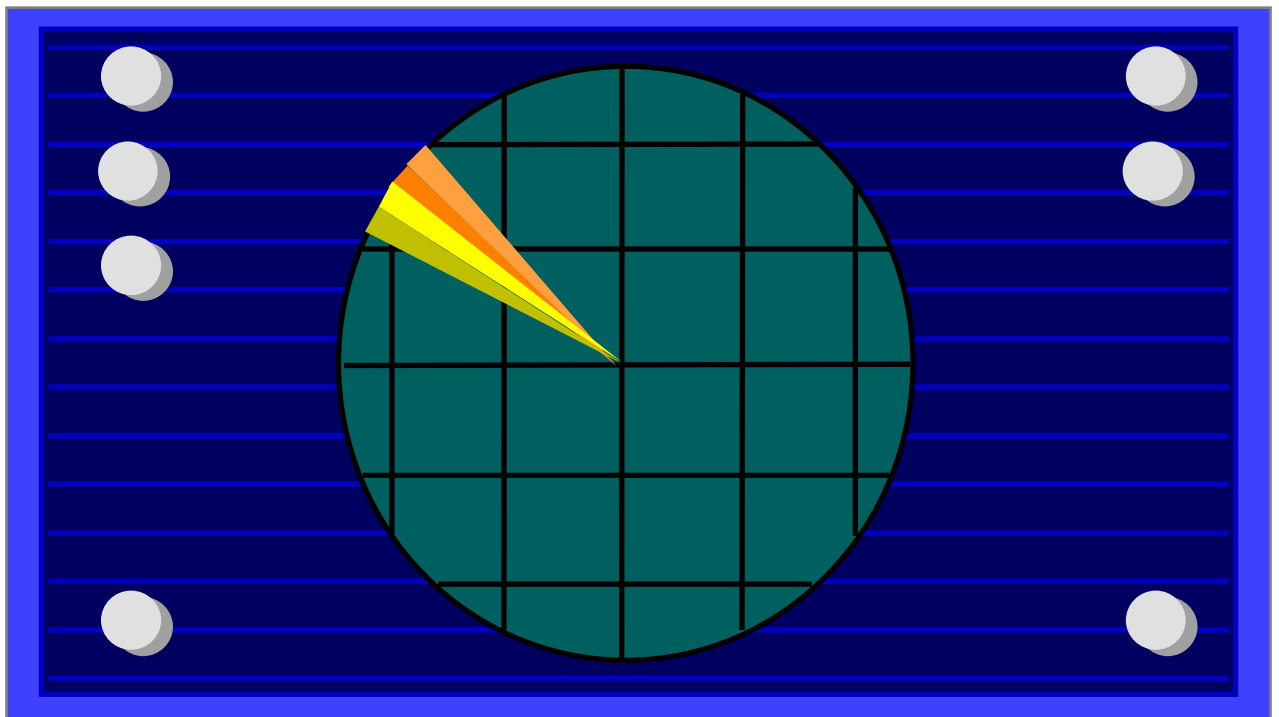


Slow scan television



S S T V

*Ein Bildübertragungsverfahren in
einem Telefoniekanal*

Klaus Dieter Koch

SSTV-Schmalbandfernsehen



SSTV Geschichte

SSTV (slow scan television = Fernsehen mit langsamer Abtastung) hat seinen Ursprung in einer für den Amateurfunk historischen Aufsatzfolge von Cophorne Macdonald (WA 2 BCW, WA Ø NLQ, W Ø ORX) in den Heften 8 und 9/1958 der amerikanischen Amateurfunkzeitschrift QST der ARRL. In dieser Arbeit mit dem Titel „A new narrowband image transmission system“ (Ein neues Schmalband Bildübertragungssystem) wurden die grundlegenden Ideen zur heutigen Betriebsart SSTV entwickelt, die darin bestanden, Bilder in einem

3 kHz breiten Telefoniekanal zu übertragen und auf dem Schirm einer nachleuchtenden Katodenstrahlröhre zu projizieren.

Natürlich sind inzwischen eine Reihe von Änderungen in Norm und Technologie erfolgt, doch ist die grundlegende Idee von Macdonald erhalten geblieben.

Macdonalds Arbeit ist um so höher einzuschätzen als SSTV eine völlig eigenständige Entwicklung innerhalb des Amateurfunks ist, bei der nicht kommerzielle Vorarbeit Pate gestanden hat, die aus finanzkräftigen Entwicklungslabors stammt. Macdonald war dem damaligen allgemeinen Entwicklungsstand der AFU-Elektronik weit voraus, zumal SSTV erst 10 Jahre nach seiner ersten Veröffentlichung zu diesem Thema von der FCC (US-Lizenzbehörde) in den USA auf den KW-Bändern für den Amateurfunk zugelassen wurde.

Erste drahtlose SSTV-Übertragungsversuche wurden von Macdonald im 11-Meter Band durchgeführt, weil die FCC entsprechende Sendungen auf den AFU-KW-Bändern nicht zuließ, da sie den neuen Ideen keine weiterreichende Bedeutung gab. Bei der heutigen Situation auf den CB-Frequenzen wären solche Tests praktisch unmöglich.

Eine zeitlich begrenzte Sondergenehmigung erlaubte 1960 erste Versuchssendungen im 10-m-Band, bei denen von G3AST erstmals SSTV-Bilder über den Atlantik empfangen wurden. Weit populärer aber wurde SSTV durch eine weitere Sondergenehmigung 1966, die amerikanischen Funkamateuren der Mc Murdo-Station in der Arktis erteilt wurde. Sie tauschten ausgezeichnete Bilder mit den USA aus, die damals durch alle AFU-Fachzeitschriften der Welt gingen und großes Aufsehen besonders bei den technisch interessierten Funkamateuren auslösten.

In der Bundesrepublik Deutschland sind die ersten SSTV-Sondergenehmigungen 1972 auf Antrag erteilt worden. Vorher hatte sich noch niemand an diese damals fast unbekannte Betriebsart herangewagt.

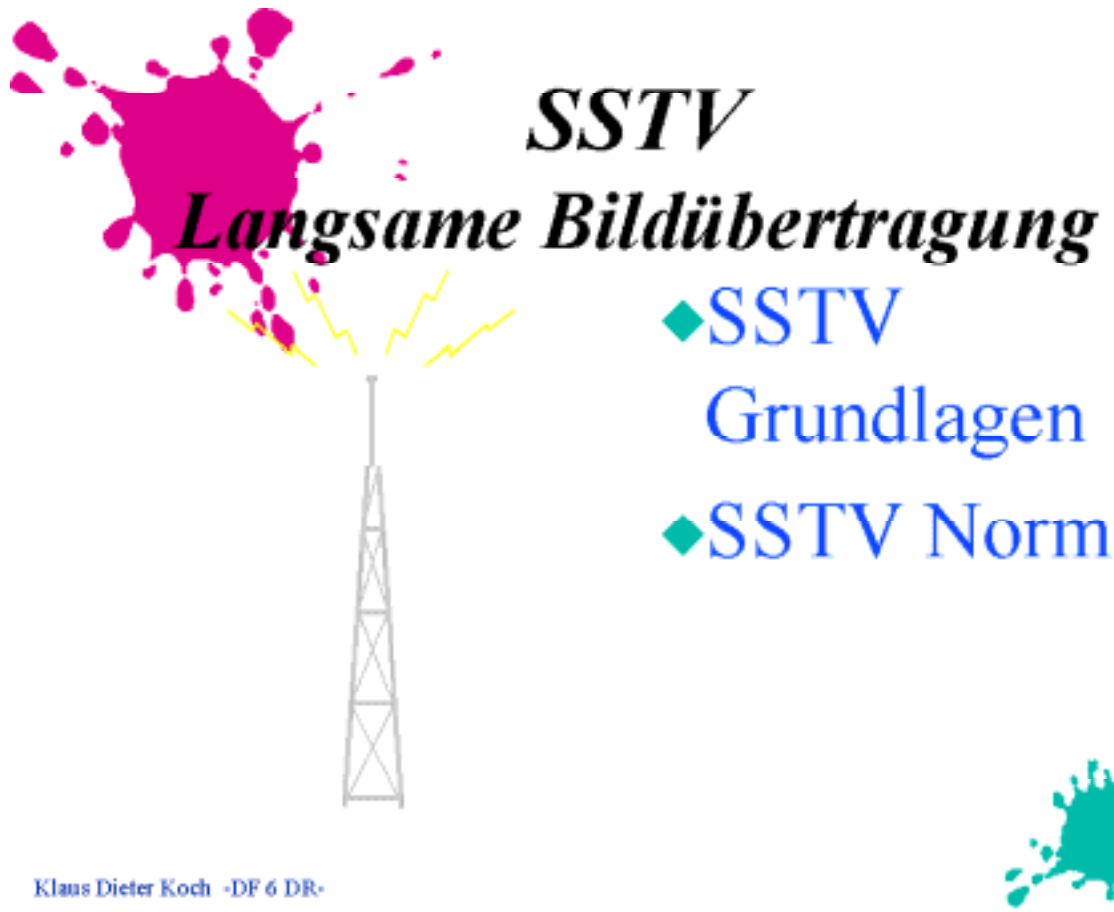
Erste SSTV-Signale wurden in Deutschland von Siegbert Busch, (DJØCN), einem Deutschamerikaner ausgestrahlt, der mit seiner Aktivität weitere Versuche von deutschen Amateuren initiierte.

Nach diesem Beginn folgte aber bald eine Serie von Aufsätzen zum Thema SSTV im cq-DL, zumal die AFU-Elektronik vor allem auch durch RTTY viel Freunde gefunden hatte, die sich auch an der neuen Betriebsart SSTV versuchen wollten.

Zunächst wurden alle Empfangsgeräte mit Nachleuchtröhren gebaut, wodurch vor allem Radar-Surplus-Röhren zu verspäteten Ehren kamen. Der beim Empfang notwendige abgedunkelte Raum war allerdings von Nachteil, außerdem änderte sich die Bildhelligkeit während des Durchlaufs.

Fast parallel erschienen 1975 zwei SSTV-Empfangsgeräte nach einem völlig neuen Prinzip, mit dem SSTV-Bilder auf dem Bildschirm eines herkömmlichen Fernsehgeräts dargestellt werden können. Das eine war eine Entwicklung der amerikanischen Firma Robot und das andere eine von Volker Wraase, DL2RZ, der sich in den letzten Jahren durch viele weitere Arbeiten und Entwicklungen zum Thema SSTV hervorgetan hat, auf die hier im Vortrag zum Teil näher eingegangen werden sollen.

