

1. Die für Deutschland zur Verfügung stehenden Frequenzbänder

Band I 47... 68 MHz  
 (Band II 87,5...100 MHz, in Deutschland nicht benützt, da für UKW-Rundfunk belegt)  
 Band III 174...223 MHz

2. Die einzelnen Übertragungskanäle

Kanal	Bildträger	Tonträger
2	47... 54 MHz	48,25 MHz
3	54... 61 MHz	55,25 MHz
4	61... 68 MHz	62,25 MHz
5	174...181 MHz	175,25 MHz
6	181...188 MHz	182,25 MHz
7	188...195 MHz	189,25 MHz
8	195...202 MHz	196,25 MHz
9	202...209 MHz	203,25 MHz
10	209...216 MHz	210,25 MHz
11	216...223 MHz	217,25 MHz

Breite eines Fernsehkanals 7 MHz.  
 Der Tonträger liegt 0,25 MHz unterhalb der oberen Frequenzgrenze jedes Fernsehkanals.  
 Der Bildträger liegt genau 5,5 MHz unter dem zugehörigen Tonträger, und damit 1,25 MHz oberhalb der unteren Grenze jedes Kanals\*).

3. Modulation von Bild- und Tonsender

**Bildsender:** Amplitudenmodulation. Es wird Negativmodulation angewendet, d. h., einer Abnahme des auf die Bildabstrahlröhre einfallenden Lichtes entspricht eine Zunahme der vom Sender abgestrahlten Leistung.

**Tonsender:** Frequenzmodulation. Frequenzhub 50 kHz für 100 % Modulation. Vorverzerrung (Preemphasis) der Frequenzcharakteristik mit einer Zeitkonstanten von 50 µsec. (Einer Zeitkonstanten = 50 µsec entspricht eine Grenzfrequenz von 3,2 kHz oder ein  $R_{(Q)} \cdot C_{(F)}$  von  $50 \cdot 10^{-6}$ ) (Bild.1).

**Bild- und Tonsender-Leistung:** Die Tonsenderleistung ist kleiner als die Bildsenderleistung. In Deutschland: Tonsenderleistung  $1/3$  oder  $1/4$  der Bildsenderleistung.

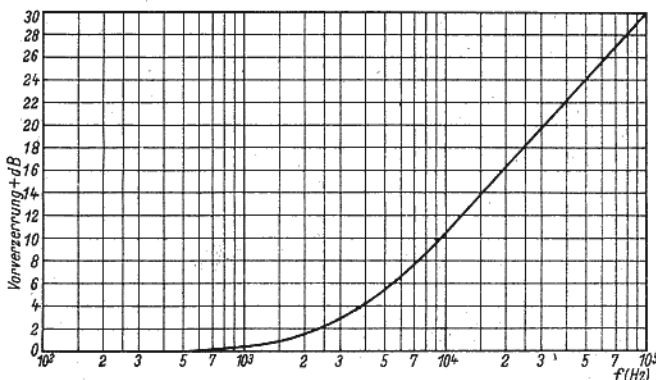


Bild 1. Amplituden/Frequenz-Charakteristik bei einer Vorverzerrung von 50 µsec

\*) Ostdeutsche Norm: Breite eines Fernsehkanals 8 MHz, Abstand Bildträger — Tonträger 6,5 MHz.

4. Amplitudencharakteristik des Bildsenders (Bild 2)

Es wird Einseitenbandübertragung angewendet, und zwar wird das untere Seitenband unterdrückt. Wie Bild 2b zeigt, liegt also der Bildträger auf der Mitte der unteren Flanke der Empfänger-Durchlaßkurve. Um diese Bandbegrenzung nur an einer Stelle in der gesamten Bildübertragung (Sender-Empfänger) eindeutig vorzunehmen, überträgt der Sender linear noch den Frequenzbereich, in dem die untere Flanke der Empfängerdurchlaßkurve liegt (Bild 2a).

