten auftreten. Diese unterliegen somit auf dem Übertragungswege einem höheren Störeinfluß. Außerdem steigt bei FM die Störleistungsdichte nach der Demodulation mit dem Quadrat der Signalfrequenz an. Um diese Eigenheiten zu kompensieren, überträgt man das Signal ab einer Grenzfrequenz mit einem bei zunehmender Signalfrequenz ansteigendem Frequenzhub. Unterhalb dieser Grenzfrequenz werden die Signalamplituden abgesenkt. Zur Gewährleistung eines insgesamt linearen Frequenzganges bei der Signalübertragung wird diese **Preemphasis** im Empfänger entsprechend wieder durch eine gleichwertige Absenkung nach dem Demodulationsvorgang korrigiert (**Deemphasis**).
- **Im Ergebnis wird der Modulationsindex nach einer vorgegebenen Kennlinie angehoben und unterhalb des Punktes der neutralen Frequenz von 1,5 MHz abgesenkt. Das auf dem Übertragungswege und bei der Demodulation dem Nutzsignal hinzugesetzte Rauschen wird dadurch sehr effizient abgesenkt, das Signal / Rauschverhältnis erheblich verbessert.** Die Charakteristika der Pre- und Deemphasis für den Fernsehrundfunk sind in der **CCIR-Empfehlung 405-1** festgelegt. Die Funktion wird auf folgende Weise für das 625-Zeilen-Fernsehen dargestellt: Der rel. Pegel des Signales [dB] =  $10 \times \log [(1 + 10,21 \times f^2) / (1 + 0,4083 \times f^2)] - 11$ .
- **Durch die sendeseitige Anhebung des Pegels der höheren Modulationsfrequenzen wird mit dem höheren Hub für diese Frequenzen auch die Übertragungsbandbreite erhöht.**
- **Für ein typisches FM-TV-Signal mit einer Videobandbreite von 5,0 MHz und einem Hub von 6,75 MHz bei einer Signalfrequenz von 1,5 MHz errechnet sich z.B. ohne Preemphasis eine Übertragungsbandbreite von 23,5 MHz, mit Preemphasis nach CCIR 405-1 eine Übertragungsbandbreite von 28,19 MHz nach der CARSSON-Regel und sogar 30,0 MHz, bei Anwendung der genaueren Rechnung mit der 98%-Leistungsformel.**
- Bei der standardisierten Bildübertragung liegt ausgerechnet in diesem angehobenen Bereich die schon beschriebene störempfindliche Farbartmodulation. Das in die Lücken des Luminanzsignales eingesetzte quadraturmodulierte AM-Signal wird hier gemeinsam nochmals frequenzmoduliert. Verzerrungen (Klirr) bei FM-Modulation/ Demodulation verursachen **nicht mehr korrigierbare sichtbare Farbsignalfehler.**
- **Bei der Fernsehbildübertragung in FM, das ganze FBAS-Signal wird frequenzmoduliert auf einen hochfrequenten sinusförmigen Träger aufgebracht, erzeugt im wesentlichen das Farbartsignal neben dem reinen Luminanzsignal die oberen Spektralanteile.**  
**Reagierte dieses Signal schon empfindlich auf Störungen durch den dicht daneben liegenden modulierten Tonträger, so zeigt sich das FM-TV-Signal noch empfindlicher, da hier die Spektralanteile des Luminanzsignales und aber besonders des Chrominanzsignales verschachtelt die Bandbegrenzung bestimmen.**

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

Aus Gründen der Frequenzökonomie konnte deshalb **in der terrestrischen Endübertragung** von Fernsehaussendungen in den VHF und UHF- Frequenzbändern die **Frequenzmodulation nicht eingeführt** werden.