Im folgenden Abschnitt will ich zunächst die technischen Grundlagen von SSTV untersuchen und erläutern. Anschließend will ich Empfangs- und Sendegeräte beschreiben.



SSTV-Grundlagen

SSTV-Norm

Die grundlegende Idee von Macdonald war es, Bilder in einem Telefoniekanal von 3 kHz zu übertragen. Da aber Bildfrequenz und Bildauflösung proportional zur notwendigen Bildsignalbandbreite sind, waren erhebliche Abstriche gegenüber dem herkömmlichen Fernsehen zu machen, um die vorhandene Bandbreite einzuhalten.

Die Bandbreite des Videosignals der Rundfunk-Fernsehnorm ist etwa 5 MHz. Die in Deutschland übliche Norm sieht hierbei 625 Zeilen mit jeweils 833 Bildpunkten vor. Dies sind pro Bild rund 520 000 Bildpunkte.

Pro Sekunde werden 25 Vollbilder (50 Halbbilder im Zeilensprungverfahren) übertragen, was letztendlich 13 Millionen Bildpunkten pro Sekunde entspricht. Wäre die Helligkeit dieser Punkte zufällig abwechselnd schwarz und weiß, müßte man eine Videobandbreite von 6,5 MHz vorsehen (bei Einseitenbandübertragung in Amplitudenmodulation). Man beschränkt sich aber auf die bereits angegebenen 5 MHz und geht dabei einen Kompromiß bei sehr scharfer Auflösung ein.

Um ein Bild in einem Kanal von 3 kHz zu übertragen und dabei noch eine vertretbare Auflösung zu erreichen, muß man zunächst auf bewegte Bilder verzichten. Die Bildfolgefrequenz muß weit unter die Trägheitsgrenze des Auges von etwa 15 Hz heruntergesetzt werden.

Man fand bei den ersten SSTV-Versuchen, daß ein Bild mit 120 Zeilen genügend Auflösung bietet, um den Partner, mit dem Bilder ausgetauscht werden sollen, gut erkennen können. Geht man bei 120 Zeilen von einem quadratischen Bild aus, dann entspricht dies bei gleicher waagerechter Auflösung 120 Bildpunkten pro Zeile oder aber auch 14 400 Bildpunkten pro Bild.

Das SSTV-Bildformat wurde übrigens quadratisch gewählt, weil man zunächst nachleuchtende Surplus-Radarröhren haben eine Nachleuchtdauer von rund 10 Sekunden, während der man auf ihnen projizierte Bilder im abgedunkelten Raum noch gut erkennen kann. Da die Bilddauer für die vorgegebene Bandbreite und Auflösung mehrere Sekunden betragen muß, entschied man sich für 8 Sekunden (1/8 Hz) bei 60 Hz-Netzen. Analog hierzu wurde für Länder mit 50 Hz-Netzen eine Bilddauer von 7,2 Sekunden (1/7,2 Hz) notwendig. Diese beiden Bildfrequenzen wurden in ihrem absoluten Betrag durch die Normwandlung von der üblichen Fernsehnorm (FSTV = fast scan television) auf SSTV vorgegeben, da man die Bilder zunächst mit einer normalen Fernsehkamera aufnimmt, um sie dann in die SSTV-Norm umzusetzen.

Bei einer Bilddauer von 7,2 Sekunden (50 Hz-Netz) erhält man mit den vorgegebenen 120 Zeilen eine Zeilendauer von 60 ms. Hiervon müssen allerdings noch 5 ms abgezogen werden, weil jeder Zeile ein Zeilensynchronsignal in Form eines 1200 Hz-Bursts (Tonimpuls) vorausgeschickt wird.

Die effektive Zeilendauer ist demnach 55 ms, in die bei maximaler Auflösung 60 Helligkeitswechsel oder Perioden fallen.

Hieraus läßt sich die maximale Frequenz des Helligkeitsmodulationsinhalts $f_M \max$ ermitteln:

$$f_M \max = \frac{\text{Bildpunkte}}{2 \times \text{Zeilendauer}}$$

$$f_M \max = \frac{120}{2 \times 55} \frac{1}{\text{ms}}$$

$$f_M \max = 1090 \text{ Hz}$$

Rechnet man das gleiche Beispiel für eine Bilddauer von 8 Sekunden durch (60 Hz-Netz), wird die Zeilendauer 66,7 ms. Bei gleicher Auflösung von 120 Bildpunkten pro Zeile erhält man eine maximale Helligkeitsmodulationsfrequenz von 970 Hz.

Beim SSTV-Subcarrier-Modulationsverfahren, wird der Helligkeitsmodulationsinhalt innerhalb des Nf-Bandes frequenzmoduliert, wobei 2300 Hz (1900 Hz + 400 Hz) der Helligkeitwert „Weiß“ zugeordnet ist und 1500 Hz (1900 Hz - 400 Hz) der Helligkeit „Schwarz“ entsprechen.

Die Bandbreite liegt demnach noch deutlich in dem vorgegebenen Kanal von 3 KHz.

Vor jedem Bildanfang wird als Bildsynchronsignal ein 30 ms langer 1200 Hz Ton (burst) eingeblendet. Da 1200 Hz nach der Helligkeitszuordnung „schwärzer als schwarz“ sind, wird das SSTV-Bild während des Impulses dunkelgetastet.

Zu Beginn jeder Zeile wird das Zeilensynchronsignal gegeben, das, wie bereits erwähnt, ebenfalls aus einem 1200 Hz Ton besteht, der aber nur 5 ms lang ist. Auch dieses Signal wird automatisch dunkelgetastet.

Die Synchronsignale haben die Aufgabe, der Empfangsanlage mitzuteilen, wann ein neues Bild beginnt (Bildsynchronsignal), damit der Schreibstahl links oben in der Ecke beginnt.

Zudem legen die Zeilensynchronsignale fest, wie das Bild Zeile für Zeile aufgebaut wird, um auf diese Weise das gesamte „Zeilen-Puzzle“ exakt untereinanderzufügen, damit ein verzerrungsfreies Bild ohne die bekannten Zeilenausreißer entsteht.

Wie später noch gezeigt wird, weichen die Bildfolge- und Zeilenzeiten moderner SSTV-Kameras teilweise in geringem Maße von diesen hier aufgeführten und ursprünglich festgelegten Normen ab.

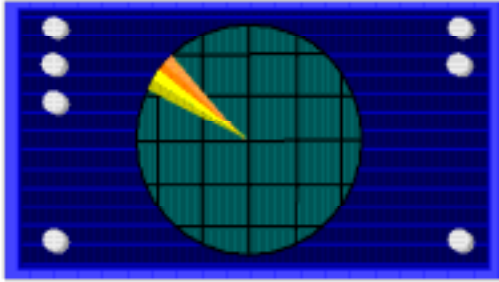
Der Grund ist darin zu suchen, daß die Bildaufbereitung mit unterschiedlichen elektronischen Systemen erfolgt, die noch im einzelnen zu diskutieren sind. Diese Abweichungen sind aber völlig unkritisch, weil Bild- und Zeilensynchronsignale allein den Bildaufbau steuern, so daß man auch bei abweichenden Zeiten keine Schwierigkeiten beim Empfang der Bilder bekommt.

Übrigens werden sogar Halb- und Viertelbilder für kurze Mitteilungen übertragen, bei denen das Bildsynchronsignal nach 4 (3, 6) bzw. 2 (1, 8) Sekunden gegeben wird. Dabei wird dann lediglich ein entsprechend geringer Teil des Bildes übertragen. Wichtig ist bei all diesen Normabweichungen, daß die Zuordnung der Frequenzen für Helligkeit und Synchronsignal erhalten bleibt. Sie darf nicht verändert werden.



SSTV

Langsame Bildübertragung



- ◆ Moderne Bildübertragungsverfahren
- ◆ Allgemeine Entwicklungen

Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-



Moderne Bildübertragungsverfahren

Allgemeine Entwicklungen

Nachdem in den UHF- und SHF-Bereichen von den Funkamateuren bereits ATV-Betrieb (Amateur Television) in Anlehnung an die Entwicklungen und Normen der kommerziellen Technik betrieben wurde, reiften Ende der sechziger Jahre vornehmlich in den USA Überlegungen heran, Fernsehbilder auch auf der Kurzwelle zu übertragen. Die relativ schmalen Amateurfunk-Segmente im Kurzwellenbereich, die zudem noch von einer Vielzahl von Funkamateuren genutzt werden sollen, verboten allerdings ein Übertragungsverfahren mit großer Bandbreite.

So war es das erklärte Ziel, ein Verfahren zu entwickeln, das die Übertragung von Bildern im Rahmen eines Telefoniekanaals mit einer Bandbreite von 2 bis 3 kHz ermöglichte. Die Realisierung dieser Vorstellung stieß auf physikalische Grenzen. Die Übertragungszeit für ein einziges Fernsehbild mit dem kommerziellen Verfahren in diesem schmalen Frequenzbereich würde ca. 4 Minuten dauern. Andernfalls ist eine starke Reduzierung der zu übertragenden Bildpunkte angesagt. Die Übertragung von bewegten Bildern ist nicht möglich.

So beschränkte sich die SSTV-Entwicklung auf die Übertragung von stehenden Bildern innerhalb eines Telefoniekkanals.