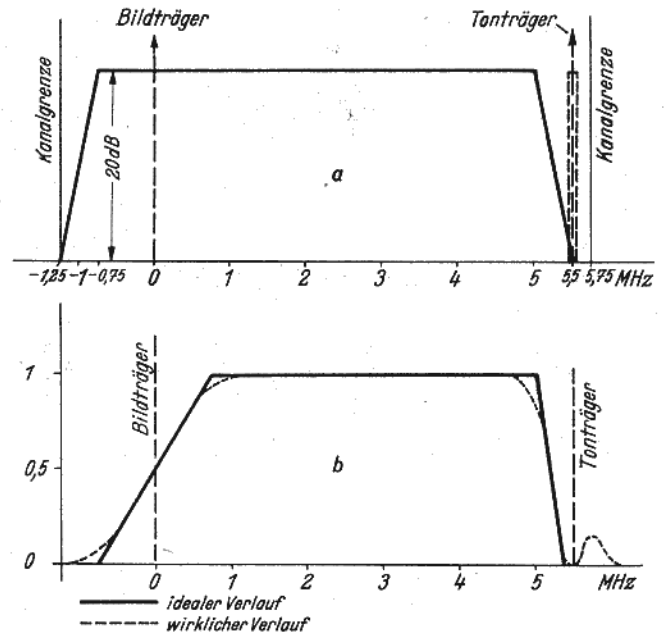


Bild 2. a = Amplitudencharakteristik des Bildsenders, b = Empfänger-Durchlaßkurve

5. Das Bild und seine Zerlegung

Die Zeilenfrequenz ist 625 Zeilen  $\times$  25 Bilder je Sekunde, d. h. 15 625 Hz. Das ist praktisch dieselbe Zeilenfrequenz wie in Amerika, wo man 525 Zeilen bei 30 Bildern hat, also  $525 \times 30 = 15 750$  Zeilen je Sekunde.

Zeilensprungverfahren: 2 Raster mit je  $312\frac{1}{2}$  Zeilen. Rasterwechselfrequenz 50 Hz. Seitenverhältnis des Bildes, vertikal zu horizontal, 3 : 4. Die Bildabtastung erfolgt von links nach rechts und von oben nach unten.

Die Zeilenfrequenz soll  $15 625 \text{ Hz} \pm 0,1 \%$  betragen, die Rasterwechselfrequenz von 50 Hz ist über Frequenzteiler in der Impulszentrale der Fernsehsender von der Zeilenfrequenz abhängig. Daraus folgt, daß Zeilen- und Rasterfrequenz nicht mit der Netzfrequenz verkoppelt sein dürfen, da diese im allgemeinen größere Schwankungen als 0,1 % aufweist.

Zur Zeit wird in Deutschland der Bildwechsel mit der Netzfrequenz synchron gehalten, daher ist die Zeilenfrequenz ein Vielfaches der Netzfrequenz und ebenso unkonstant wie diese. In Kürze geht man zu quarzgesteuerter Zeilenfrequenz über und der Bildwechsel ist dann nicht mehr synchron mit dem Netz.

6. Synchronisierimpulse und Bildsignal im hochfrequenten Wellenzug

Der Ausgangspegel für die Synchronimpulse (Schwarzpegel) soll unabhängig von der Bildmodulation sein und bei 75 % des Trägerspitzenwertes (Toleranz  $\pm 2\frac{1}{2} \%$ ) liegen.

Der Wert für den Weißpegel soll nicht unterhalb von 10 % des Trägerspitzenwertes liegen, damit die Verwendung von Intercarrier-Empfängern möglich ist.

Die Synchronimpulse steuern den Sender über den Schwarzwert hinaus (schwärzer als schwarz). Für sie steht also der Amplitudenbereich vom Schwarzpegel (75 %) bis zur vollen Aussteuerung (100 %) zur Verfügung. Die maximale Leistung des Bildsenders wird während der Dauer der Synchronimpulse abgegeben.

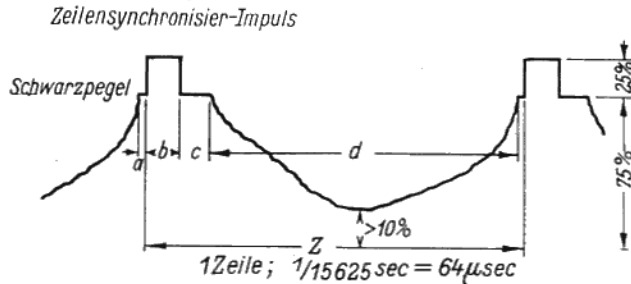


Bild 3. Verlauf der hochfrequenten Amplitude während einer Zeile

- a = vordere Schwarztrappe =  $0,015 \cdot Z = 0,96 \mu\text{sec}$
- b = Zeilen-Synchronimpuls =  $0,09 \cdot Z = 5,75 \mu\text{sec}$
- c = hintere Schwarztrappe =  $0,08 \cdot Z = 5,1 \mu\text{sec}$
- d = für die Bildübertragung verbleibender Teil =  $0,815 \cdot Z = 52 \mu\text{sec}$