- Bei der Übertragung von Fernsehsignalen **im Verteilnetz der Fernsehanstalten** bzw. der Telekom über terrestrische Richtfunkstrecken im Mikrowellenbereich, wurde jedoch **von Anfang an schon die Frequenzmodulation** gewählt, um eine hohe Qualität der übertragenen Fernsehsignale zu gewährleisten.
- **Für diese Aussendungen wurden von der CCIR, dem Comité Consultatif International des Radiotélécommunications, Festlegungen für die Sendung und den Empfang von Fernsehsignalen für TV-Analog-Relais-Systeme in Form von Empfehlungen getroffen.**

Zu nennen sind hier besonders die

- **CCIR-recommendation 276-2**, die für eine **frequenzmodulierte TV-Aussendung** ohne Preemphasis einen **Spitze-Spitze-Hub von 8 MHz**, bezogen auf die nominale Spitze-Spitze-Amplitude des Video-Signales nach **CCIR-recommendation 567**, empfiehlt, sowie auf die
- **CCIR-recommendation 402-2**, die für den Tonübertragung einen **Tonunterträger von 7,5 MHz** mit einem Gesamthub von 140 kHz bei einer Preemphasis von 50  $\mu$ s empfiehlt.
- **Die CCIR-recommendation 405-1** schließlich nennt die Details für die **empfohlene Pre- und Deemphasis** eines frequenzmodulierten Fernsehsignales bei Hinweis auf einen 8 MHz Hub nach **CCIR-rec. 276-2**.
- **Das sehr schmale FM-Tonsignal erscheint nun innerhalb dieses Übertragungsbandes! Der bisher angewandte Tonunterträgerabstand von 5,5 MHz ist für ein gutes Fernsehbild nicht mehr haltbar, der Tonträger muß auf einen größeren Abstand gesetzt werden!**

Mit Aufbau des DBS, dem direkten Übertragungssystem für Rundfunk und Fernsehen via Satelliten, änderte sich dies. Hier war es im Mikrowellenbereich möglich, mit höheren Bandbreiten zu arbeiten.

- **ASTRA, eines der bekanntesten DBS-Unternehmer, versuchte anfangs ihre TV-Aussendung mit dem ersten Tonunterträger von 5,5 MHz, dem Relikt aus der terrestrischen amplitudenmodulierten Fernsehbildübertragung, um die sehr wertvollen Frequenzen maximal zu nutzen.**
- **Wegen oben geschilderter physikalischer Probleme betreibt man jedoch den ersten Tonunterträger nun auf 6,5 MHz.** Die nominelle Kanalbandbreite liegt bei 27 MHz, der Hub des Bildsignales bei 13,5 MHz<sub>SS</sub>. Die **Preemphasis** ist bei allen TV-Satelliten nach rec. **CCIR-405-1** festgelegt.

## **EUTELSAT Festlegungen für die Direkt-TV-Übertragung mit 625 Zeilen**

im technischen Handbuch

**EUTELSAT, *Recommended Transmission Parameters For Broadcasters/Operators of Direct-to-Home FM TV Services, Version 1.1 February 25, 1998***

- Videobandbreite von 5,0 MHz für System B, G, und H
- Videokanalebenheit von  $\pm 0,2$  dB bis 4,8 MHz
- Preemphasis nach CCIR 405-1
- Tonunterträgerfrequenz von 6,60 MHz  $\pm$  5 kHz, 7,02 MHz + (n-1) x 0,18 MHz
- Audiobandbreite von 40 Hz bis 15 kHz
- Audio-pre-/deemphasis von 50  $\mu$ s
- Tonunterträgerhub von 170 kHz<sub>SS</sub> ( $\pm$  85 kHz) bei der Preemph. Crossover-Frequenz von 1,42 kHz
- Unterträger-Bandbreite von 200 kHz im composite baseband Signal n. Carson's Regel  $\pm$  0,2 dB
- Modulationsindex für den nicht komprimierten Tonunterträger von 0,26
- Videohub 16 Mhz<sub>SS</sub> ( $\pm$  8 MHz) für Schmalbandübertragung, sonst 22 MHz<sub>SS</sub> ( $\pm$  11 MHz)
- nominale Kanalbandbreite von 27 MHz für Schmalbandübertragung, sonst 33 MHz bzw. 36 MHz

