

# 1 Grundlagen TV Signale

1	Grundlagen TV Signale .....	1
1.1	Messwerte .....	2
1.2	Rauschen .....	2
1.3	Signaldarstellung .....	3
1.4	Bandbreite .....	3
1.5	Verzerrungen .....	3
1.6	Leitungen .....	4
1.7	Verstärkung .....	4
2	Das analoge Videosignal .....	4
2.1	Das S/W Bildsignal .....	4
2.2	Der Bildaufbau .....	5
2.3	Das Bildwandlungsprinzip .....	5
2.4	Normen .....	6
2.5	Das Bildsignal .....	7
2.6	Austastlücken .....	7
2.7	Synchronsignale .....	9
2.8	Das BAS-Signal .....	10
2.9	Die Zeilenzählung .....	11
2.10	Auflösung und Videofrequenz .....	11
2.11	Das Farbsignal .....	11
2.12	Das RGB Signal .....	12
2.13	Das Komponentensignal .....	12
2.14	Das FBAS Signal .....	13
2.15	Der Burst .....	14
3	Information über Dokument .....	15

## 1.1 Messwerte

Angaben von Amplitudenwerten, Verstärkungsfaktoren, Spannungen, Leistungen, Verhältnis von Signal- zu Rauschleistung (S/N) etc. werden als relative logarithmische Werte **a** mit der Einheit **deziBel** (dB) angegeben. Etwas vereinfacht bedeutet dass : Diese Werte können ohne Bezug z.B. als 10 dB. dargestellt werden, oder in Bezug auf eine andere Messgrösse z.B. -10 dBV. Der Bezug also aufs "V" bedeutet zu einer definierten Spannung. Je nach Einheit gelten ebenfalls definierte Angaben.

## 1.2 Rauschen

Ein Nutzsignal kommt in der Praxis nie ohne irgendwelche Störsignalen daher. Genau diese Störsignale werden als Rauschen definiert. Man unterscheidet hier verschiedenen Arten von Rauschen, welche auch verschiedenen Ursprungs sind. So gibt es z.B. ein thermisches Rauschen, welches z.B. bereits durch einen stromdurchflossenen Widerstand produziert wird. Also Rauschen das die Bauteile oder Bauteilegruppen eines Gerätes produzieren. Ein unerwünschtes Brummen (definiert als deterministisches Signal), wird ebenfalls als Rauschen definiert.

Im allgemeinen gilt **ein möglichst grosser Abstand zwischen Nutz- und Störsignal** zu erreichen. Für ein Videosignal sollte z.B. im Minimum ein S/N (Verhältnis Signal to Noise) von 50 dB erreicht werden um noch eine akzeptable Bildqualität zu haben (siehe verrauschtes und unverraushtes Signal, Abbildung 1-1)

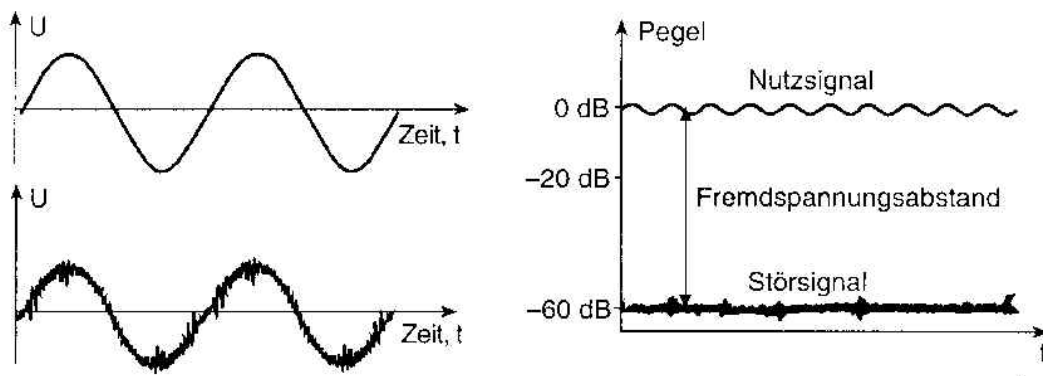


Abbildung 1-1: Stör- und Nutzsignal

### 1.3 Signaldarstellung

Die gebräuchlichste Art der Signaldarstellung ist die Wiedergabe des Signalverlaufs über der Zeit. Dieser Verlauf kann mit einem **Oszilloskop** sehr einfach dargestellt werden. Häufig ist es aber auch erwünscht, das Signal in Abhängigkeit von Frequenzen darzustellen. Hierzu ist ein **Spektrumanalyser** wohl das beste Mittel (siehe zeit- und frequenzabhängige Darstellung einer Sinusschwingung, Abbildung 1-2)