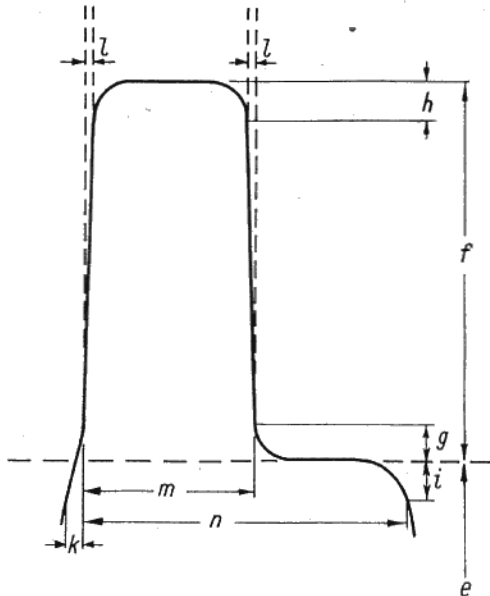


Bild 4. Die Norm für den Zeilenimpuls

- e = Schwarzpegel =  $75\% \pm 2,5\%$  der Trägeramplitude
- f = Amplitude der Synchronimpulse (mit 100% SA bezeichnet)
- g =  $10\% \pm 0$  SA
- h =  $10\% \pm 0$  SA
- i =  $2\frac{1}{2} \pm 2\frac{1}{2}\%$  der Trägeramplitude
- k =  $0,01 \pm 0,005 \cdot Z$
- l =  $0,004 Z$  (max.)
- m =  $0,09 \pm 0,01 \cdot Z$
- n =  $0,17 \pm 0,01 \cdot Z$

## 7. Die Synchronisierimpuls-Folge

### a) Der Zeilensynchronisierimpuls

Bild 3 zeigt den Verlauf der hochfrequenten Amplitude während einer Zeile.

Bild 4 zeigt die durch die Norm zugelassenen Toleranzen eines Impulses, denn die in Bild 3 dargestellte idealisierte Impulsform ist in der Praxis nicht einzuhalten.

### b) Die Synchronisierimpulsfolge für die Vertikalablenkung

Wie Bild 5 zeigt, besteht das Vertikalsynchronisierzeichen aus 5 Ausgleichsimpulsen (Halbzeilenimpulsen, Vortrabanten preequalizing pulses),

aus 5 Hauptimpulsen (vertikal synchronising pulses), und 5 Ausgleichsimpulsen (postequalizing pulses, Nachtrabanten).

### c) Die Schwarzlücke für den Zeilenrücklauf (Zeilenwechsel)

Das Fernsehbild wird während des Zeilenrücklaufs dunkel getastet; es wird der Schwarzpegel gesendet. Damit beim Einsatz des Zeilensynchronisierimpulses bei allen Impulsen der gleiche Anfangszustand vorhanden ist, wird kurz vor Beginn des Synchronisierimpulses „schwarz“ gesendet. Man nennt diesen Teil die vordere Schwarztrappe. Außerdem wird die Austastung etwas länger als der Synchronisierimpuls gemacht. Diesen Teil nennt man die hintere Schwarztrappe.

Die Dauer der Schwarzlücke ergibt sich aus Bild 3 als Summe

- der vorderen Schwarztrappe,
  - des Zeilen-Synchronimpulses,
  - der hinteren Schwarztrappe
- =  $0,185 \cdot Z$ .