SSTV

Langsame Bildübertragung



- ◆ Grundsätzliche Zusammenhänge
- ◆ Entwicklung

Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-



Grundsätzliche Zusammenhänge und Entwicklung

Nach ersten Versuchen einigte man sich zunächst auf ein Raster von 120 Bildpunkten pro Zeile und 120 Zeilen pro Bild. Die Zeilenfrequenz leitete man von der Netzfrequenz (USA: 60 Hz; Europa: 50 Hz) ab. So entstand bei der hier üblichen Netzfrequenz von 50 Hz durch Teilung durch drei eine für SSTV gültige Zeilenfrequenz von 16,6 Hz. Das entsprach einer Zeilendauer von 60 Millisekunden, was wiederum bei 120 Zeilen eine Bilddauer von 7,2 Sekunden ergab. Durch die etwas höhere Netzfrequenz in den USA waren die interkontinental ausgetauschten Bilder nicht gleich groß. Die Zeilen aus Übersee waren etwas länger und das ganze Bild etwas langsamer als ein „europäisches Bild“. Diese Abweichung ließ sich im praktischen Betrieb aber leicht ausregeln. Jetzt ergab sich noch das Problem, wie man denn so ein immerhin noch recht langsam einlaufenden Bild so darstellen könnte, daß eine Gesamtansicht möglich war. Dies war ein reines Speicherproblem. Die Entwickler wurden aber fündig. Stark nachleuchtende, sonst in Radargeräten verwendete Katodenstrahlröhren übernahmen die Aufgabe der ersten Bildspeicher. Allerdings konnte die Bildinformation lediglich für das einmalige Betrachten in einem abgedunkelten Raum „gespeichert“ werden. Wenn die letzte Zeile geschrieben wurde, meldete sich die Helligkeit des Bildes im Bereich der ersten Zeilen bereits schon wieder ab.

SSTV war damals zu Beginn der 70er Jahre eine Domäne des Selbstbaus. Nachdem Empfänger, Sender und komplette Transceiver bereits überwiegend „von der Stange“ gekauft wurden, war diese neue interessante Variante des Amateurfunks ein Thema für entwickelnde und experimentierende Funkamateure. Zwei deutsche Funkamateure hatten an den Entwicklungen zur Verbesserung dieser Betriebsart federführenden Anteil. So entwarf Hans-Joachim Pietsch, (DJ6HP), Baugruppen, die in Verbindung mit einem normalen Oszilloskop SSTV-Bilder darstellen konnten. Dabei mußten allerdings die regulären Katodenstrahlröhren in den Oszilloskopen gegen Nachleucht-Typen ausgetauscht werden.

Volker Wraase, (DL2RZ), stellte Mitte 1973 eine SSTV-Anlage mit vielen verbesserten Möglichkeiten vor. Ein Teil war die Verwendung einer speziellen Katodenstrahlröhre, die ein größeres und helleres Bild zu liefern in der Lage war. Mitte der 70er Jahre war Volker Wraase, (DL2RZ), mitverantwortlich für die Ablösung der Nachleuchtröhren. Sowohl er als auch die US-amerikanische Firma ROBOT brachten SSTV-Geräte mit digitalen Halbleiterspeichern heraus, über die SSTV-Bilder auf handelsüblichen Fernsehgeräten betrachtet werden konnten.

So ließen sich Bilder „einfrieren“ bzw. „konservieren“ und nach Bedarf auf den Schirm holen. Durch die Digitalisierung und Organisation des Bildschirmspeichers stellte sich eine „neue Norm“ ein. Das Bildraster setzte sich jetzt aus 128 Zeilen zu je 128 Bildpunkten zusammen.

Bezüglich der Unterbringung eines SSTV-Signals innerhalb eines Telefoniekanaals hat man gleiche Zuordnungen getroffen, wie bei der Betriebsart FAX. Das bedeutet für Schwarz/Weiß- bzw. Graustufen-Übertragung eine untere Eckfrequenz von 1500 Hz für Schwarz und eine obere Eckfrequenz von 2300 Hz für Weiß. Dazwischen sind die Graustufen angesiedelt. Die zur Übertragung von SSTV-Bildern notwendigen Zeilen- und Bild-Synchronisationssignale sind unterhalb des Schwarzwertes bei 1200 Hz angeordnet. Der auf diese Weise bereits voll ausgereizte Telefoniekanal ist somit nicht mehr in der Lage, noch andere Informationen, z. B. Sprache, mit aufzunehmen. Insgesamt handelt es also bei SSTV um ein Verfahren zur Übertragung von Standbildern ohne begleitende Sprache.

Da aber alle Bildinformationen im Niederfrequenzbereich organisiert werden, lassen sich z. B. empfangene Bilder auf Tonbändern archivieren und bei Bedarf wieder aussenden. Dies ist im Gegensatz zur Faksimile-Übertragung möglich, da die Synchronisationssignale nicht vom Bildinhalt getrennt werden und Gleichlaufschwankungen des Tonbandgeräts immer kompensiert werden. Eine

Konservierung von FAX-Bildern auf niederfrequenten Aufzeichnungsgeräten erfordert dagegen eine hohe Gleichlaufgenauigkeit dieser Geräte.

SSTV

Langsame Bildübertragung

- ◆ SSTV -
- ◆ Die Bilder werden farbig



Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-

SSTV-Bilder werden farbig

Nach Einführung der digitalen Bildspeicher wurde die Verbesserung der Bildauflösung in Angriff genommen. Hatte die Auflösung bei der Übertragung mit digitalen Bildspeichern zunächst 128 Zeilen zu je 128 Bildpunkten bei ca. 8 Sekunden Übertragungszeit betragen, so wurde jetzt die Auflösung durch Verdoppeln der Zeilenzahl, Verdoppeln der Anzahl der Bildpunkte pro Zeile oder auch durch beide Möglichkeiten gleichzeitig optimiert. Die Übertragungsdauer eines Bildes stieg so auf 16 bzw. 32 Sekunden an. An dieser Stelle zeichnete sich bereits die Bildung einer Normenvielfalt ab.

Der Wunsch nach Übertragung farbiger SSTV-Bilder verlieh den gesammelten SSTV-Normen den Höhepunkt. Es wurde zunächst mit einem bildsequentiellen Verfahren experimentiert, bei dem das Farbbild in einen Rot-, Grün- und Blauauszug zerlegt wurde. Diese drei Auszüge wurden anschließend als drei Schwarz/Weiß-Bilder nacheinander gesendet und im Empfangsspeicher wieder zu einem Farbbild zusammengesetzt.

Erste Versuche dieser Art der Farbbildübertragung wurden schon in der Zeit der Nachleuchtröhren angestellt, indem die empfangenen Farbauszüge nacheinander per Mehrfachbelichtung vom Bildschirm abfotografiert wurden.

Beim bildsequentiellen Verfahren wird das empfangene Farbbild erst nach der Übertragung des dritten Farbauszuges erkennbar. Wieder war es Volker Wraase, (DL2RZ), der ein anderes Verfahren entwickelte, das während des Betriebes doch mehr Freude aufkommen ließ. Es entstand ein zeilensequentielles System mit speziellen Zeilen-Synchronisationssignalen. Auch hier wird das Bild in drei Farbauszüge zerlegt. Diese werden zeilenweise gesendet, und zwar in der Folge Rotzeile, Grünzeile, Blauzeile, dann wieder Rotzeile, Grünzeile usw. Die drei getrennten Bildspeicher für Rot, Grün und Blau werden zeilenweise umgeschaltet. Die eindeutige Zuordnung der drei Auszüge zum entsprechenden Bildspeicher auf der Empfangsseite wird mit einem modifizierten Synchronisationsimpuls vor der Rot-Zeile realisiert. Die neueren Konverter-Modelle SC-1 und SC-2 von Volker Wraase, (DL2RZ), arbeiten mit dieser Technik.

In der Zwischenzeit hatten sich weitere Entwicklungen dazugesellt. Die amerikanische Firma Robot förderte ein weiteres zeilensequentielles Verfahren zu Tage, das ähnlich dem Farbfernsehsystem arbeitet, das **YUV-Verfahren**. Dabei ist die Auflösung prinzipbedingt geringer als beim **RGB-Verfahren**.

Von Robot wurde noch etwas „Automatisierungstechnik“ beige-steuert. Um der Empfängerseite zu erlauben, den jeweiligen SSTV-Modus automatisch zu erkennen und sich darauf einzustellen, wurde der 1200-Hz-Bildsynchronimpuls modifiziert. Durch Frequenzumtastung um diese 1200 Hz wurden dem Bildsynchronimpuls zusätzliche digitale Informationen mitgegeben, bestehend aus einem Startbit, sieben Datenbits, einem geraden Paritätsbit und einem Stoppbit. Der sonst 30 Millisekunden andauernde Bildsynchronimpuls wurde dazu in der Länge um das Zehnfache erhöht, so daß jedes einzelne Bit des modifizierten Bildsynchronimpulses nun 30 Millisekunden lang sein kann.

Dieser „neue“ Bildsynchronimpuls kann nun die Information über den übertragenen SSTV-Modus mitführen und auf der Empfangsseite auf den richtigen Mode umschalten lassen, sofern das dort installierte System diesen modifizierten Bildsynchronimpuls auswerten kann.

Dieses Verfahren hat mit der Bezeichnung VIS (Vertical Interval Signaling) in die meisten modernen SSTV-Systeme und SSTV-Übertragungsverfahren Einzug gehalten.

Die Entwicklung der zeilensequentiellen Übertragungsmethode bei SSTV wurde noch weiter gepflegt. Vor allem wollte man die Übertragung von SSTV-Bildern störunanfälliger machen. Dazu entwickelte sich auf der britischen Insel eine diesbezügliche bienenfleißige Aktivität. Martin Emmerson (G3OQD), und Eddie („Scottie“) Murphy, (GM3SBC), kreierte abweichend auf dem von Robot stammenden Verfahren neue Verfahren, die als sogenannte New Modes

und mit den Namen ihrer Entwickler als Martin's und Scottie's Modes in den Amateurfunk Einzug hielten.

Diese neuen Modis sind eine Art zeilensequentieller RGB-Methoden mit Zeilen-Synchronisationsimpulsen. Im Unterschied zu den Wraase-Modi, wo bei jedem Farbauszug ein Synchronimpuls mit gesendet wird, senden die gerade angesprochenen MARTIN und SCOTTIE Modes nur nach einer vollständigen Zeile, bestehend aus Rot-, Grün- und Blauauszug, einen Synchronimpuls (bei den Martin-Modes ist die Reihenfolge Grün-Blau-Rot).

Auf der Empfangsseite wird jeweils nur der erste richtig erkannte Impuls ausgewertet. Anschließend läuft der Empfang auf einer Quarz-Zeitbasis, die möglichst genau sein muß. Diese Free-Run-Rechnik (freilaufende Übertragung) hat sich aufgrund einiger betrieblicher Vorteile heute durchgesetzt. Denn, wo keine Synchronimpulse mehr ausgewertet werden, können sie auch nicht gestört werden. So gehen keine Zeilen wegen eines gestörten Zeilenimpulses verloren. Da die Synchronimpulse aber trotzdem gesendet werden, kann der Free-Run-Betrieb jederzeit beendet und in die laufende Übertragung eingestiegen werden.