**Bei den entsprechenden ASTRA-Übertragungen werden 6,5 MHz für den 1. Tonunterträger eingesetzt.**

Mehr und mehr werden jedoch die Frequenzen 7.02 MHz für Mono Tonübertragung bzw. 7.02 MHz und 7.20 MHz für Stereo-Ton standardmäßig benutzt.

**Andere kommerzielle Videosender arbeiten ebenfalls nach diesem Standard.** Bei hochqualitativem Einsatz für Behörden, Militär und Industrie werden oft auch größere Videobandbreiten bei entsprechend größerem Tonträgerabstand benutzt.

Jedermann-Geräte besserer Qualität für genehmigungsfreien Einsatz für Farbbildübertragung, wie sie beispielsweise auch bei der Fa. Conrad Elektronik vertrieben werden, spezifizieren ebenfalls den **Tonunterträger auf 6,5 Mhz**. Diese werden als fertige Module meist in einer Einheit zusammen mit einer einfachen Kamera angeboten.

### 3. Berechnung und Simulation des Videospektrums

Um die nur vermeintlich einfachen Zusammenhänge und Ergebnisse bei der FM-Modulation für Fernsehsignale übersehen zu können, wurde in Gemeinschaftsarbeit (Stefan Tibus, DG2GTS und Arnold Tibus, DK2WT) an einem Programm zur Darstellung des vereinfachten Modulationsspektrums eines Fernsehsignales gearbeitet. Mit Hilfe dieses Zusatzprogrammes lassen sich die komplexen Ergebnisse einer FM-Videomodulation anschaulich machen. Es zeigt sich in der graphischen Darstellung überdeutlich, daß eine FM-TV-Übertragung in der Tat eine wesentlich größere Bandbreite beansprucht, als gemeinhin angenommen wird. **Die angeführten Berechnungen von Prof. Dr. Mäusl und anderer werden bestätigt.**

So belegt hier das Videosignal mit dem Farbsignal zusammen sichtbar einen **Bereich weit über den Tonträger mit seinen Seitenbändern hinaus. Die Position des Tonunterträgers mit seinen Seitenbändern beeinflusst die Bandbreite des gesamten Signales nicht.** Es haben noch weitere Tonunterträger Platz.

Dieses Berechnungs- und Visualisierungsprogramm steht in Form eines Unterprogramms von „MATLAB®“ als „FM\_VIDEO“ zur Verfügung. Zur Benutzung wird allerdings das z.B. in Universitäten gerne eingesetzte und leider nicht billige Simulationspaket „MATLAB®“ benötigt und als vorhanden vorausgesetzt.

**Die Simulation eines üblichen Fernsehsignales wie es bei ASTRA oder EUTELSAT übertragen wird, ergibt nachvollziehbar eine 3dB Bandbreite von ca. 30 Mhz,** bei einer Videobandbreite von 5 MHz und 6,75 MHz Hub sowie einer Filterung, die einen Klirrgrad von unter 10% hervorruft.

**Bei einer Filterung auf eine 3 dB Bandbreite von 27 MHz sinkt die Übertragung auf ca. 96% des Spektrums,** das heißt, der Klirrfaktor für die hohen Frequenzanteile wird bereits auf über 10% angehoben. Der Modulationsindex liegt hier bei  $m = 1,35$ .

**Überträgt man die Situation auf ein Amateurfernseh-Signal mit reduziertem Hub von 3,5 Mhz,** bei gleicher Filterung und schon etwas erhöhtem Klirrfaktor entsprechend 96% Übertragung der Leistung des Spektrums,

**so ergibt die Berechnung eine Übertragungsbreite, bei 0dB Absenkung, von 16,6 Mhz.**

Dies läßt, bei Einsatz eines guten Filters, eine **-40 dBc-Bandbreite von 20 MHz realistisch** erscheinen!