### d) Die Schwarzlücke für den Vertikalwechsel

Während des Synchronisierimpulses für die Vertikalablenkung und eine kurze Zeit danach wird der Schwarzpegelwert gesendet, damit der Vertikalwechsel unsichtbar bleibt. Da die Rücklaufzeit bis etwa 15 Zeilen beträgt und der Beginn des Vertikalwechsels erst etwa in der Mitte des aus 15 Halbzeilenimpulsen bestehenden Synchronisierzeichens einsetzt, macht man die Austastzeit ca. 20 Zeilen lang. Diese Zeit setzt sich zusammen:

- aus der Dauer der Synchronisierimpulse
- 5 Ausgleichimpulse (je eine halbe Zeile),
- 5 Hauptimpulse (je eine halbe Zeile),
- 5 Ausgleichimpulse (je eine halbe Zeile),
- zusammen  $7\frac{1}{2}$  Zeilen =  $480 \mu\text{sec}$

und einer Restzeit (Rücklaufzeit)  $\sim 12$  Zeilen.

Gesamte Austastzeit  $\sim 20$  Zeilen  $\sim 6\%$  der für ein Raster zur Verfügung stehenden Zeit  $\sim 1,2 \text{ msec}$ .

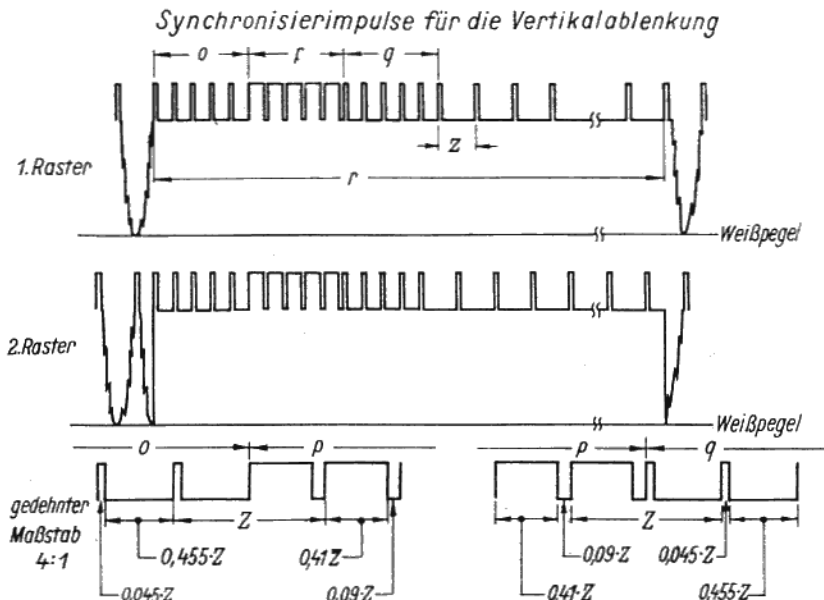


Bild 5. Die Synchronisierimpulsfolge für die Vertikalablenkung. o = 5 Vortrabanten, p = 5 Hauptimpulse, q = 5 Nachtrabanten, r = Schwarzlücke  $\sim 6\%$  der Rasterdauer

### 8. Die Bedeutung der Ausgleichimpulse (Halbzeilenimpulse, Trabanten)

Der Synchronisierimpuls, der den Vertikalwechsel einleitet, wird durch Integration der 5 Hauptimpulse gewonnen. Jede solche Integration bedeutet aber, daß der Verlauf der Integrationskurve nicht nur durch Amplitude und Dauer der zu integrierenden Impulse, sondern auch durch die davorliegenden Impulse bestimmt ist, sofern die Zeitkonstante nicht so klein ist, daß alle diese Impulse vor Einsetzen des nächsten bis auf Null abgeklungen sind. Man kann aber im vorliegenden Fall die Zeitkonstante nicht so klein wählen, weil sonst der Spannungsgewinn zu klein wird. Unter Spannungsgewinn versteht man die Differenz zwischen

der max. Spannung am Integrationskondensator beim 5. Synchronisierhauptimpuls und

der max. Spannung am Integrationskondensator bei einem Zeilensynchronisierimpuls (siehe Bild 6).