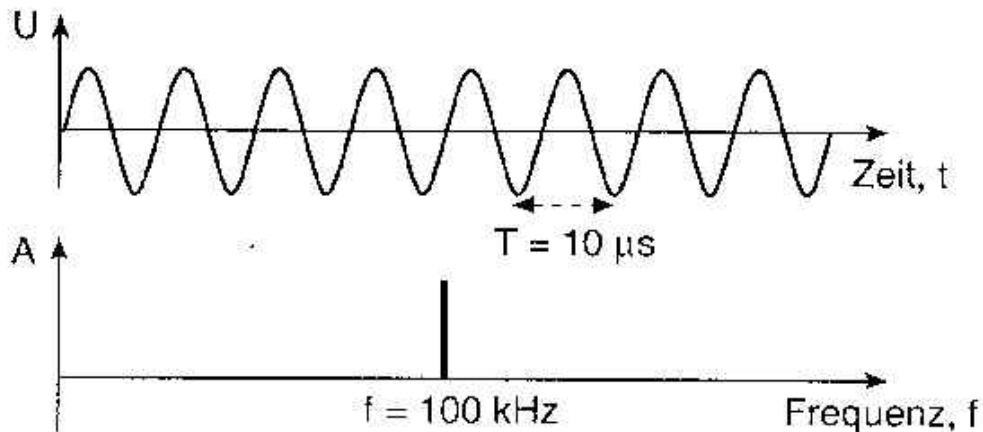


Abbildung 1-2: Signal/Frequenz

### 1.4 Bandbreite

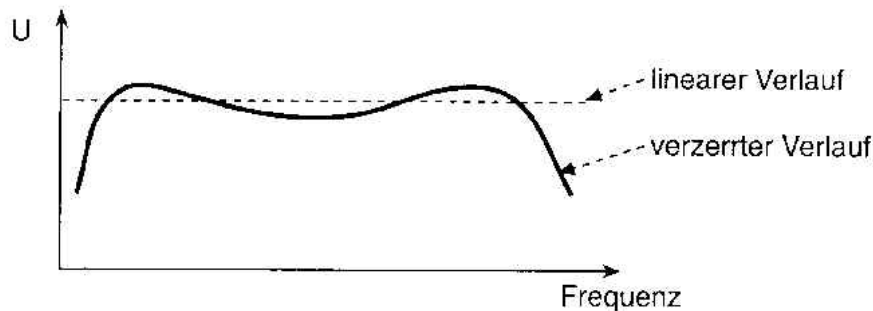
Bei der Übertragung brauchen nur Frequenzen berücksichtigt zu werden, welche auch von menschlichen Sinnen erfasst werden können. Im Audiobereich sind dies Frequenzen von 20 Hz bis 20 kHz. Dies entspricht also einer Bandbreite von 20kHz.

Die Helligkeitsinformation in einem Videosignal wird als Spannungsänderung dargestellt. Zur Übertragung eines Standardsignals wird eine Bandbreite von ca. 5 MHz benötigt. Für höhere Qualitäten z. B. im Kino wird schon eine Bandbreite von 30 MHz nötig. Zur Übertragung von solchen analogen Signalen kommen hauptsächlich elektrische Leitungen in Frage.

### 1.5 Verzerrungen

Man unterscheidet hauptsächlich zwischen zwei Arten von Verzerrungen. Die linearen und die **nichtlinearen Verzerrungen**. Im Audiobereich nennt man die nichtlinearen Verzerrungen den **Klirrfaktor**.

Lineare Verzerrungen sind Abweichungen eines **Amplitudenganges** von einem vordefinierten linearen Verlauf.



**Abbildung 1-3: Verzerrungen**

## 1.6 Leitungen

Alle elektrische Leitungen haben einen ohmschen Widerstand, eine Kapazität und eine Induktivität. Diese Eigenschaften werden vom Aufbau wie auch von den verwendeten Materialien gegeben.

Bei der Übertragung müssen vor allem bei hohen Frequenzen lineare Verzerrungen miteinkalkuliert werden. So ist eine Übertragung von Audio-Signalen (Bandbreite 20kHz) relativ problemlos. Jedoch bei Videosignalen (Bandbreite 5MHz) wird dies schon kritischer.

Entzerrungen oder spezielle Signalführungen werden bei hoher Bandbreite und hohen Qualitätsanforderungen eingebaut. So können z.B. durch symmetrische Signalführung Störungen von Aussen minimiert werden (im Audiobereich oft genutzt).

## 1.7 Verstärkung

Elektrische Leitungen bedämpfen das Signal, daher sind Verstärker nötig. Diese Verstärker können einen Defekt aufweisen, welche zu Verzerrungen oder unerwünschten Schwingungen führen können.

# 2 Das analoge Videosignal

## 2.1 Das S/W Bildsignal

Zur Wandlung eines Bildes in ein elektrisches Signal wird zunächst eine zweidimensionale Abbildung erzeugt. Das Bild entspricht einer flächigen Anordnung sehr vieler Leuchtdichtewerte, die sich zeitlich dauernd ändern. Die hohe Informationsdichte muss reduziert werden, der dabei entstehende Fehler soll dem menschlichen Auge als irrelevant erscheinen. Eine erste Reduktion im Bezug auf das Original ist bereits die Abbildung auf zwei Dimensionen, weiterhin wird die Bildinformation durch zeitliche und räumliche Quantisierung reduziert. Bei der zeitlichen Quantisierung ist eine Bildrate von ca. 20 Bildern pro Sekunde nötig, damit dem Auge Bewegungsvorgänge als fließend erscheinen.

## 2.2 Der Bildaufbau

Die Information über alle Bildpunkte steht gleichzeitig bereit, die parallele Übertragung aller Punktinformationen wäre aber sehr unwirtschaftlich. Ein wesentlicher Gedanke ist daher, die Bildpunktinformation seriell statt parallel zu übertragen. Wenn die Abtastung des Bildes, die Wandlung und der Bildaufbau bei der Wiedergabe schnell genug vor sich gehen, erscheint den menschlichen Auge ein ganzes Bild, obwohl zu jedem Zeitpunkt nur ein Bildpunkt übertragen wird.

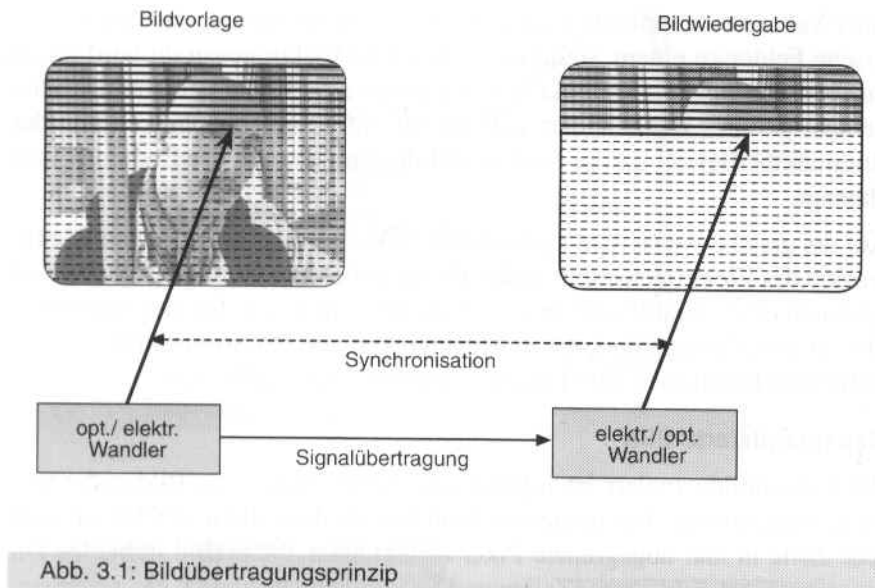
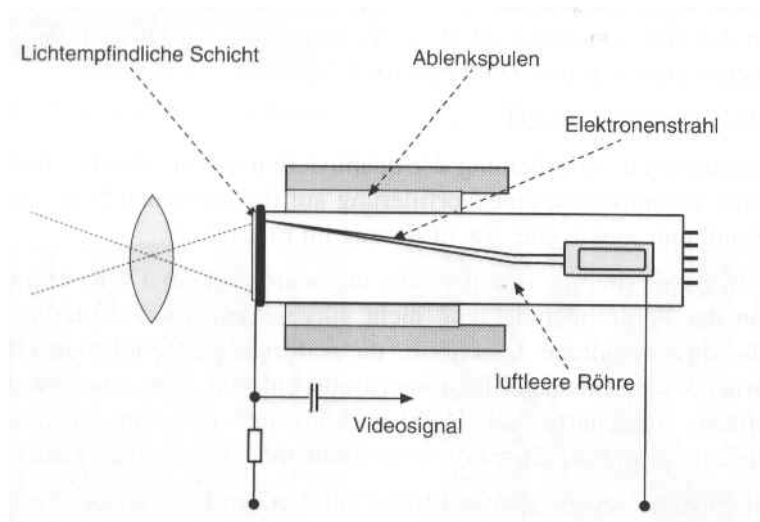