Um im 1240 Mhz-Band die zugelassenen 18 MHz Übertragungsbandbreite zu realisieren, muß nun entweder eine höhere Bildsignalverzerrung zugelassen werden, oder aber der Videohub muß weiter reduziert werden.

**Achtung: Berechnungen nach Faustformeln für FM-Übertragungsbreiten berücksichtigen nicht die stark bandbreitenanhebende Wirkung der Preemphasis in der Fernsehmodulation!**

**Die alte und noch gültige gesetzliche Festlegung für die FM-ATV-Anwendungen erweist sich also als realitätsnah und wurde offensichtlich von Fachleuten vorgenommen.**

Die neuen Forderungen mit geringeren Bandbreiten und Angaben des DARC von -60 dBc sind unrealistisch. Müßten diese eingehalten werden, ergäbe dies keine Übertragung nach dem Stand der Technik, mit Bildqualitäten, die sich nur mit den niedrig aufgelösten Bildern alter PC-Standards (CGA) vergleichen lassen.

Es zeigt sich in der Berechnung und Simulation, daß der **Tonunterträgerabstand erst bei ausgesprochen miserablen Bildqualitäten an die Übertragungsbandgrenze rutscht.**

**Es gibt also keine technische Argumentation für einen zwingenden Tonunterträger-Abstand von 5,5 MHz, ein Abstand von 6,5 MHz ist immer ausreichend, um innerhalb der Bildmodulationsbreite zu bleiben.**

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Dies vorangegangene Darstellung gibt den aktuellen Stand der Technik wieder, wie er zig-millionenfach wohl noch einige Zeit in Anwendung bleiben wird. Neue Techniken sind erst in der Entwicklung und müssen sich später erst noch im rauen Alltag bewähren und durchsetzen.

Auch wenn dies in der Öffentlichkeit nicht so sehr bekannt ist, in der Industrie wird seit vielen Jahren fieberhaft an neuen Techniken entwickelt und gearbeitet. Es liegen mehrere Konzepte für hochauflösende Bildübertragung und Digitalfernsehen in der Schublade. Weil aber der technische Aufwand abermals größer wird und keine Kompatibilität zum jetzigen Standard mehr gegeben ist, fehlt es vielfach in der Bevölkerung nicht nur an der Einsicht für die Notwendigkeit neuer Techniken, auch die Kostenfrage (komplette Neuanschaffung der Systeme auf der Sendeseite und in 3-stelligen Millionenzahl auf der Empfangsseite) ist ein großer Hemmschuh. Weiterhin tobt im Hintergrund ein unglaublicher Wirtschaftsmachtkampf.

Systeme wie z.B. D2-MAC sind daher wieder verschwunden. Wann sich welche Technik durchgesetzt haben wird, entscheidet der Markt vielleicht in 5 oder 10 Jahren oder später. Auf jeden Fall wird es ein paar Jahre Übergangszeit geben müssen.

Für den Amateurfunk sieht es entsprechend aus. **Die Fernsehtechnik ist allgemein, wie aus der sehr stark gerafften Übersichtsdarstellung schon erkennbar, wesentlich anspruchsvoller und komplexer als die Sprach- und gewöhnliche Datenübertragung.**

Ist eine Übertragung von Sprache in Form von Lauten oder Zeichen etwa als zweidimensional betrachtbar, so ist die Bildübertragung wegen der vielfachen gleichzeitig auftretenden Informationen wie Helligkeit, Farbe, Räumlichkeit etc. durchaus als mehrdimensional anzusehen. Hinzu kommt dann noch die Tonübertragung, die wegen der Frequenz- und Geräteökonomie möglichst noch in den Übertragungsbereich der Bildinformation eingesetzt sein sollte.