Nachteilig wirken sich beim Free-Run-Verfahren Ungenauigkeiten beim Timing aus. Es entstehen dann Bilder mit Schräglauf, wie sie auch bei der synchronlosen FAX-Übertragung auftreten können. Der Unterschied bei den New Modes zwischen den Martin- und Scottie-Modes liegt hauptsächlich im Timing und in der Reihenfolge, in der die drei Farbauszüge gesendet werden. Das Free-Run-Verfahren, das der SSTV-Übertragung die relative Störunanfälligkeit des FAX-Verfahrens vermittelt, wird in der Zwischenzeit auch von anderen Systemen unterstützt. Auch die modernen Wraase-Modi und der SSTV/FAX-Konverter SC-2 von Wraase arbeiten mit dieser Technik. Die Auswertung des VIS-Codes zur automatischen Anpassung an die Betriebsart wird in den Martin- und Scottie-Modes unterstützt.

Für spezielle Computertypen, z. B. für die Amiga-Familie von Commodore, wurden weitere Modi herausgearbeitet. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang der AVT-Mode und ScanMate.

Der AVT-Mode (Amiga Video Transceiver) wurde von der amerikanischen Firma AEA (Advanced Electronic Applications Inc.) entwickelt und hat den SSTV-Normenurwald liebevoll weiter wachsen lassen. Dieses Verfahren verzichtet vollständig auf Zeilensynchronimpulse. Damit überhaupt eine Synchronisation zustande kommt, müssen sowohl auf der Sender- als auch auf der Empfängerseite sehr stabile Oszillatoren stehen. Es wird ein spezieller, fünf Sekunden langer AVT-Header übertragen, der die notwendige Information redundant enthält. So ist es technisch doch gut zu realisieren, eher diesen langen und sicher aufgebauten Vorspann für eine Synchronisation auszuwerten als

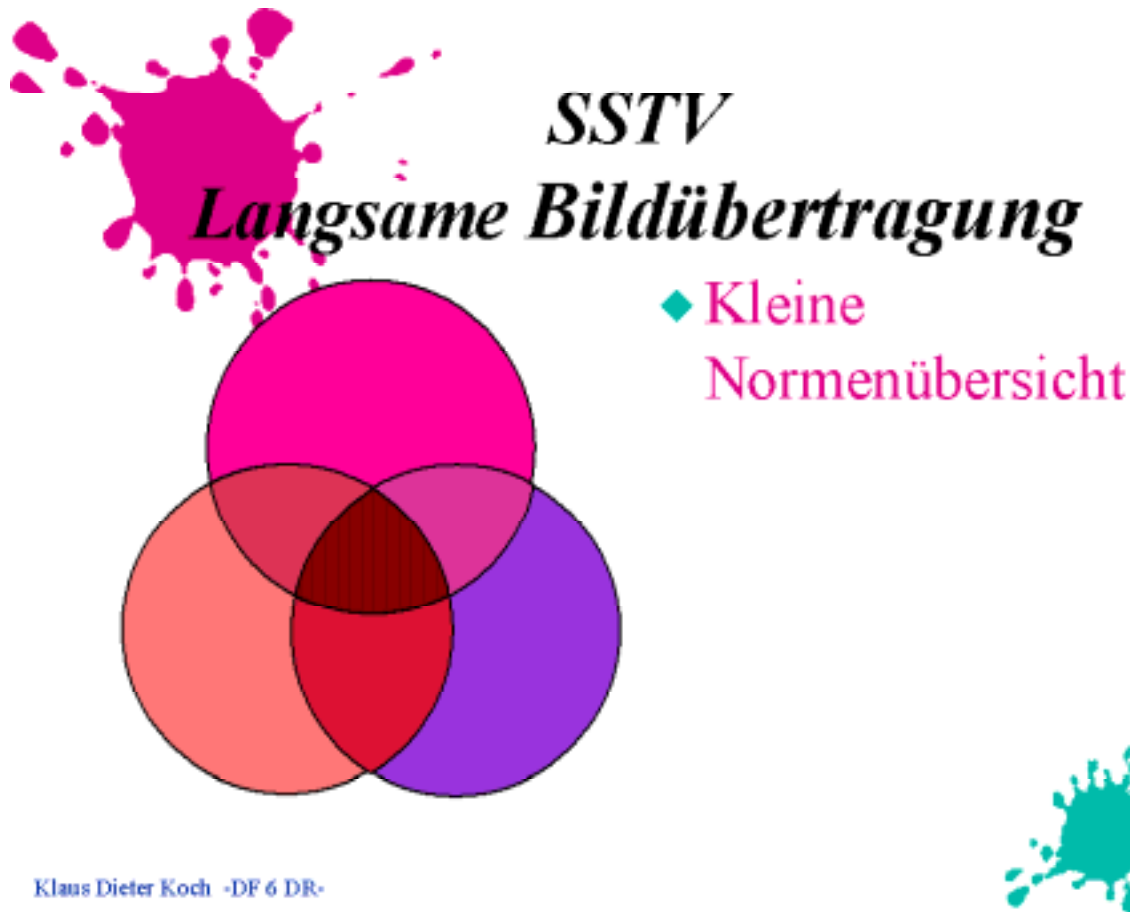
einen als normaler VIS-Header mit 300 Millisekunden Länge aufgebauten Bildsynchronimpuls sicher umzusetzen.

Für die Empfangsstation reicht es aus, nur einen Teil des relativ langen AVT-Vorspanns richtig zu interpretieren und das Bild zu synchronisieren, so daß das Verfahren auch bei Störungen auf dem Übertragungskanal recht gut arbeitet. Wenn aber dieser AVT-Header nicht erfaßt wird, aus welchen Gründen auch immer, läuft nichts mehr. Die Empfangsstation erhält dann auf den Schirm alles andere, nur nicht das erwartete SSTV-Bild seines Funkpartners. Auch ein nachträgliches „Einblenden“ in eine laufende AVT-Übertragung ist nicht mehr möglich. Der AVT-Modus wird in den USA häufig verwendet. Andere Systeme unterstützen in der Zwischenzeit ebenfalls diese Art der SSTV-Übertragung.

Eine jüngere Entwicklung, auch in Verbindung mit einer SSTV-Lösung auf den Commodore-Amigas, stammt aus Deutschland. Die Kölner Funkamateure Michael Strecke, (DL8KCX), und Ralf R. Radermacher, (DL9KCG), wollten die grafischen Fähigkeiten der Amiga-Rechner für die SSTV-Übertragung weiter ausnutzen. Sie entwickelten zwei neue hochauflösende Modis, die ScanMate-Modes (ScanMate 1 und 2) und statteten damit ihre FAX/SSTV-Komplettlösung Amiga ScanMate (Hard- und Software) aus.

Die ScanMate-Modes bieten die Vorteile der New Modes (automatische Betriebsartenerkennung, Einsteigen in die laufende Übertragung, Störunanfälligkeit des Synchronrahmens), haben aber eine höhere Auflösung (512 Zeilen pro Bild). Damit verbunden ist natürlich eine längere Übertragungsdauer des Bildes. An dieser Stelle wird der Unterschied der Farb-FAX- und Farb-SSTV-Übertragungsverfahren noch weiter angeglichen.

Die ScanMate-Modi arbeiten ebenfalls mit einem VIS-Header zur automatischen Betriebsartenerkennung. Wie bei den New Modes werden Synchronimpulse mitgesendet (vor dem Rotauszug). Das Timing ist so gewählt, daß bezüglich der Zeilenlänge eine gewisse Kompatibilität zum JV-FAX-Modus des FAX/SSTV-Programms JV-FAX von Eberhard Backeshoff, (DK8JV), erreicht wird. Auf diese Weise wird ein recht guter Bildaustausch zwischen einem FAX-System auf der einen Seite und einem SSTV-System auf der anderen Seite ermöglicht. So hat die durch die ScanMate-Modes fortgeführte Normenvielfalt gleichzeitig eine nützliche Kompatibilität gebracht, sogar zwischen ursprünglich unterschiedlichen Übertragungsverfahren.



Kleine Normenübersicht

Durch die ständige Fortentwicklung der Betriebsart SSTV, speziell bei der Verbesserung der Farbübertragung, sowie deren Einbeziehung auf Personal- und Heimcomputern hat sich eine blühende Normenvielfalt entwickelt. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale sind dabei die Art der Zeilenabtastung, das Auflösungsvermögen und die Übertragungsdauer eines Bildes. Dauerte zu SSTV-Urzeiten die Übertragung eines Schwarz/-Weiß-Bildes mit 120 Zeilen zu je 120 Bildpunkten (nach Einführung der digitalen Bildspeicher 128 Zeilen zu je 128 Bildpunkten) zwischen sieben und acht Sekunden, so erreicht der heutige Standard-Mode „Martin 1“ bereits eine Zeit von 114 Sekunden. Der höherauflösende Modus ScanMate 1 kommt sogar auf fast 400 Sekunden. Allerdings wird hier eine Bildqualität erreicht, die mit der Qualität der schwarz/weißen 8-Sekunden-Bildern früherer Jahre so viel gemeinsam hat, wie ein nach modernsten technologischen Gesichtspunkten aufgebauter Allwellenempfänger mit Großvaters Kristall-Detektorempfänger.

Die Normenvielfalt ist sicher noch nicht am Ende angelangt. Die Entwicklung schreitet weiter voran und wird den Bildfunkfreunden möglicherweise noch

weitere Modi beschere. Ein „neuer internationaler SSTV-Standard“ ist bereits 1993 vom britischen Funkamateurl GØJNK angedacht worden. Durch die Farbgebung und die immer höher gewordene Bildauflösung sind die Übertragungszeiten immer länger geworden, so daß große Unterschiede zum Farb-FAX im Amateurlfunk nicht mehr bestehen.

Ziel der neuen Initiative von GØJNK soll sein, die erreichte Bildauflösung/-Bildqualität mit einer schnelleren Übertragung bei Beibehaltung des schmalen Telefoniekanaals zu verbinden. Es wurden bereits schon Vorschläge zur technischen Realisierung gemacht. Der Vorschlag von GØJNK ist wieder eine Herausforderung an gestandene oder neue SSTV-Pioniere.