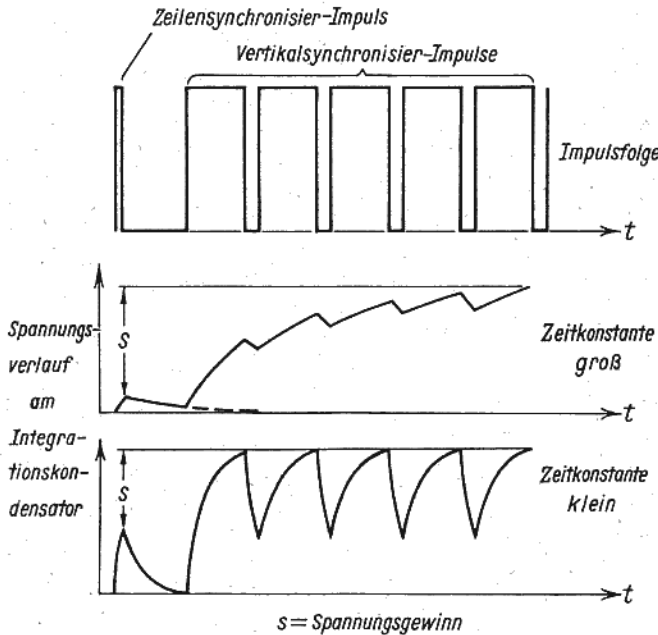


Bild 6. Der Spannungsverlauf am Integrationskondensator, je nach Dimensionierung des Zeitkonstantengliedes

Wie Bild 5 zeigt, liegt nun wegen des Zeilensprungverfahrens zwischen dem Beginn des Vertikalsynchronisierimpulses und dem letzten vorhergehenden Zeilensynchronisierimpuls bei Raster 1 eine volle Zeile, bei Raster 2 eine halbe Zeile.

Wären die Ausgleichimpulse nicht vorhanden, so würde auf Grund des über die Zeitkonstante Gesagten bei Beginn des ersten Hauptimpulses am Integrationskondensator eine verschiedene Spannung stehen, je nachdem ob Raster 1 oder Raster 2 geschrieben wurde, d. h. ob dieser Hauptimpuls nach einer halben oder einer ganzen Zeile auf den letzten Zeilenimpuls folgt.

In Bild 7 ist das schematisch dargestellt. Man sieht, daß die Integration der Hauptimpulse von zwei Pegelwerten aus beginnt, die um einen kleinen Betrag verschieden voneinander sind. Damit liegt die Kurve 2 in den gleichen Zeitpunkten stets etwas höher als die Kurve 1.

Kurve 2 ist die Integrationskurve für die auf Raster 2 folgenden Hauptimpulse,

Kurve 1 ist die Integrationskurve für die auf Raster 1 folgenden Hauptimpulse.

Der Spannungswert, bei dem der Kippvorgang im Sperrschwinger eingeleitet wird, wird bei Kurve 2 eher als im Fall 1 erreicht. Das bedeutet aber, daß der Rasterwechsel nicht genau in Zeilenmitte oder am Zeilenanfang erfolgt. Dadurch liegen die Zeilen, wie Bild 8 zeigt, paarig. Man kann auch sagen: Die Zeilen des einen Rasters liegen nicht genau in den Zeilenlücken des anderen Rasters. Durch die 5 Vortrabanten wird diese Schwierigkeit vermieden.

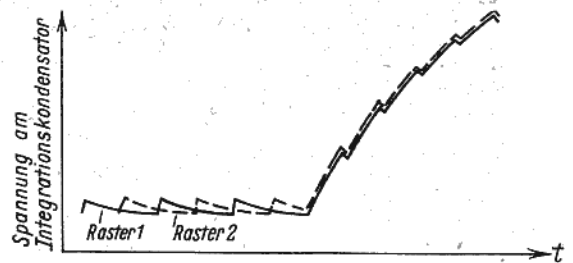


Bild 7. Der Spannungsverlauf am Integrationskondensator für die beiden Raster, wenn keine Vortrabanten vorhanden wären

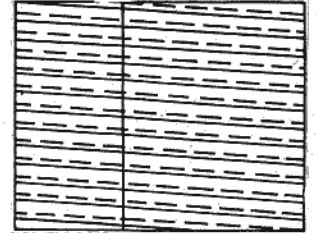


Bild 8. Paarige Zeilen, schlechter Zeilensprung

Eine ähnliche Aufgabe erfüllen die Nachtrabanten. Man will erreichen, daß die Spannung am Integrationskondensator — nach Ablauf der 5 Hauptimpulse — nach der gleichen Kurvenform abklingt. Ohne die Ausgleichimpulse wäre das nicht der Fall, weil ja in einen Fall mit einer Zeile, im anderen mit einer halben Zeile Abstand der nächste Zeilenimpuls folgt. Die Spannung des Integrationskondensators liegt ja immer am Gitter des Ablengengenerators. Klingt diese Spannung verschieden schnell ab, so könnte der Rücklaufvorgang beeinflusst werden. Das soll, wie gesagt, durch die Nachtrabanten vermieden werden.