Schon bei der heutigen Technik zur Übertragung von Ton und Schriftzeichen ist es kaum ökonomisch und zeitlich verwirklicht, Geräte als Amateurfunker gänzlich selbst zu entwickeln und zu bauen. Dies bleibt ein paar Spezialisten vorbehalten.

Bei einfachen Modulationsarten, wie z.B. bei der Telegraphie, sah dies noch anders aus. Man mußte sich nicht unbedingt Ingenieurwissen aneignen bzw. entsprechende Technik studiert zu haben. Schon die Bildübertragung nach dem Stand der Technik wie oben dargestellt, erfordert wesentlich mehr Wissen und Können.

Bis noch in die 70er Jahre wurden daher Genehmigungen zur Errichtung von Bildübertragungsanlagen (Amateur-Fernsehen) nur auf besonderen Antrag von den Behörden ausgestellt. Es ist auch leicht einzusehen, daß der weitgehende Neubau von Fernsehübertragungssystemen nur von sehr versierten Fachleuten und Amateuren bewerkstelligt werden kann.

Auslegung und Entwicklung, und nicht einfach nur Nachbau, gelingt nur wenigen dazu dann ausgebildeten Fachleuten. Dies ist selbst im Berufsbild eines Radio- und Fernsehtechnikers des Handwerks (neu IT-Techniker) nicht enthalten.

**Es liegt also auf der Hand, daß man im Amateurfunk für Aufbau und Versuchen zur Fernsehübertragung sich an wesentlichen komplexen Komponenten aus industrieller Entwicklung orientiert und weiterverwendet.**

Anders als für die Sprachübertragung auf Kurzwelle, VHF und UHF bedienen sich hier die Amateurfunker praktisch noch keiner Fertiggeräte.

Es ist diesen also in keinsten Weise, wie leider seitens Referatsleiter des DARC geschehen, ein Vorwurf daraus zu ent-

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

wickeln, daß z.B. teilweise fertige Komponenten wie Converter, Tuner, Kameras, Monitore, Recorder etc. in ihr System mit eingebaut werden, dies schmälert immer noch nicht die höhere technische Leistung zum Aufbau einer kompletten Fernsehanlage oder gar eines Fernsehumsetzers (ATV-Relais).

Es bleiben immer noch genügend Geräte wie Sender, Antennenanlage etc. etc. zu entwickeln und zu bauen sowie die Inbetriebnahme der ganzen Anlage.

**Der Meßgeräte- und Testmittelaufwand ist für die Fernsehtechnik wesentlich größer als für den Betrieb einer womöglich fertig gekauften SSB- oder FM-Station. Nur durch konsequentes Einhalten des technischen Standards kann man diesen Aufwand überschaubar halten. Die Ökonomie zwingt meistens zur leihweisen Benutzung aus industriellen Quellen.**

Die heutige Entwicklung auf dem Telekommunikationssektor zwingt Anwender immer weiter in höhere Frequenzbereiche. Dort hat sich, wie schon ausführlich dargestellt, das FM-Verfahren nicht nur für die kommerziellen TV-Relaisstellen und Richtfunkstrecken, sondern auch für den Fernseh-Direktempfang per Satelliten als Standard etabliert. In den höheren für den Amateurfunkdienst zugeteilten Bändern wurde dieser Standard unverbindlich übernommen.