Neue Entwicklungen

Selbst vor der Übertragung dreidimensionaler Bilder wird nicht zurückgeschreckt. Grundsätzlich beruht das räumliche Sehen auf der Tatsache, daß den beiden Augen dasselbe Bild, jedoch aus etwas unterschiedlichen Blickwinkeln, dargeboten wird. Zur Erzeugung und Übertragung dieser beiden geringfügig unterschiedlichen Bilder benutzt man den Rot- und Grünkanal eines Farbübertragungssystems, wobei die rot und grün dargestellten Bilder beim Empfänger wieder durch eine Rot/Grün-Farbbrille getrennt werden.

Eine Veröffentlichung über stereoskopische SSTV-Versuche erschien bereits im Jahre 1982 in der Zeitschrift „TV-Amateur“ (Nr. 47). Damals berichtete DF4GL über diese Technik. Seinerzeit gab es nur relativ einfache SSTV-Konverter, wie den Wraase SC-422 oder den Robot 400. Die modernen SSTV-Spezialgeräte und die modernen Computerlösungen versetzen jeden interessierten Funkamateurliebling in die Lage, ohne großen Zusatzaufwand die faszinierende Raumbild-Technik auszuprobieren. Wenn mit dem modernen zeilensequentiellen Verfahren gearbeitet wird, die zwischen 90 und 360 Sekunden für ein Bild benötigen, können 3D-Standbilder mit über 3 MHz Horizontalauflösung übertragen werden.

Zur Aufnahme reicht schon eine einfache Schwarz/Weiß-Videokamera, die z. B. auf einem Schlitten oder einer Wippe um sechs bis acht Zentimeter seitlich achsenparallel verschoben werden kann. Der erste, linke Schnappschuß wird in den Rot-Speicher des SSTV-Konverters oder -Programms geladen. Die zweite, rechte Aufnahme kommt in den Grün-Speicher. Man kann den dritten, blauen Speicherbereich schwarz schreiben oder mit dem gleichen Bild füllen wie den Grünspeicher.

Für erst Versuche mit dem Stereo-Effekt läßt sich auch vor einer festaufgebauten Kamera ein kleines Objekt auf eine Art Drehscheibe setzen (z. B. auf einen Plattenteller). Diese Drehscheibe wird dann zwischen erster und zweiter Aufnahme vorne um ca. 20° nach links gedreht.

Der möglichst nahe Hintergrund (z. B. ein Kalenderbild) bleibt dabei stehen. Durch Verändern des Drehwinkels können schnell die Grenzen des Raumeindrucks erprobt und gelungene 3D-Bilder abgespeichert werden. Hierbei ist die digitale Speicherung im Computer gegenüber der Archivierung des SSTV-Bildes auf Tonträgern günstiger. Die Gleichlaufschwankungen eines Bandgeräts verwischen die senkrechten Kanten im Bild, die vor allem über die Güte der Stereo-Tiefenwirkung entscheiden.

Es gibt bereits eine große Bandbreite von Möglichkeiten, Stereoskopie auf dem Funkwege zu erproben. Diese reicht von den oben angedeuteten ersten Versuchen bis hin zur Möglichkeit für fortgeschrittene Amateurfunk-Stereoskopiker, 3D-Bilder in der Anaglyphen-Technik zu digitalisieren und den Funkfreunden in aller Welt vorzuführen.

In den USA gibt es eine 3D-SSTV-Gruppe, die den ersten Samstag im November zum internationalen „3D-Tag“ ausgerufen hat. Vielleicht gesellen sich aus Mitteleuropa einige SSTV-Drei-„Dimensionäre“ dazu.

Farbige 3D-Bilder im Amateurfunk lassen sich nur in der Betriebsart ATV übertragen, dann aber gleich bewegliche Bilder. Die 3D-Versuche, die hier für SSTV angedeutet wurden, lassen sich prinzipiell auch bei der Farb-FAX-Übertragung anwenden.

In Japan wurde von JA6UHL ein neues SSTV-System auf DSP-Basis (DSP = Digital Signal Processing) entwickelt. Es trägt den Namen SSTV-202 und besteht aus einer PC-Einsteckkarte und der dazugehörigen Software. Die Möglichkeiten der digitalen Signalverarbeitung lassen auch die Qualität in der Übertragung von Bildern weiter fortschreiten. Durch sehr schnelle Signalwandler kann die Software das gesamte Filtersystem übernehmen. So wird eine Genauigkeit, Stabilität, Flexibilität und Reproduzierbarkeit erreicht, die mit analogen Verfahren nicht möglich sind.

An dieser Stelle merkt der Zuhörer/Leser, wo die kommenden Entwicklungen für SSTV angesiedelt sein werden, nämlich im Bereich der immer leistungsfähiger und für den Amateur immer erschwinglicher werdenden Computer-Bausteinen. Noch behaupten sich die SSTV-Spezialkonverter, wie der Robot 1200 C mit seinen zahlreichen Verbesserungen und Aktualisierungen (u. a. auch durch den Vater des neuen internationalen Standard-Modes, Martin Emmerson, (G3OQD)). Eine starke Verbreitung in Deutschland haben die Geräte Wraase SC-1 und SC-2.

Ich selbst arbeite seit Jahrzehnten mit Geräten aus der Wraase Reihe und heute mit dem SC-2 Konverter.

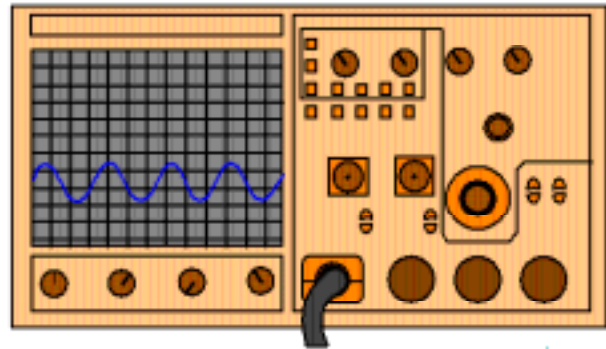
Die nahe Zukunft wird zunächst eine technische und betriebstechnische Verknüpfung von SSTV-Spezialgeräten und SSTV-Computerlösungen bringen.

Die nächsten beiden Praxiskapitel zeigen einen kleinen Ausschnitt aus den derzeitigen Schwerpunktmöglichkeiten, am SSTV-Betrieb mit Erfolg teilzunehmen.

SSTV

Schmalbandfernsehen

◆ Aufbau einer SSTV-Station



Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-

Aufbau einer SSTV-Station

Allgemeines

Zu einer SSTV-Station, die Bilder empfangen und aussenden soll, gehört zunächst einmal die entsprechende Ausrüstung auf der Funkseite. SSTV-Betrieb wird hauptsächlich auf den Kurzwellenbändern gepflegt, das heißt, hier findet der SSTV-Begeisterte schnell seine Partner für die Bildübertragung. Es sollte also eine SSB-taugliche KW-Station zur Verfügung stehen. Für die Dekodierung empfangener Bilder wäre es von Vorteil, wenn Empfängerseitig ein zusätzlich zum Lautsprecher- bzw. Kopfhörerausgang nutzbarer NF-Ausgang vorhanden ist, der einen festen, vom Lautstärkereglern unabhängigen Pegel zur Verfügung stellt. Auch für die auszusendenden Bilder ist ein zusätzlicher NF-Eingang am Sender vorteilhaft. Viele moderne Geräte verfügen bereits über solche Aus- und Eingänge (z. B. „Phone Patch“ und „AFSK“).

Des Weiteren wird für eine SSTV-Station ein spezielles SSTV-Gerät, ein sogenannter SSTV-Konverter, oder ein Computer mit der entsprechenden Software benötigt. Um Bilder aussenden zu können, müssen sie in geeigneter Weise aufgenommen und in den SSTV-Konverter bzw. in den Computer gelangen. So benutzten die bildübertragenden Funkfreunde bis vor wenigen

Jahren u. a. noch spezielle SSTV-Kameras, die aber einen großen Aufwand an Beleuchtungstechnik erforderten. Nicht selten gab es bei SSTV-Verbindungen Probleme, weil sich die für die Aufnahme von SSTV-Bildern benötigten Scheinwerfer mit der Notwendigkeit der Abdunkelung des Raumes bei der Verwendung der Nachleuchtröhren zur Wiedergabe eines empfangenen Bildes nicht vertrugen.

Die Bilder der SSTV-Kameras waren auf normalen Tonbändern und Tonbandkassetten zu speichern, so daß auch die Bildfunkfreunde Zugriff auf Bildkonserven hatten, die nicht über eine SSTV-Kamera verfügten. Man gab einfach bei einem entsprechend ausgerüsteten Funkfreund SSTV-Bilder „in Auftrag“.

Als Bildaufnahmegerät für SSTV wurden sogenannte Flying-Spot-Scanner entwickelt und von vielen SSTV-Stationen verwendet. Diese arbeiteten nach Prinzip der Bildpunktabtastung. Dazu gab es wieder unterschiedliche Verfahren. Eine Variante benutzte eine kleinere Kathodenstrahlröhre, auf deren Schirm ein Zeilenraster mit konstanter Helligkeit geschrieben wurde, das dem damaligen Übertragungsstandard von 120 Zeilen bei einer Bildfrequenz von 7,2 Sekunden entsprach.

Vor den Schirm der Röhre wurde die abzutastende SSTV-Vorlage gespannt. Diese mußte transparent sein (z. B. ein Diapositiv). Über eine Bündeloptik gelangte dann der von der Röhre stammende und durch die Vorlage wandernde Leuchtpunkt auf einen optoelektronischen Wandler. Fotoröhren boten sich hierfür am besten an. So wurde häufig hierfür die RCA-Röhre 931 A verwendet. Das vom optoelektronischen Wandler gelieferte analoge Ausgangssignal stand dann als SSTV-Modulationssignal zur Verfügung.

Ein anderes Verfahren für Flying-Spot-Scanner arbeitete mechanisch etwas aufwendiger. Wie vorher beschrieben, wurde auch hier zunächst auf dem Schirm einer Katodenstrahlröhre ein entsprechendes Raster geschrieben. Der wandernde Leuchtpunkt dieses Rasters wurde dann aber über eine Linse auf eine nichttransparente Bildvorlage projiziert. Das auf der Vorlage reflektierte Licht gelangt anschließend über eine Bündeloptik auf den aufnehmenden optoelektronischen Wandler.

Die Erzeugung von SSTV-Vorlagen nach den oben beschriebenen Methoden trifft man noch gelegentlich bei SSTV-Stationen an.