### 9. Vergleichende Übersicht über andere Fernsehnormen

- 405 Zeilen (England)
- 525 " (USA)
- 625 " (Australien, Dänemark, Deutschland, Italien, Niederlande, Schweden, Schweiz)
- 819 " (Frankreich)

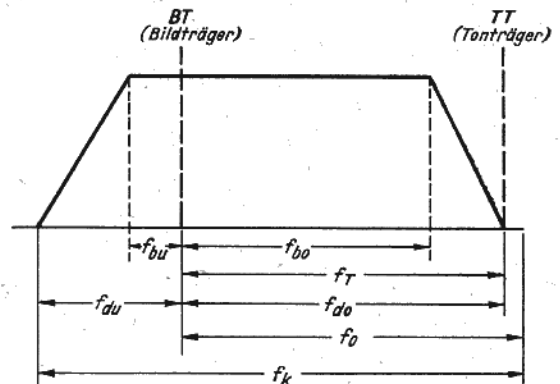


Bild 9. Bezeichnungen der Frequenzabstände bei der Fernsehnorm. (Zur Tabelle auf der folgenden Seite)

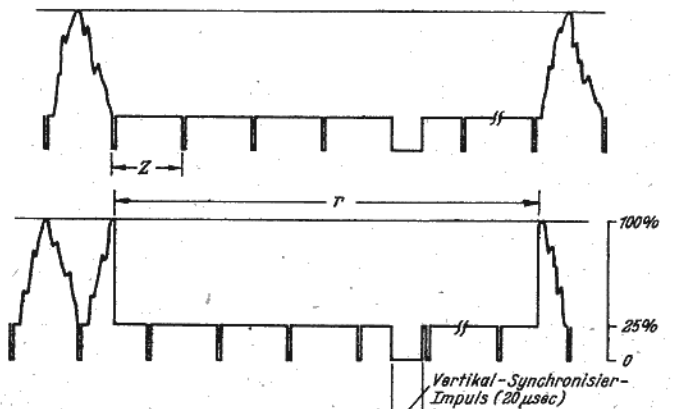


Bild 10. Impulsfolge für die Vertikalsynchronisierung beim französischen 819-Zeilensystem

Die vier Systeme gleichen sich in folgendem:  
 Zeilensprungverfahren (2/1)  
 Seitenverhältnis des Bildes, vertikal zu horizontal, 3 : 4  
 Bildabtastung von links nach rechts und von oben nach unten.  
 Amplitudenmodulation des Bildsenders.  
 Die Empfänger sind für Rest-Seitenband-Empfang einzurichten.  
 Die Dämpfung des Bildträgers erfolgt im Empfänger.  
 Einseitenbandübertragung

**Tabelle der wichtigsten Daten der Fernsehsysteme**  
 (siehe auch Bild 9)

	405 Zeilen	525 Zeilen	625 Zeilen	819 Zeilen
Breite eines Fernsehkanals $f_k$	5	6	7	14 MHz
Abstand Bildträger von oberer Frequenzbandgrenze $f_o$	1,25	4,75	5,75	2,75 MHz
Abstand Bildträger-Tonträger $f_T$	-3,5	4,5	5,5	-11,15 MHz
Durchlaßbreite konstanter Amplitude vom Bildträger nach höheren Frequenzen $f_{bo}$	0,75	4	5	2 MHz
vom Bildträger nach niedrigen Frequenzen $f_{bu}$	-3	-0,75	-0,75	-10,4 MHz
Gesamte Durchlaßbreite vom Bildträger nach höheren Frequenzen $f_{do}$	0,75	4,5	5,5	2 MHz
vom Bildträger nach niedrigen Frequenzen $f_{du}$	-3,5	-1,25	-1,25	-11,15 MHz
Zeilenfrequenz	10 125	15 750	15 625 ± 0,1%	20 475 Hz
Rasterwechselfrequenz	50	60	50	50 Hz
Bildwechselfrequenz	25	30	25	25 Hz
Modulation des Bildsenders	positiv	negativ	negativ	positiv
Schwarzpegel in % des Trägerspitzenwertes	30	75	75	25
Kleinstwert des Trägers in % des Trägerspitzenwertes	0	≤ 15	10	≤ 3
Tonmodulation	AM	FM	FM	AM
	Hub ± 25 kHz		± 50 kHz	
	Vorverzerrung 75 µsec		50 µsec	

Das nicht benötigte Seitenband des Bildträgers wird teilweise unterdrückt. Dämpfung an der Kanalgrenze wenigstens 20 db. Der Schwarzpegelwert ist unabhängig von der Bildmodulation. Zeilen- und Rasterfrequenz sind nicht mit der Netzfrequenz verknüpft.