Im Bodenseebecken mit den Anrainerstaaten Deutschland, Österreich und die Schweiz wurden, unter wesentlicher Mitwirkung von professionellen Fachleuten, diverse Amateur-Fernsehumssetzer unter Nutzung der geschilderten Techniken errichtet. **Diese Relaisstellen benutzen in allen 3 Ländern den Tonträgerabstand von 6,5 MHz, was insgesamt vielen ATV-Amateuren einen eingespielten reibungslosen Betrieb über die Grenzen hinweg gestattet. Das Relais auf dem Gehrenberg DB0GY benutzte übrigens in den ersten Jahren den 5,5 MHz Tonträgerabstand, mit schlechtem Erfolg. Wie auch bei den ASTRA-Satelliten mußte, wegen der nicht zu beherrschenden Farbstörungen bei ordentlichem Bild und kompatibler Modulation, der Tonunterträger endlich auf 6,5 MHz gelegt werden.**

Besondere Erwähnung verdient außerdem, daß mit Hilfe dieser Technik sich über die vergangenen Jahrzehnte hinweg ein System im Bodenseekreis entwickelt hat, das wohl seinesgleichen sucht. **Drei Ortsverbände aus diesem Landkreis haben, in Zusammenarbeit mit den Behörden, für den Katastrophenfall ein Hilfssystem mit einer voll ausgestatteten Zentrale in einem eigenen besonderen Raum im Landratsamt Bodenseekreis in Friedrichshafen eingerichtet, völlig in Eigenleistung aber mit Koordination und Unterstützung des Innenministeriums Baden-Württemberg.** Das ATV-Relais Gehrenberg mit bekanntem Standard ist hier zur Bildübertragung vom Katastrophenort fest eingebunden. Das System hat sich bereits bei mehreren groß angelegten Katastrophenübungen des Landkreises bewährt und wurde von offizieller Seite als herausragend beurteilt.

**Würde man nun einer aus klaren Gründen als unsinnig und unzulässig erkennbaren Forderung nachgeben, würde ein zulässiges korrektes und dem Gemeinwohle dienendes System mit weittragenden Folgen lebendig begraben. Der ganze ATV-Betrieb würde sofort stillgelegt, eine Wiederaufnahme vielleicht erst nach Jahren, schon wegen der Arbeit, Umbauten und der zu tätigen Investitionen, mehr als fraglich.**

An der erfolgreichen Entwicklung neuer Bewegtbild-Übertragungssysteme arbeiten ganze Ingenieursstäbe in der Industrie, dies bleibt Spezialisten vorenthalten. Von einer erfolgreichen Entwicklung oder gar Einführung im Amateurfunkbereich wird man noch lange nicht reden können.

Ebenso muß man die Möglichkeiten zur Schaffung neuer und vom allgemeinen Standard abweichender Normen, die allgemein vorgeschrieben werden können und sollen, realistisch betrachten. Hierzu wäre nicht nur ein Stab von in dieser Technik speziell ausgebildeten und sehr erfahrenen Ingenieuren notwendig.

## (A) TV-TECHNISCHE FAKTEN

Solch eine Aufgabe verschlingt unzählige Arbeitsstunden. **Ein Verein ist außerdem auch gar nicht autorisiert, Normen zu erstellen, die Allgemeingültigkeit erlangen können.** Diese Problematik wurde bereits dargestellt.

**Amateurfernsehen ist ein hochtechnischer Zweig des Amateurfunkdienstes, welcher sich immer experimentell auf dem Boden der gültigen physikalischen Gesetze unter Nutzung gegebener technischer Möglichkeiten fortentwickelt.**

Aufgrund der in Amateurkreisen fehlenden Möglichkeiten zur Entwicklung hochintegrierter komplexer Spezial-Bausteine und Schaltkreise, die schon jetzt für modernste und auch zukünftige Entwicklungen auf diesem Gebiet notwendig sind, ist eine Abkopplung von der Entwicklung der Industrie und dem allgemeinen Standard kaum wahrscheinlich.

Nur in Großserien gefertigte Bausteine, Module und ganze Geräte können so preiswert wie gewohnt sein. Dies ist ein Grund, warum nicht nur in Amateurfunkkreisen die genaugenommen hochwertigen SAT-Tuner aus dem Baumarkt so beliebt als Anlagenkomponenten eingesetzt werden.