Abb. 3.1: Bildübertragungsprinzip

*Abbildung 2-1: Übertragung der Bildpunkte*

## 2.3 Das Bildwandlungsprinzip

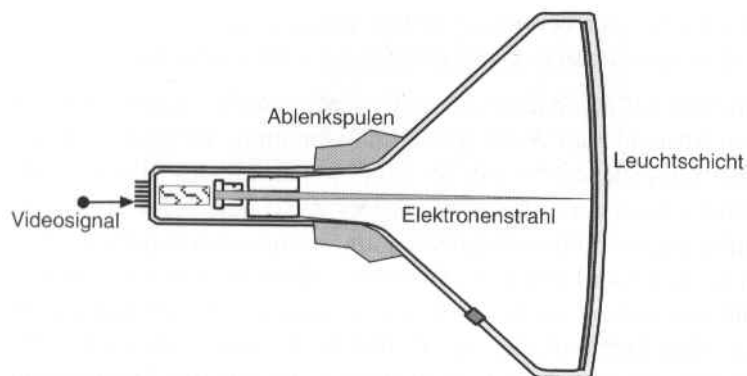
Gleich wie das Nipkow-Prinzip wird das Bild zeilenweise abgetastet. Jede Zeile wird in Bildpunkte zerlegt. Die Bildpunkthelligkeit ruft im Bildwandler ein elektrisches Signal hervor. Die von allen Bildpunkten parallel vorliegende Information wird in eine serielle gewandelt, allerdings nicht mit mechanischen, sondern mit elektronischen Mitteln. Aus den räumlichen Nebeneinander der Bildpunkte wird so ein zeitliches Nebeneinander. In der analogenameratechnik dient bis heute der Elektronenstrahl in einer so genannten **Braunschen Röhre** als Parallel-seriell-Wandler.



**Abbildung 2-2: Braunsche Röhre**

Beim Röhrenbildwandler werden Elektronen in einer Vakuumröhre mittels einer geheizten Kathode erzeugt und durch elektrische Felder zu einem Strahl gebündelt. Der Elektronenstrahl wird durch magnetische Felder abgelenkt und zeilenweise über eine lichtempfindliche Schicht geführt. Dabei ändert sich der Stromfluss in Abhängigkeit von der Bildpunkthelligkeit, da der Widerstand der Schicht von der Lichtintensität abhängt.

Auf die gleiche Weise wird auch auf der Wiedergabeseite gearbeitet. Die Intensität des Elektronenstrahls in der Wiedergaberöhre wird vom Videosignal gesteuert. Der Strahl wird in gleichem Rhythmus wie bei der Aufnahme über eine Schicht geführt, die in Abhängigkeit von der Stromstärke der auftreffenden Elektronen zum Leuchten angeregt wird.



**Abbildung 2-3: Bildröhre**

## 2.4 Normen

Natürlich muss die ganze Übertragung sendeseitig und empfangsseitig nach dem gleichen Verarbeitungsprinzip ablaufen. Deshalb wurden Normen eingeführt. Wir betrachten dabei unsere mitteleuropäische PAL-Norm. Ein Bild hat 625 Zeilen, welche in 2 Halbbildern zu 312.5 Zeilen dargestellt werden. Weitere Normen sind NTSC und SECAM.

## 2.5 Das Bildsignal

Die abgetasteten Bildpunkte haben verschiedene Helligkeiten. Helle Bildpunkte werden durch ein hohes - dunkle Bildpunkte durch ein geringes Videosignal repräsentiert. Der Unterschied zwischen dem dunkelsten und dem hellsten Punkt entspricht einer Signaldifferenz zwischen **0 Volt und 0.7 Volt** (0mV und 700 mV, siehe Bild.8 !Achtung, Darstellung ohne Synchronisationssignale!).