Im zunehmenden Maße werden aber dafür handelsübliche Videogeräte, wie FSTV-Kameras, Videorekorder oder Videoabspielgeräte, verwendet. Da die Bildaufbereitung in den modernen SSTV-Konvertern (in den Computern ohnehin) digital erfolgt, müssen diese Bilder digitalisiert werden. In den

aufwendigen SSTV-Konvertern, wie den Wraase-Geräten SC-1 und SC-2, dem Robot 1200 C oder dem SSTV-Konverter FH21-P von DL1JFH, wird dies durch die geräteinterne Schaltungstechnik realisiert. Bei Verwendung von Computern für die Übertragung von SSTV-Bildern müssen geeignete Video-Digitalisierer vorgeschaltet werden. Auf diese Weise wird eine Quasi-Echtzeitübertragung möglich. Das heißt, von einer Kamera aufgenommene Bilder lassen sich in Echtzeit digitalisieren und sofort aussenden. Auch ganze Bildfolgen können so auf die Reise geschickt werden. Es liegt klar auf der Hand, daß sich dieses Verfahren hervorragend für Computer-SSTV-Betrieb eignet.

Computeranwender können für die Erzeugung von Sendevorlagen auch die bereits finanziell erschwinglichen Scanner verwenden. Qualitativ hochwertige Bildvorlagen lassen sich mit einem guten Flachbett-Scanner-System erzeugen. Aber auch Handscanner können bereits mit Erfolg benutzt werden. Allerdings ist mit diesen Geräten keine Echtzeitübertragung möglich, da die Scanner ja eine gewisse Zeit zur Abtastung und „Fertigstellung“ eines Bildes benötigen.

Weiter haben Computerfreunde die insgesamt breitgefächerten Möglichkeiten des Zugriffs auf Bilder, die auf Massenspeichern (Disketten, Festplatten, CD's) zur Verfügung stehen. Man denke an die Möglichkeit, bei Verwendung eines CD-ROM-Laufwerks ein schönes Bild von der Foto-CD in den Personalcomputer einzulesen, mit einem Bildbearbeitungssystem zu editieren und dann als SSTV-Vorlage abzuschicken.

SSTV lebt aber von live Bildern. Auch wenn sich der Trend weiter fortsetzt, Bilder von einer Foto CD zu übertragen, gehörte in der Vergangenheit und auch in der Zukunft ein sauber und richtig ausgeleuchtetes SSTV-Bild von der Amateurfunkstation zu einer netten SSTV Verbindung!

Ein wesentlicher Faktor bei einer SSTV-Übertragung ist die Verarbeitung und Betrachtung eines empfangenes Bildes. Sehr wichtig ist hier das Auflösungsvermögen, das der angeschlossene Monitor zur Verfügung stellt. Daß die Bilddarstellung auch mit normalen TV-Geräten möglich ist, soll nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Wird eine SSTV-Software auf einem Computer eingesetzt, sollte auch dort die eingebaute Grafikkarte nicht von gestern sein. Allerdings sind die Ansprüche bei SSTV im allgemeinen nicht ganz so hoch angesiedelt wie bei der Übertragung und Darstellung von FAX-Bildern.

Auch die Archivierung der SSTV-Bilder verdient ein besonderes Augenmerk. Zum einen wird der SSTV-Freund nicht jedes Bild live mit der Videokamera aufnehmen wollen, sondern oft auf einer vorhandene Bildersammlung

zurückgreifen, und zum anderen sollen schöne bzw. interessante empfangene Bilder „auf Lager“ genommen werden, damit diese später erneut betrachtet oder wieder ausgesendet werden können. Da ein SSTV-Bild in einem schmalen Bereich des Niederfrequenz-Spektrums untergebracht wird, bietet sich die Speicherung auf normalen Tonband- bzw. Kassettengeräten an. Abgelegte SSTV-Bilder, die im Free-Run-Modus, also ohne explizit jeder Zeile zugeordneten Synchronisationssignalen, empfangen wurden, sollten allerdings nur auf Tonbandgeräten aufgezeichnet werden, die eine gewisse Qualität an Gleichlauf zur Verfügung stellen. Sonst würde doch dem Funkfreund die eine oder andere „bildtechnische Überraschung“ bei Wiedergewinnung des Bildes vom Band ins Haus stehen.

Weiter ist es interessant, Bildinformationen in digitaler Form auf einem Videoband zu speichern und umgekehrt wieder zur Aussendung darauf zurückzugreifen. Vorteil der digitalen Aufnahme gegenüber der analogen Tonbandaufnahme ist, daß sie vollkommen qualitätsverlustfrei arbeitet und schneller abläuft.

Allerdings kann die digitale Bandaufzeichnung auf Videobändern hinsichtlich Komfort nicht mit der digitalen Speicherung von Bildern in Halbleiterspeichern bzw. in den zu den Computern gehörenden Massenspeichern (Festplatten, Disketten) konkurrieren, da der Zugriff bei letzteren wesentlich besser möglich ist.

Will man heute viele SSTV-Bilder digital archivieren und dafür aber nicht unbedingt einen Computer anschaffen (noch läßt sich Amateurfunk ohne zusätzlichen Computer betreiben!), ist die Verfügbarkeit der DAT-Recorder eine Möglichkeit, das Speicherproblem zu lösen.

SSTV ist zwar eine spezielle Betriebsart zu Übertragung von Bildern, es gibt aber absolut keine uniformierte Konfiguration einer SSTV-Station. Wie bei allen anderen Betriebsarten im Amateurfunk kann auch hier je nach Geschmack und Ergiebigkeit des Geldbeutels am Hobby teilgenommen werden.



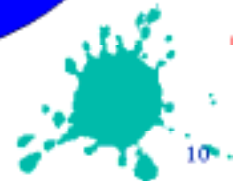
SSTV

Schmalbandfernsehen

- ◆ SSTV Betrieb
- ◆ Allgemeines



Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-



10

SSTV-Betrieb

Allgemeines

Die Betriebsabwicklung in SSTV ist sehr variantenreich. Reine SSTV-Verbindungen sind die Ausnahme. Die Regel sind Verbindungen, bei denen über ein ausgesendetes und empfangenes Bild diskutiert und über mögliche technische Besonderheiten bei Übertragung der Bilder und Bedienung der jeweiligen Systeme ausgiebig philosophiert wird. Auch ist es bei SSTV-Experten an der Tagesordnung, neue technische Weltanschauungen zu kreieren.

Die praktizierte Betriebstechnik ist aber nicht überall gleich auf dem Globus. So benutzt man vornehmlich in Osteuropa relativ schnelle SSTV-Modi (z. B. 8/16-s-Bilder) und überträgt auf diese Weise alle zwischen zwei Amateurfunkstationen austauschbaren Daten, bis hin zu der Information, welche Freßgewohnheiten die Hauskatze an verschiedenen Wochentagen hat. Diese Art der Betriebsabwicklung ist stark angelehnt an die Anfangszeit von SSTV, wo 8-s-Bilder zügig übertragen wurden und Fonie-Begleitung auf dem jeweiligen Übertragungskanal doch wenig gepflegt wurde. Es gibt für beide Richtungen Vor- und Nachteile aufzuführen und es kommt immer auf die jeweiligen technischen Möglichkeiten, die erforderlichen Sprachkenntnisse für

den internationalen Funkverkehr und auf die Fähigkeit zur Toleranz und Flexibilität der beteiligten Stationen an. In aller Regel verstehen sich bildübertragende Stationen auf den Kurzwellenbändern ausgezeichnet.



SSTV

Schmalbandfernsehen



◆ Betriebsfrequenzen

◆ <u>SSTV-KW</u>	<u>SSTV-UKW</u>
◆ 3,730-3,740 MHz	144,500 MHz
◆ 7,035-7,045 MHz	432,500 MHz
◆ 14,225-14,235 MHz	1296,500 MHz
◆ 21,335-21,345 MHz	
◆ 28,675-28,685 MHz	

Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-



Betriebsfrequenzen

Durch die stark gestiegene Aktivität, hervorgerufen durch die zahlreichen Software-Lösungen und des damit verbundenen leichteren, wenn auch begrüßenswerten Zugangs zu diesen Betriebsarten, sind Kollisionen zwischen den beiden Standbild-Betriebsarten SSTV und FAX auf der einen Seite, und zwischen Standbildübertragungen und Fonie andererseits, an der Tagesordnung. Das beschränkt sich nicht nur auf die Kurzwelle, auch auf dem 2-m-Band sind die beiden „Bildfrequenzen“ 144,500 und 144,700 MHz regional verschieden an manchen Tagen voll ausgereizt.

Hier kommen auch noch Probleme mit Nutzern von sogenannten OV-Frequenzen hinzu, die oftmals „ihre historisch angestammten“ Kanäle mit allen Mitteln verteidigen, manchmal auch mit solchen Mitteln, die sicher nicht mehr unter dem Oberbegriff „HAM-Spirit“ fallen würden.

Die IARU wird sich für zukünftige Empfehlungen etwas einfallen lassen müssen, um die einzelnen Betriebsarten in Hinblick auf die Popularisierung von Übertragungsverfahren für Bilder, Schriften und Daten und einer möglichst störungsfreien Koexistenz mit etablierten Übertragungsarten zu ermöglichen. SSTV-Spezialisten aus Schweden und Deutschland (DL4KCK) haben auf

internationaler Basis Lösungsvorschläge unterbreitet, um der Sache Herr zu werden. Leider landen solche Vorschläge in der funktionalen Trägheit nationaler Radioverbände und internationaler Gremien zu oft im Dunkeln. Entscheidungen, wenn überhaupt welche getroffen werden, kommen häufig von unbeteiligten und wenig sachkundigen Funktionären.