Nur beispielsweise sei, unbestritten der prominenteste Vertreter moderner Technik auch im Amateurfunk, der Kommunikations-Satellitenbau genannt. An diesem Beispiel läßt sich besonders anschaulich zeigen, daß es ohne kommerzielle Anleihen nicht mehr geht. Raumfahrttaugliche Solarpaneele, Kraftstofftanks, Antriebsmotore, Stabilisationskreisel etc. etc. sind nicht von Amateuren zu entwickeln. Vom Transport und alles was noch dazu gehört garnicht zu reden. Man muß sich an Entwicklungsstandards halten und freut sich über jedes Geschenk riesig.

**Wurde im Rahmen der gültigen Amateurfunkgesetzgebung die Übertragungsqualität der ATV-Aussendungen, gegenüber dem allgemeinen CCIR- und Industrie-Standard mit 27-33 MHz, schon auf maximal ca. 20 MHz beschnitten, so muß noch ein Bewegungsraum für freie Modifikationen bei ATV-Übertragungen bleiben.** Auch hier wird der freie Markt der Kommunikation der Funkamateure untereinander selbst dann einen gemeinsamen Nenner finden, dies muß nicht hart gesteuert oder gar vorgeschrieben werden. Die Menschen, die einen Betrieb mit fertigen Geräten und Wettbewerbsbetriebsarten bevorzugen, werden ihren Standard schnell selbst bilden, die Techniker und Entwickler werden sich mit Veränderungen und freien Entwicklungen versuchen.

**Es muß daher gefordert werden, für ATV-Relais im besonderen und für den ATV-Betrieb im allgemeinen, den ganzen vorgesehen Frequenzbereich gemäß Amateurfunkgesetz und gültigen gesetzlichen Verordnungen freizugeben und die Ausübung dieser TV-Technik nach dem allgemeinen Stand der Technik, unter Berücksichtigung der geschilderten Besonderheiten des Amateur-Fernseh- und Experimentalbetriebes wie dargestellt, zu gestatten.**

**Es können Forderungen eines Vereines, hier der DARC, nach Durchsetzung einer eigenen aber für alle Amateurfunker zwingend zu beachtenden *Normung*, so nicht unterstützt werden. Die Forderung nach Veränderung der bestehenden Anlage(n), insbesondere der Veränderung des Tonträgerabstands, müssen uneingeschränkt zurückgenommen werden.**

### **Referenzliteratur:**

- Marc Austin, Helen Milner (Prof. of Political Science at Columbia University, NY),  
Strategies of European Standardization, 1999.
- EUTELSAT, Recommended Transmission Parameters For Broadcasters/Operators  
of Direct-to-Home FM TV Services Version 1.1 February 25, 1998.
- Prof. Dr. Ing. B. Liesenkötter, 12 GHz-Satelliten-Empfang, 4. Auflage.
- Prof. Dr. Rudolf Mäusl, Fernsehtechnik, 2. Auflage.
- Prof. Dr. Rudolf Mäusl, Analoge Modulationsverfahren, 2. Auflage.
- Prof. Dr. Rudolf Mäusl, Digitale Modulationsverfahren, 4. Auflage.
- Erich Stadler, Modulationsverfahren analog und digital, 8. Auflage.
- Ernst Prokott, Modulation und Demodulation, 1975
- Otto Liemann, Fernsehtechnik
- Europa Lehrmittel, Fachkunde Radio-, Fernseh-, und Informationselektronik, 4.A.  
CCIR-Empfehlungen 276-2, 402-2, 405-1, 567 und CCIR Standard B, G  
Katalog Conrad mit Fernsehsendemodulen mit 6,5 MHz Tonträgerabstand, 2001  
Ergebnisse und Ausdrücke zu den Berechnungen mit dem Programm FM\_Video  
versch. internat. Univ.- und FH-Vorlesungsskripte und andere Quellen.

Arnold Tibus, DK2WT