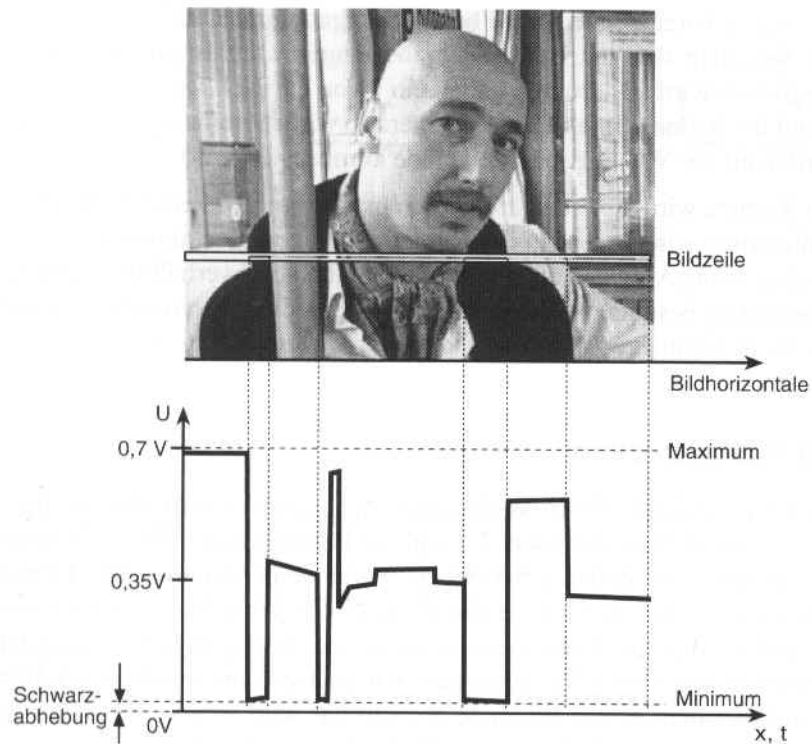


Abbildung 2-4: Synchronisationssignale

## 2.6 Austastlücken

In Europa wird mit 25 Bildern pro Sekunde gearbeitet, damit beträgt die Bilddauer 40ms und die Dauer eines Halbbildes 20ms. Während 40ms werden 625 Zeilen geschrieben, woraus eine Zeilendauer von **64ms** folgt. Diese Zeiten stehen aber nicht vollständig zum Schreiben der Zeilen zur Verfügung, denn nachdem der Strahl den rechten Bildrand erreicht hat, muss er zum linken zurückspringen damit eine neue Zeile beginnen kann und nachdem er das Bildende erreicht hat wird eine gewisse Zeit benötigt, damit er wieder zum Bildanfang zurückgeführt werden kann.

Wegen des geringen Standes der Technik zu Zeiten der Systemkonzeption in den 50er Jahren wurden für den **horizontalen Strahlrücksprung** (das Zurückspringen um eine neue Zeile zu schreiben) **12ms** reserviert, damit die Fernsehempfänger nicht zu aufwendig gebaut werden mussten. Diese Zeit wird horizontale Austastlücke genannt, da der Strahl beim Rücksprung nicht sichtbar sein darf und daher abgeschaltet, also ausgetastet wird.

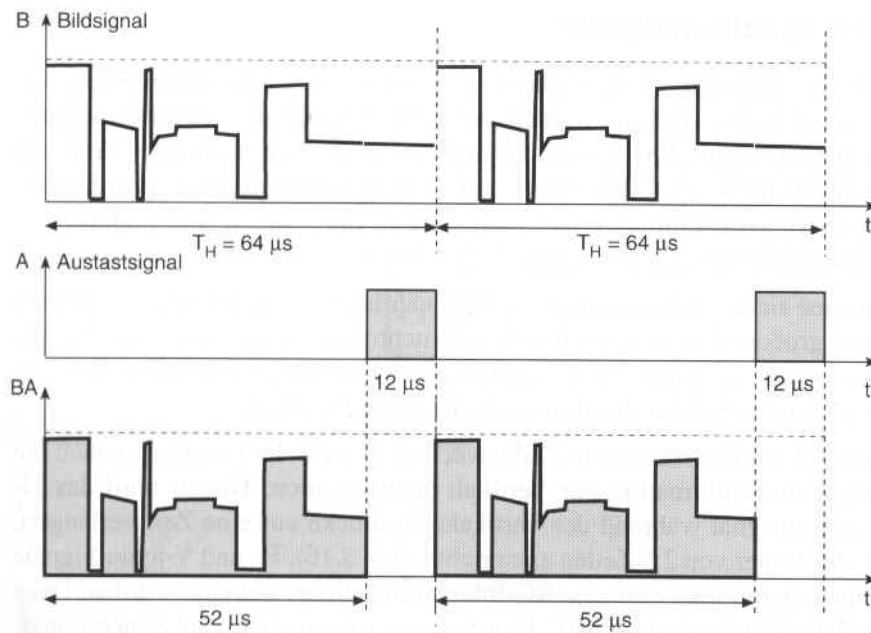


Abbildung 2-5: Synchronisationssignale

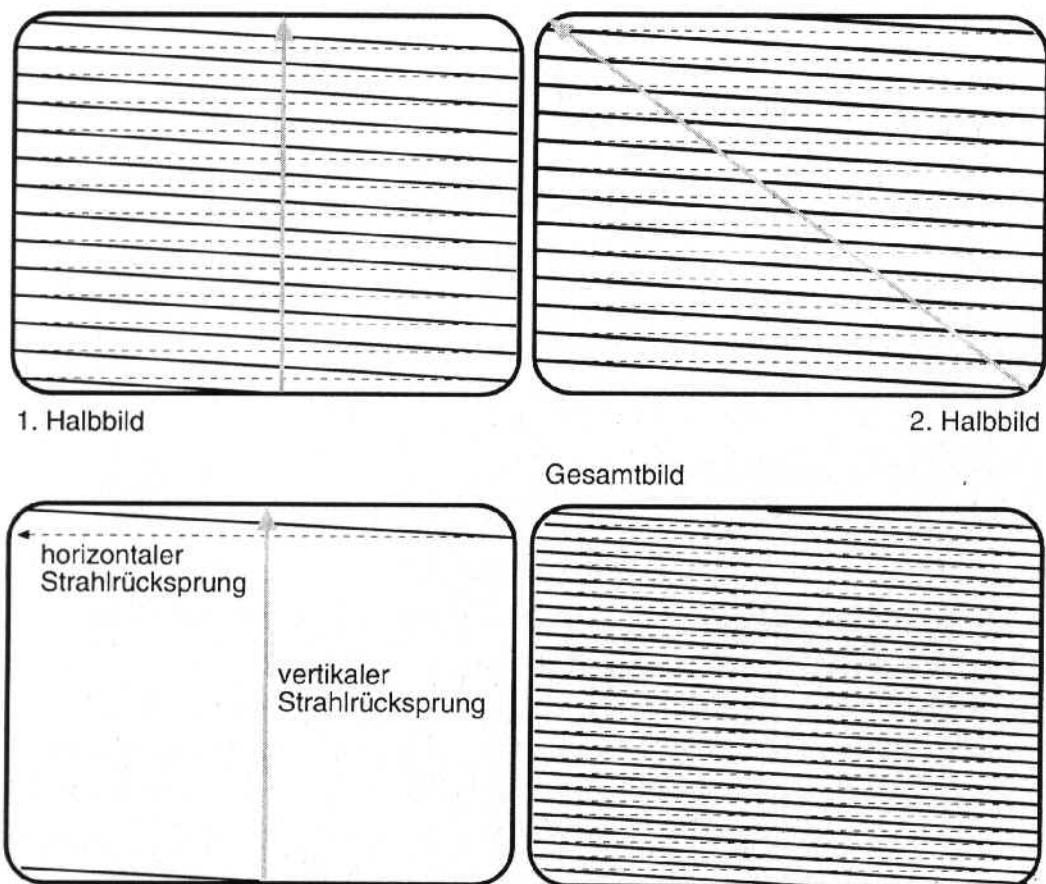


Abbildung 2-6: Strahlrücksprung

Für den **Strahlrücksprung** nach Beendigung eines Halbbildes wird jeweils eine **Vertikalaustastlücke** von **1,6ms** reserviert, d.h. für die Dauer von 25 Zeilen pro Halbbild ist



der Elektronenstrahl ausgeschaltet. Im europäischen Fernsehsystem sind von den 625 Zeilen pro Bild also nur 575 Zeilen nutzbar. Die für das Bild nutzbare Zeilendauer beträgt **52m s**, bei einer Gesamtzeilendauer von **64m s**.