SSTV auf der Kurzwelle

SSTV auf VHF/UHF/SHF

3,730 ... 3,740 MHz	144,500 MHz
7,035 ... 7,045 MHz	432,500 MHz
14,225 ... 14,235 MHz	1296,500 MHz
21,335 ... 21,345 MHz	
28,675 ... 28,685 MHz	



SSTV

Langsame Bildübertragung

◆ **Betriebsabwicklung**

- ◆ **z. B: Bilder vom.....**
- ◆ **Heimatort**
- ◆ **eigener Amateurfunkstation**
- ◆ **Operator usw.**



Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-

12

Betriebsabwicklung

Mit wenigen Ausnahmen steht heute bei SSTV die Übertragung von anspruchsvollen Bildern im Vordergrund. Dies können charakteristische Aufnahmen aus dem Heimatort, ein Bild von der eigenen Amateurfunkstation, wahlweise mit stolzem Operator in Bedienerpose (alternativ mit Hund, Katze oder Wellensittich) oder das hübsche Gesicht und/oder die architektonisch gelungenen Rundungen eines hübschen Menschenkindes sein. Der Phantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt. Allerdings sollten die Bildfunkfreunde auf Sitte, Anstand und Wahrung der Menschenwürde achten, wenn Bilder in die Luft geschickt werden.

Leider ufern die diesbezüglichen Unsitten in den Mailboxen der Packet-Radio-Amateure bereits aus. Was dort in den Bilder-Rubriken eingespielt und von den Box-Betreibern entsorgt werden muß, ist keine Empfehlung für den Amateurfunk.

Echte Bildfunkfreunde, solche, die sich mit SSTV und FAX beschäftigen, werden dem schlechten Vorbild des Packet-Radio-Szenarios sicher nicht nacheifern.

Auch auf das Übermitteln von relativ belanglosen großen Schriftzügen sollte man verzichten. Hierfür ist die Betriebsart SSTV zu schade. Für die Schriftübertragung eignen sich andere Betriebsarten besser, z. B. RTTY, AMTOR oder Packet Radio.

Trotz der Normenvielfalt hat sich im praktischen Betrieb eine Art Standard herausgebildet. So werden heute ca. 95 % aller Verbindungen auf der Kurzwelle im Modus „**Martin 1**“ abgewickelt. An der Tagesordnung sind aber auch Versuche mit anderen Modi, die höhere Bildauflösungen ermöglichen. Bei SSTV-Wettbewerben wird wegen der Zeitkomponente und einer flüssigen Betriebsabwicklung der alte 8-Sek.-Schwarz/Weiß-Modus bevorzugt. Hier kommt es ja auch nicht so sehr auf die Farbenpracht und Schönheit der Bilder an.

Bei CQ-Rufen sollte auf jeden Fall das Bild in dem Modus ausgestrahlt werden, den man für die weitere Betriebsabwicklung wünscht. Namen, Standorte, Stationsvorstellungen und Rapporte werden von echten SSTV'ern mit in die zu übertragenden Bilder eingearbeitet. Bei der Angabe des Empfangsrapportes wird das **RSV**-System bevorzugt, wobei das vom üblichen **RST**-System abweichende „**V**“ für Videoqualität steht. Bei starkem QRM ist es ratsam, auf einem Modus mit höherer Auflösung umzuschalten, also möglichst langsame Bilder zu übertragen. Auch ist es in verschiedenen Situationen angebracht, ein Bild mehrmals hintereinander auszusenden.

Im allgemeinen gilt für SSTV-Newcomer der alte Amateurfunk-Grundsatz, der das intensive Beobachten von laufenden QSO's empfiehlt, bevor mit dem eigenen Sender in das Geschehen eingegriffen wird.

Auf diese Weise werden betriebstechnische Katastrophenzustände vermieden, die sonst nur die Freude der am Geschehen beteiligten Funkfreunde beeinträchtigen würden.

In aller Regel ist es möglich, auf Kurzwelle mit allen Kontinenten Zweiwegverbindungen in SSTV durchzuführen. Bei Auftauchen einer SSTV-Station sollte zunächst auf den Standardmodus „**Martin 1**“ geschaltet werden, wenn der Operator eine mögliche andere Übertragungsnorm nicht schon durch das geschulte Ohr akustisch erkennt.

Allerdings sollte man als SSTV-Operator nicht unbedingt gleichzeitig QRPP-Freund sein. Eine gewisse Möglichkeit der Nutz-/Stör-Selektion ist für eine SSTV-Partnerstation schon von Vorteil. Mit der heute üblichen HF-Leistung von 100 Watt und einer guten Antenne wird der Austausch von Bildern aber auch im DX-Verkehr klappen. Die Übertragung in den Kurzwellenbändern, speziell im 80-m-Band, kann durch die vom normalen

Fernsehübertragungsverfahren her bekannten Geisterbilderscheinungen, hervorgerufen durch Multipath- und Phasendreheffekte auf der Übertragungstrecke, beeinträchtigt werden. „Langsame“ Bilder mit hoher Auflösung, wenn diese noch „freilaufend“, also mit nur wenigen Synchronisierungssignalen gesendet werden, übertragen aber noch Information bei Bedingungen, bei denen eine Foneiverbindung in SSB-Modulation längst nichts mehr hergibt.

Ein besonderes Augenmerk gilt bei SSTV-Aussendungen, wie auch bei FAX-Aussendungen, der Endstufe des Senders. Die Bildmodulation läßt die Senderendstufe fast im „Dauerstrich“ arbeiten. Um thermischen Problemen entgegenzuwirken, ist eine leichte Verringerung der Sendeleistung ratsam.

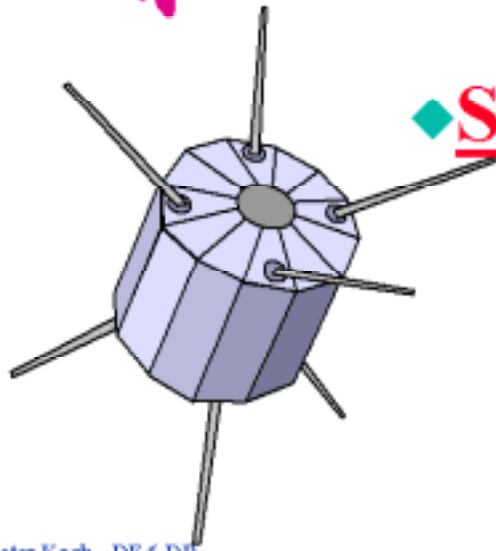
Der Bildfunkpartner wird es in der Regel nicht merken, die Senderendstufe wird dem Operator dagegen dankbar sein, in Gestalt einer längeren Lebensdauer.

SSTV-Verbindungen in Frequenzmodulation auf den VHF-, UHF- und SHF-Frequenzen können sehr störungsfrei abgewickelt werden. Hier muß die Lage eines SSB-Hilfsträgers nicht als Kriterium für die richtige Einstellung des Bildinhalt-Frequenzbereichs und der Synchronisation verwendet werden. Gleichwellenprobleme gibt es in den höheren Frequenzbereichen so gut wie nicht, sofern in FM gearbeitet wird. Die größeren Reichweiten erzielt man allerdings, wenn in SSB gearbeitet wird. Zusätzliche Anruffrequenzen in den SSB-Segmenten wären wünschenswert.



SSTV

Langsame Bildübertragung



◆ SSTV Aktivitäten

Klaus Dieter Koch -DF 6 DK-



SSTV-Aktivitäten

SSTV-Betrieb ist fast auf allen Bändern von 80 m bis 70 cm zu beobachten. Es ist aber jetzt schon zu beobachten, daß auf einigen Bändern aufgrund der stark gestiegenen Aktivität rund um diese empfohlenen Bereiche SSTV-„Geräusche“ durch den Äther marschieren. Nach Verfügbarkeit der vielen SSTV-Computerlösungen und der damit allseits begrüßten Steigerung der Aktivität war das Augenmerk auf die Betriebstechnik bei manchen neuen Standbildbegeisterten ganz unten angesiedelt. Dies führte zu starken Störungen auf den empfohlenen schmalen Frequenzsegmenten für SSTV.

Leider werden im Kurzwellenbereich bildübertragende Stationen häufig zusätzlich dadurch gestört, daß viele Fonie-SSB'ler entweder die SSTV'ler bewußt „überbügeln“ oder keine Kenntnis davon haben, daß es noch andere Betriebsarten und empfohlene Bandpläne der IARU gibt. Es kommt auch vor, daß eine auftauchende Bildmodulation von besonders schlauen „Funkexperten“ als Signale kommerzieller Bandeindringlinge gewertet werden. So manche Tagesaktivität eines Bildübertragungsfreundes ist darauf schon den Kilowattendstufen-gestützten „Säuberungsaktionen“ zum Opfer gefallen.

Einsteiger in den Bildfunk sollten sich aber nicht durch bewußte oder unbewußte Störungen abschrecken lassen. Die Devise lautet: Je größer die Aktivität, desto größer ist der Aufklärungserfolg bei den Nur-Fonielern.

Sicher werden in absehbarer Zeit die Selbstheilungskräfte auf den Kurzwellen-Bändern greifen.

Eine sichere Bank für erste Empfangserfolge sind Beobachtungen der Frequenzen 144,500 und 144,700 MHz im 2-m-Band. Hier laufen vielerorts regionale SSTV-Versuche in Frequenzmodulation. Neue Systeme werden ausprobiert und dazu gibt es reichlich technische Begleitkommentare.

Auch auf den Frequenzen 432,500 und 432,700 MHz werden verschiedentlich Bilder übertragen. Im Kurzwellenbereich ist in den Bereichen um 3,730 MHz (80m) und 14,230 MHz (20m) in Abhängigkeit der tageszeitlichen Ausbreitungsbedingungen ständig „etwas wahrzunehmen“. Auf 14,230 MHz finden samstags regelmäßige Runden statt, und zwar zu den Zeiten 15.00 und 18.00 UTC.

Sehr interessant sind die im 70-cm-Band auf den Ausgabe-Frequenzen 438,575, 438,600 und 438,625 MHz (Eingabe mit -7,6 MHz Shift) angesiedelten Multimode-Relais. Diese sind zwar noch nicht flächendeckend anzutreffen, die Erfolge und weitere Verbesserungen bei den Pilotprojekten könnten aber durchaus zur Nachahmung anregen. Eine regelmäßige Aktivität ist auf dem im Raume Hamburg/Schleswig-Holstein zu arbeitenden Umsetzer DBØEK (438,600 MHz) zu beobachten.

Einen hohen Entwicklungsstand besitzt das seit 1980 in Köln betriebene ATV-Relais DBØKO, das von Anfang an als Multimedia-Umsetzer geplant war (Verantwortlicher: DF9KH).