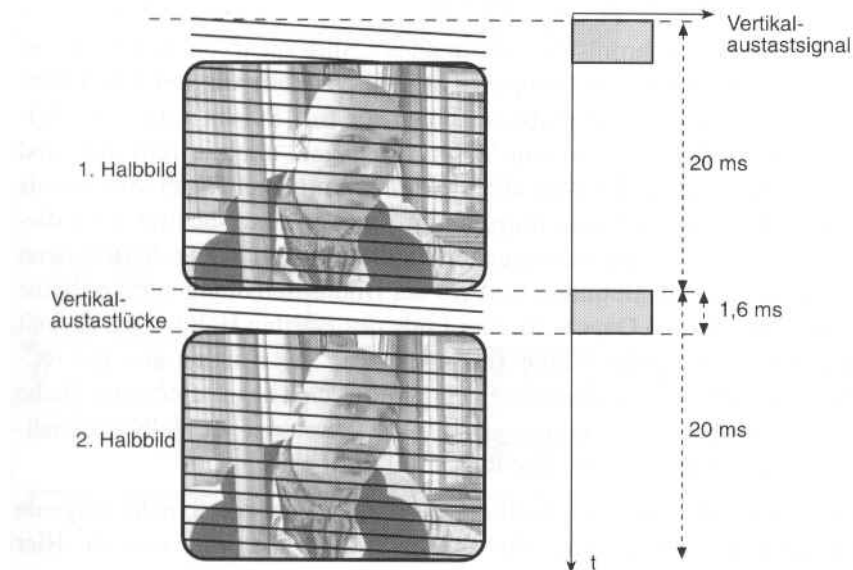


Abbildung 2-7: Vertikal-Austastsignale

## 2.7 Synchronsignale

Im Empfänger müssen die Zeilen in gleicher Weise geschrieben werden, wie sie in der Kamera erzeugt werden, der nötige Gleichlauf wird mit Synchronsignalen erreicht. Zu **Horizontalsynchronisation** wird nach jeder Zeile ein Rechtecksignal von **4,7m s** Dauer in der **Horizontalaustastlücke** positioniert. Dieser H-Synchronimpuls liegt eingebettet in die sogenannte **vordere** beziehungsweise **hintere Schwarzschulter**, die **1,5m s** und **5,7m s** dauern

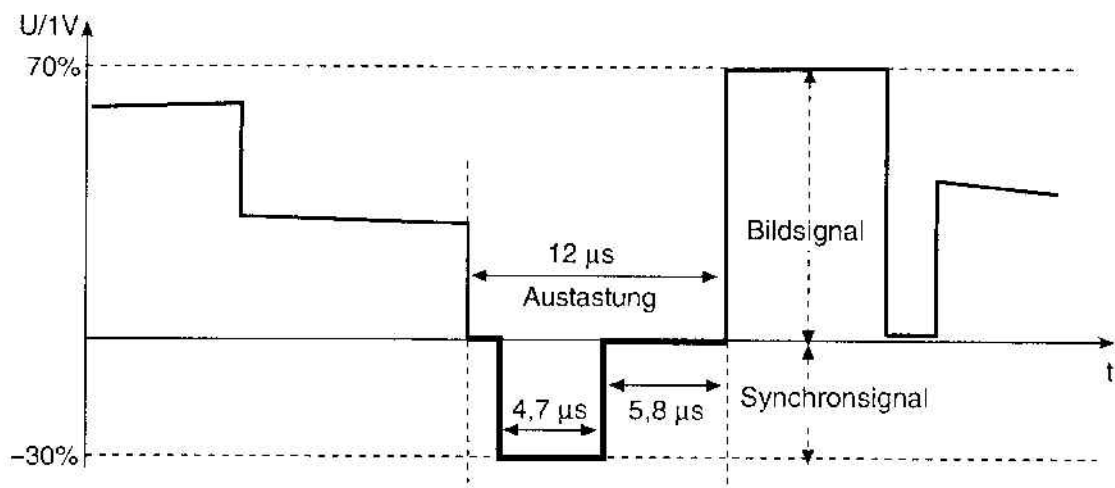


Abbildung 2-8: Hintere- und vordere Schwarzschulter

Um eine sichere Synchronisation zu gewährleisten, hat der Impuls einen relativ grossen Wert von 3/7 der Bildamplitude, das heisst: **300mV oder 0.3 Volt**.

Neben der Information zum Zeilenwechsel braucht der Empfänger auch die **Bildwechselinformation** zur **Vertikalsynchronisation**. Hierzu wird das H-Synchronsignal während der Vertikalaustastlücke auf eine Zeit verlängert, die der Dauer von 2,5 Zeilen entspricht. Damit die Zeilensynchronisation während der Bildsynchronisation nicht gestört wird, wird der V-Synchronimpuls zweimal pro Zeile für je **4,7m s** unterbrochen, das Signal erscheint also als Folge von fünf Pulsen mit je 43% Zeilendauer. Weiterhin werden dem V-Synchronsignal noch je **fünf Vor- und Nachtrabanten** mit einer Dauer von jeweils **2,35m s** im Halbzeilenabstand hineingefügt.

Die **Vor- und Nachtrabanten** dienen dazu, gleiche Anfangsbedingungen für die Integration zu schaffen, denn am Ende des ersten Halbbildes wird vor der Bildumschaltung nur eine halbe Zeile geschrieben, im Gegensatz zum Ende des zweiten Halbbildes, das mit einer ganzen Zeile endet.