Die Relaisfunkstelle DBØKO sendet auf 1280 MHz in AM-ATV und ermöglicht ATV-, RTTY-, SSTV- und FAX-Eingaben. Die dafür erforderliche aufwendige zentrale Steuerungstechnik arbeitet in der Zwischenzeit mit Computern. Als recht anspruchsvolles und komplexes technisches Projekt des Amateurfunks kann es nur noch mit einem Team von Spezialisten für die einzelnen Betriebsarten beherrscht werden.

Bei der Standbildumsetzung diente zunächst ein von DJ1KF aufgebauter Wraase-SSTV-Bildspeicher (Normenwandler-Prototyp) der SSTV-Übertragung über DBØKO. Später übernahm ein von DL4KCK umgebauter Wraase SC-1 diese Aufgabe. Das Bild-Auflösungsvermögen wurde dadurch wesentlich gesteigert, und hinzu kamen die Möglichkeiten von Farb-SSTV und FAX.

Das Multimedia-Relais kann auf der Frequenz 144,500 MHz mit graustufigen SSTV-Bildern im 8- oder 16-Sekunden-Format beschickt werden. Der Umsetzer erkennt den 1200-Hz-Bildsynchronimpuls und speichert nach zwei- bis dreimal wiederholten Bilddurchgängen das ankommende Bild. Auf der Frequenz 144,700 MHz können dem Umsetzer zeilensequentielle Farb-SSTV-Bilder in den Wraase-Modi 24- und Quasi-48-Sekunden angeboten werden. Ebenfalls auf dieser Frequenz sind FAX-Eingaben möglich. Ein am Umsetzer ankommendes FAX-Bild muß einen 1200-Hz-Startimpuls mit ca. 60 Millisekunden Länge oder einen Startton von 675 Hz (Norm-Startton für Amateurfunk-Standard-Modul 288) aufweisen.

Ein Bild kann von DBØKO entweder nur auf der einen oder der anderen Eingabefrequenz empfangen werden. Die Eingaben sind gegenseitig verriegelt. Es laufen immer weitere Modernisierungsmaßnahmen am Multimedia-Umsetzer DBØKO. Der Wraase SC-1 soll von einem Amiga-2000-Computer und einem Amiga-ScanMate-System von DL8KCX und DL9KCG abgelöst werden.

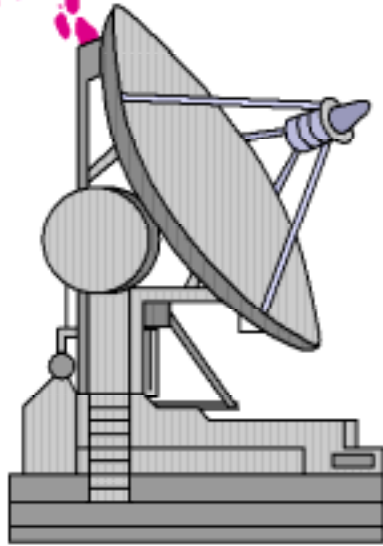
Selbst über Amateurfunk-Satelliten wird SSTV-Betrieb durchgeführt. So tauschen einige Radio Sputnik-Nutzer SSTV-Bilder über den Satelliten-Mode **KT** aus. Dabei beträgt die Empfangsfrequenz 29,440 MHz plus/minus Doppelshift, die Sendefrequenz ist 21,240 MHz. Wegen der Doppler-Frequenzverschiebung während des Satellitendurchgangs sind vor allem die Free-Run-Modi (z. B. Martin, ScanMate oder AVT) zu empfehlen.

Auch über die verschiedenen OSCAR Satelliten treffen sich SSTV-Freunde samstags und sonntags. Die Sendeleistung sollte immer so niedrig gehalten werden, daß der umgesetzte Träger nicht lauter als die Satelliten-Bake zu hören ist. Gute Empfangsantennen (möglichst zirkular polarisiert) und rauscharme Vorverstärker sind zu empfehlen. Vor jeder Bildaussendung sollte man in Fonie den verwendeten Modus ankündigen. Das hilft auch dem SWL, den Empfänger richtig abzustimmen.

Im Juni 1992 war sogar eine SSTV-Anlage (Robot) an Bord eines Space Shuttle bei der Mission STS-50. Die Astronauten und Funkamateure Dick Richards, KB5SIW, und Ellen Baker, KB5SIX, tauschten viele SSTV-Bilder mit irdischen Stationen aus.

SSTV

Langsame Bildübertragung



◆ Bildfunk

◆ Ausblicke

Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-



SSTV Bildfunk Ausblicke

Zur Zeit der Entwicklung von SSTV war diese Betriebsart vollständig auf analoge Verarbeitungstechniken ausgerichtet. Für die Modulation, Übertragung und Demodulation gilt das natürlich nach wie vor. Aber bereits die ersten digitalen Bildspeicher, entwickelt von Volker Wraase, (DL2RZ), zeigten in den 70'er Jahren schon, wo die SSTV-Reise hinführen sollte. Heute wird der SSTV-Betrieb entweder mit aufwendigen Spezialgeräten (z. B. Wraase SC-1 und SC-2 und als neuestes auf dem Markt der SC-3, Robot 1200C oder FH21-P), die alle eine blühende Synthese aus Analog- und Digitaltechnik beinhalten, oder maßgeblich mit nicht weniger aufwendiger Software, die für Personal- und Heimcomputer zur Verfügung steht, durchgeführt.

Funkamateure aus Deutschland, Großbritannien und den USA haben in den letzten wenigen Jahren exzellente SSTV-Lösungen auf Computern realisiert. Daraufhin konnten viele Funkamateure in die Bildübertragung einsteigen, die bis dahin nicht im entferntesten daran gedacht haben, sich mit „exotischen“ Spielarten des Amateurfunks zu beschäftigen.

Die Digitalisierung in der Kommunikationstechnik wird weiter voranschreiten. Der Amateurfunkdienst mit seinen vielfältigen Möglichkeiten wird hoffentlich

ein Spiegelbild dieser Entwicklung bleiben, auch bei den Techniken der Bildübertragung. Zur nachrichtentechnischen „Gründerzeit“ waren die kommerziellen Entwicklungen so manches Mal ein Abbild der Entdeckungen und Entwicklungen der Funkamateure. Diesen Anspruch können die Funkamateure kurz vor dem Jahre 2000 im allgemeinen nicht mehr halten.

Aber es gibt Ausnahmen:

Die letzten Amateurfunkentwicklungen, die die farbenprächtige Übertragung von Slow-Scan-TV-Bildern und auf dem Funkwege mit hoher Auflösung zulassen, hat viele außerhalb des Amateurfunks stehende und dabei auch kommerzielle Interessenten, Nutzer und Weiterentwickler auf den Plan gerufen. Durch die zunehmende Digitalisierung (Stichwort: **DSP** - Digital Signal Processing) wird in den nächsten Jahren viel in Bewegung bleiben und noch kommen.

Am Ende meiner Ausführungen bietet sich hier die Gelegenheit, allen Zuhören und Lesern viel Freude bei der Beschäftigung mit der Standbild-Betriebsart **SSTV** zu wünschen.



SSTV

Langsame Bildübertragung

- ◆ Danke für Ihr Interesse an dem Bildübertragungsverfahren SSTV!
- ◆ Ich wünsche Ihnen und mir stets ein flimmerfreies, rauscharmes und dem menschlichen Anstand entsprechendes SSTV Bild!
- ◆ vy 73 de Klaus Dieter, DF 6 DR

Klaus Dieter Koch -DF 6 DR-



Man trifft sich auf den Bändern!

Hoffentlich bleiben diese, uns Bildfunkern, noch lange erhalten. Ich bedanke mich für Ihr Interesse an dem Bildübertragungsverfahren SSTV und wünsche Ihnen und mir ein stets flimmerfreies, rauscharmes und dem menschlichen Anstand angelehntes SSTV-Bild.

Ihr Klaus Dieter, DF 6 DR

Slow Scan Television = SSTV=Schmalbandfernsehen

Kurzbeschreibung

SSTV dient der Übertragung von Standbildern in einem Telefoniekanal. Dadurch können auf der Kurzwelle aber auch auf UHF/VHF mit Hilfe eines Funkgerätes weltweit Bilder übertragen werden. In der Grundnorm mit 128 mal 128 Bildpunkten benötigt ein Bild 8 Sekunden, in den höher auflösenden Normen dann 16 oder 32 Sekunden. Für ein Farbbild wird die dreifache oder je nach verwendeten Modi die mehrfache Zeit benötigt.

Stationsausrüstung:

Man benötigt dazu empfangsseitig einen SSTV-Empfangskonverter, der die vom Funkgerät kommenden Töne in ein Bild umwandelt, das dann mit einem Fernseher oder einem Computermonitor betrachtet werden kann. Für einige Rechner gibt es auch Programme, die mit einem minimalen zusätzlichen Hardwareaufwand auskommen. Will man Bilder "live" senden, benötigt man eine Fernsehkamera und einen Sendekonverter, der aus dem Ausgangssignal der Kamera die Töne für das Funkgerät erzeugt. Für den Anfang genügt es aber auch, wenn man sich die Ausrüstung von einem befreundeten OM ausleiht und einige interessante Bilder auf Tonband aufnimmt, um sie bei Bedarf auszusenden.

Bestückte Leiterkarten als Empfangskonverter für die Grundnorm, für die man dann noch etwas "Drumherum" (Gehäuse, Netzteil) selbst bauen muß, gibt es bereits unter DM 300,00. Baut man ganz selbst, geht es noch günstiger. Will man auch in höher auflösenden Normen arbeiten, wird es natürlich etwas teurer. Die Preise für Computerprogramme inkl. des erforderlichen Interface bewegen sich etwa zwischen DM 300,00 und DM 1000,00, je nach Leistungsfähigkeit. Schließlich gibt es auch Komplettgeräte, die alle Normen beherrschen und an die nur noch Monitor, Kamera und Funkgerät angeschlossen werden müssen. Solche Geräte kosten über DM 2000,00.

Aktivitäten und Betriebsfrequenzen auf der Kurzwelle:

3730, 7040, 14230, 21340, 28680 kHz

Konteste/Diplome:

Internationaler SSTV-Kontest des DARC,
Aktivitätsdiplom,

Literatur:

KW Amateurbildfunk SSTV und FAX, H.J. Pietsch, DJ6HP, Franzis Verlag, RPB 154
Das FAX/SSTV Praxisbuch für Funkamateure, Ferdi Schmidt, DK5BI, DARC Verlag
Diverse Beiträge in den cq DL's der letzten Jahrzehnte