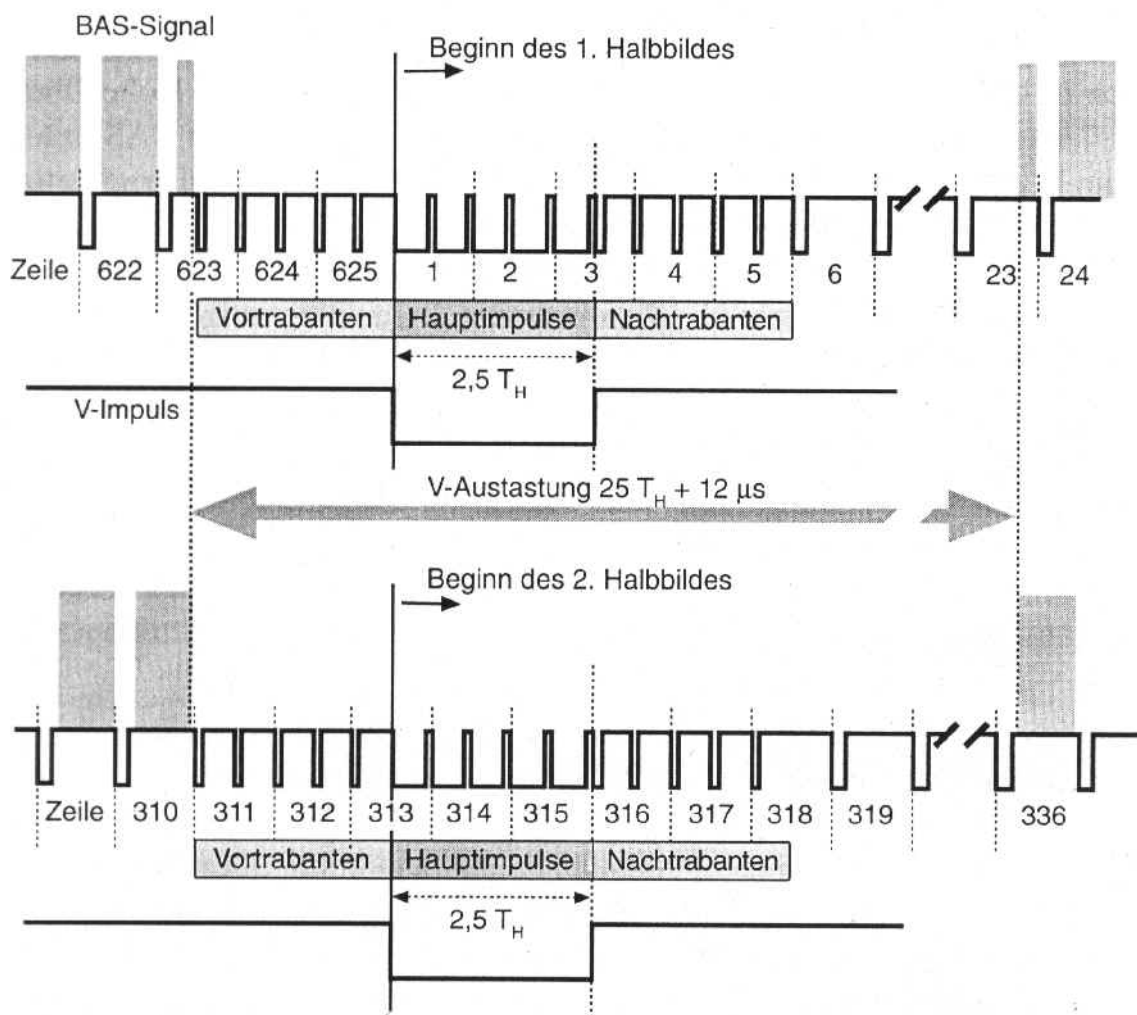


Abbildung 2-9: Bildwechselinformation zur Vertikalsynchronisation

## 2.8 Das BAS-Signal

Bild- und Synchronsignale werden zusammengefasst, um sie gemeinsam auf einer Leitung übertragen zu können. Die Kombination aus Bild- Austast- und Synchronsignal wird als **BAS-Signal** bezeichnet. Die Bildhelligkeitswerte werden durch Signalspannungen repräsentiert. Die Spannung des Gesamtsignals beträgt **1Vss**, der Synchronboden liegt bei **0V**, der Austastpegel bei **0.3V** und der Weisswert bei **1V**.

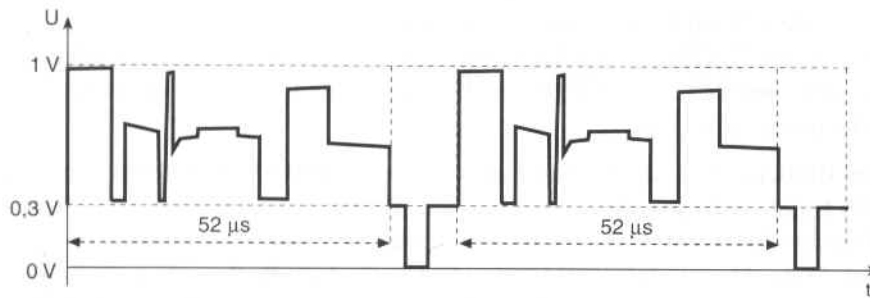


Abbildung 2-10: BAS Signal

## 2.9 Die Zeilenzählung

Zeile 1 des Videobildes beginnt am Beginn der Vorderflanke des Bildsynchronsignals für das erste Halbbild. Die zugehörigen Vortrabanten werden also am Ende des vorhergehenden Halbbildes übertragen. Die ersten 22,5 Zeilen des Bildes fallen in die V-Austastlücke, das nutzbare Bild beginnt mit Zeile 23 und endet mit Zeile 310. Die nächsten 2,5 Zeilen enthalten wieder Vortrabanten und das zweite Halbbild beginnt mit Zeile 313, wobei dieses mit der Austastlücke (Zeilen 313-335) beginnt. Die Zählweise ist also zeil-, nicht raumorientiert, die räumlich als zweite in Bild erscheinende Zahl liegt im zweiten Halbbild.

## 2.10 Auflösung und Videofrequenz

Aufgrund der Austastung von 25 Zeilen pro Halbbild können im **europäischen TV-System** von 625 Zeilen nur maximal **575** für das Bild genutzt werden. Alle aktiven Zeilen sind in voller Breite nur auf Studiomonitoren sichtbar, die im so genannten **Underscan-Modus** betrieben werden. Bei der üblichen Bildwiedergabe werden die Bildränder horizontal und Vertikal überschrieben. Es lassen sich vertikal maximal 385 Linien auflösen, dies entspricht 193 Paaren aus schwarzen und weissen Zeilen. Bei gleicher Horizontal- und Vertikalauflösung ergeben sich in der Horizontalen  $4/3 \times 385 = 514$  auflösbare Spalten, beziehungsweise 257 Spaltenpaare. Diese müssen in der aktiven Zeilendauer von 52m s ausgetastet werden, woraus eine Videogrenzfrequenz von 4,94 MHz folgt. In der Praxis geht man von 5 MHz aus.

Tritt eine Reduktion dieser Bandbreite von 5 MHz auf, so verringert sich die Auflösung. Dies geht nur zu Lasten der Horizontalauflösung, da vertikal natürlich weiter mit 625 Zeilen gearbeitet wird.

## 2.11 Das Farbsignal

Das Farbfernsehsystem beruht auf der **additiven Farbmischung** aus den drei **Grundfarben Rot, Grün und Blau**. In der Kamera oder im Filmabtaster wird das Bild in diese RGB-Farbauszüge zerlegt. Jeder Farbauszug gelangt zu einem Bildwandler, so dass schliesslich drei Signale vorliegen, die dem Bildsignal bei der S/W-Übertragung ähneln.

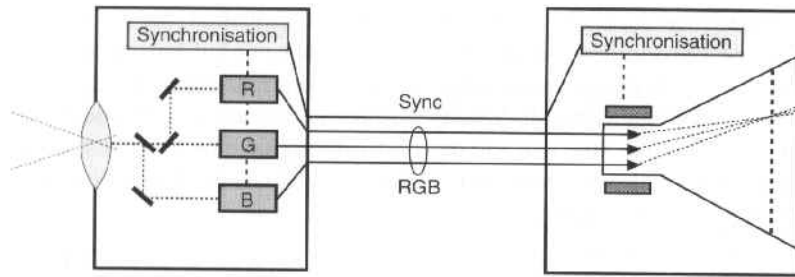


Abbildung 2-11: Bildwandler

## 2.12 Das RGB Signal

Im einfachsten Fall können zur Farbsignalübertragung drei Übertragungskanäle (siehe Bild.16) jeweils für eine der Grundfarben verwendet werden. Wie beim S/W-Signal entspricht ein Signalpegel von 100% dem Spannungswert  $0,7V_{ss}$ . Dieses Verfahren zur Übertragung von Signalen beansprucht mindestens **drei Übertragungswege** und damit die **dreifache Bandbreite** eines S/W-Systems. Das Synchronsignal wird bei der RGB-Übertragung separat geführt, wobei sich damit ein Bedarf von **vier Signalleitungen** ergibt. Diese Art der Übertragung bietet höchste Qualität. Sie wird allerdings wegen des hohen Bandbreiten- und Leitungsbedarfs aber nur auf kurzen Strecken eingesetzt.

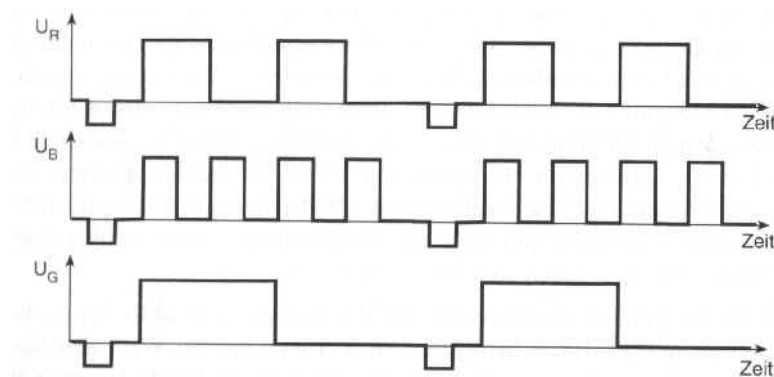


Abbildung 2-12: RGB Signal

## 2.13 Das Komponentensignal

Bei der Einführung des Farbsystems wurden zwei wichtige Forderungen gestellt : Erstens sollte das Farbsignal **S/W-kompatibel** sein, das heisst aus dem Farbsignal sollte das Leuchtdichtesignal (**Luminanz**) für konventionelle S/W-Empfänger einfach ableitbar sein. Zweitens sollte es möglich sein, die Farbzusatzinformation im gleichen Kanal wie das S/W-Signal zu übertragen, ohne dass zusätzliche Bandbreite beansprucht wird.

Aus dem RGB-Signal der Studiokamera beispielweise, wird zuerst das S/W-kompatible Leuchtdichtesignal (Y-Signal od. Luminanz) gewonnen. Zusätzlich zu dieser Stufe werden zwei Farbdifferenzsignale, R-Y und B-Y, errechnet.

## 2.14 Das FBAS Signal

Durch die Zusammenführung von **Luminanz**- (Helligkeitssignal) und

**Chrominanzsignal** (Farbsignal) entsteht das zusammengesetzte (**Composite**) Farb-, Bild-, Austast-, Synchronsignal (**FBAS**). Durch die nachfolgenden Darstellungen wird deutlich, dass die Helligkeits- und Farbamplitudenwerte addiert werden. Das Farbsignal hat positive und negative Anteile, bei der Addition der Amplitudenwerte ergeben sich für die Farbbalken die dargestellten Verläufe. Die Spitzenwerte liegen bei 133% beziehungsweise bei -33% des Bild-Austastwertes. Die **Übermodulation** kann akzeptiert werden, da sich gezeigt hat, dass in realen Bildvorlagen im Wesentlichen Körperfarben auftreten, deren Farbsättigung so gering ist, dass unter diesen Umständen Pegel von 100% nur selten überschritten werden. **Das FBAS-Signal ist das Standardvideosignal**. Es enthält wie wir vorher gelesen haben, Helligkeits-, Farbart-, und Synchronsignal und kann über eine einzelne Leitung übertragen werden. Der Signalspannungswert beträgt  $1V^{ss}$ .

Diese Abbildung stellt die **Helligkeitsinformation**, respektive die Graustufen einer Zeile dar.

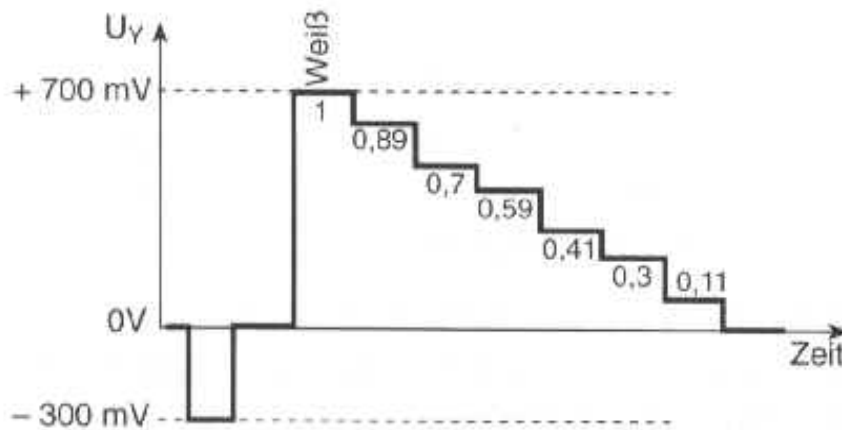


Abbildung 2-13: Helligkeitsinformation

Die **Farbinformation** ist hier nun separat dargestellt, woraus sich mittels Addition der beiden Signale.....

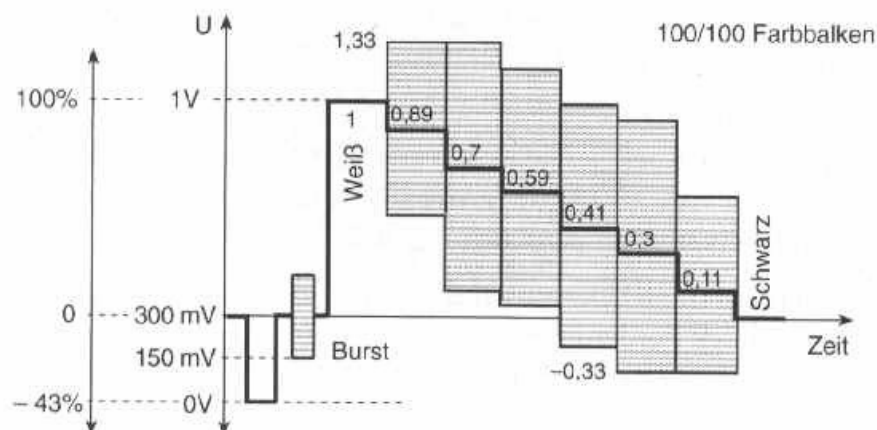


Abbildung 2-14: Farbinformation

.....schliesslich die Zeile mit der **Ganzen Information** ergibt.

Zu beachten ist hier allerdings noch, dass die vorherige Darstellung mit der Farbinformation 100% moduliert dargestellt ist. Ein FBAS Signal mit **75% Farbmodulation** ist nachfolgend ersichtlich.

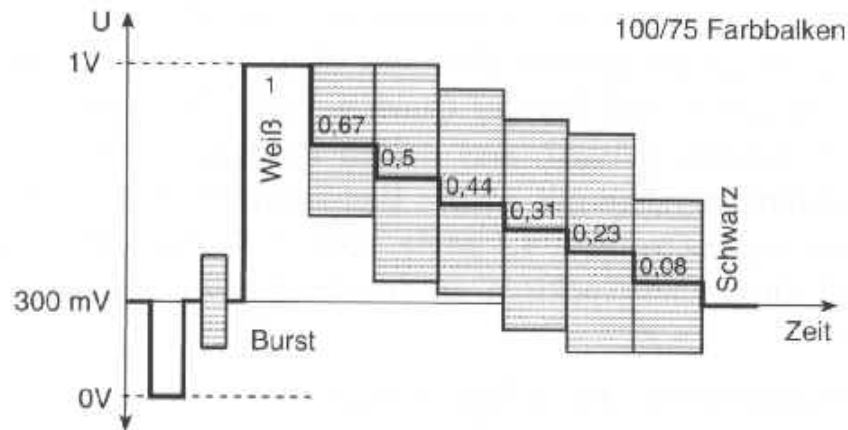


Abbildung 2-15: FBAS Signal mit 75% Farbmodulation

## 2.15 Der Burst

Zur phasenrichtigen Verkopplung der Oszillatoren in Sender und Empfänger wird in jeder Zeile im Bereich der **hinteren Schwarzscher** ein sogenannter **Burst** eingetastet. Der Burst besteht aus **zehn Schwingungszügen** der Farbträgerfrequenz mit definierter Phasenlage. Er besitzt einen Spannungswert von **0,3 V<sub>ss</sub>** und ist **2,25 m s** lang. Mittels diesem Burst ist es möglich, den Empfängeroszillator bezüglich Phase und Frequenz mit dem Sender synchron zu halten. Ausserdem dient der Burst als Referenz für die Regelung der Farbamplitude.

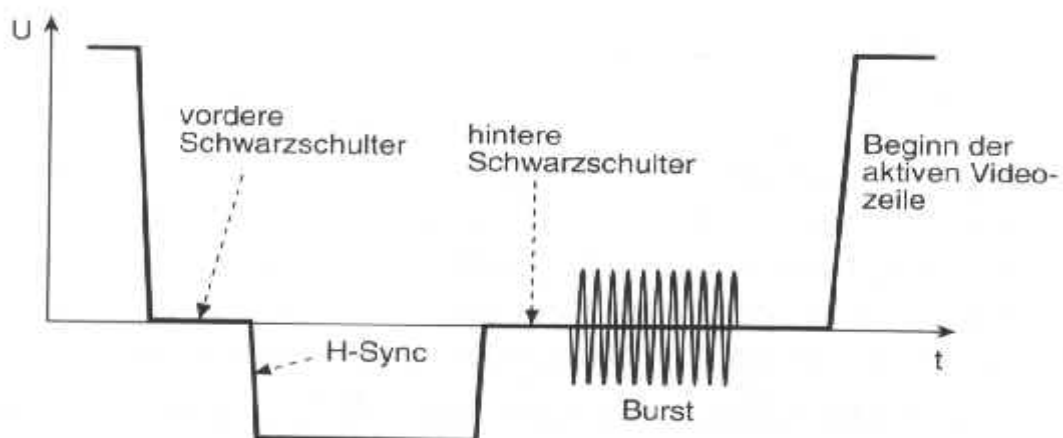


Abbildung 2-16: Burst

### 3 Information über Dokument

*Version*

*Letzte Änderung*

*Copyright*

*Homepage*

*Historie*

*Dokument erstellt*

*Formatierung geändert*

*Version*

*1.0*

*1.1*

*1.1*

*4. Jan. 2003*

*Bilder & Teile Text aus dem Buch*

*Digitale Videotechnik*

*<http://www.2cool4u.ch/>*

*Datum*

*2000*

*4. Jan. 2003*