Unterschiede der vier Systeme (s. a. Bild 9). Die Unterschiede in den einzelnen Systemen ergeben sich aus den beiden nachfolgenden Tabellen:

**Tabelle für das Impulsschema bei den einzelnen Fernsehsystemen**

	405 Zeilen	525 Zeilen	625 Zeilen	819 Zeilen
<b>Amplitudenaussteuerung (Bild 3)</b>				
Weißpegel	100%	15% (+ 0%/-15%)	10%	100%
Schwarzpegel	30 ± 3%	75 ± 2,5%	75 ± 2,5%	25 ± 2,5%
durch die Synchronisierzeichen ausgereicht bis	0...3%	100%	100%	<3%
<b>Zeilensynchronisierimpuls (Bild 4)</b>				
vordere Schwarztrappe (k)	1...1,5	1,27	0,64	0,5 sec. 1% der Zeilenbreite Z
Impulsbreite (m)	8...10	5,08 ± 0,634	5,76 ± 0,64	2,5 sec 5% der Zeilenbreite Z
hintere Schwarztrappe (n-m)	6...9	3,81 ± 0,634	5,12	5 sec 10% d. Zeilenbreite Z
<b>Vertikalsynchronisierung (Bild 5)</b>				
Vortrabanten (o)		6°	5°	
Hauptimpulse (p)	8°	6°	5°	1
Nachtrabanten (q)		6°	5°	
Dauer des Synchronzeichens in Zeilen (Z) in µsec	4	9	7½	1
Austastzeit während des Vertikalwechsels (r)	14	13...20	19...31	41 Zeilen(Z)
	1,4	1...1,6	1...1,6	2µsec.

Bild 10 zeigt die Impulsfolge für die Vertikalsynchronisierung bei dem 819-Zeilensystem.  
 \* Halbzeilenimpulse

**10. Fernsehnormen in Belgien**

Das in Belgien gültige Fernsehsystem ist eine Mischung aus dem 625-Zeilen- und dem 819-Zeilen-System.  
 Kanalbreite 7 MHz wie bei 625 Z.  
 Lage von Bild- und Tonträger im Übergangskanal und Durchlaßkurve wie bei 625 Z.  
 Zeilenzahl für flämische Sendungen 625 wie bei 625 Z.  
 Zeilenzahl für französische Sendungen 819 wie bei 819 Z.  
 Zeilensprung 2 : 1  
 Unabhängigkeit von der Netzfrequenz  
 Zeilenfrequenz 15 625 (für flämische Sendung) wie bei 625 Z.  
 Zeilenfrequenz 20 475 (für französische Sendung) wie bei 819 Z.  
 Bildformat 3 : 4  
 Abtastung von links nach rechts, von oben nach unten  
 Einseitenbandmodulation für die Bildübertragung  
 Positivmodulation für den Bildsender wie bei 819 Z.  
 Schwarzpegel unabhängig vom Bildinhalt  
 Schwarzpegel bei 25% des Trägerspitzenwertes wie bei 819 Z.  
 Trägeramplitude während des Synchronimpulses ≤ 3% des Trägerspitzenwertes  
 Ausstrahlung von Bild und Ton, horizontal polarisiert.  
 Für den Ton wird AM verwendet wie bei 819 Z.  
 Tonvorverzerrung (nach einer Zeitkonstanten von 50 µsec wie bei 625 Z.  
 Zeilensynchronisierimpuls wie bei 625 Z.

Impulsfolge für Vertikalwechsel bei 625 Z.

- 5 Vortrabanten
- 5 Hauptimpulse wie bei 625 Z.
- 5 Nachtrabanten

Impulsfolge für Vertikalwechsel bei 819 Z

- 7 Vortrabanten
  - 7 Hauptimpulse
  - 7 Nachtrabanten
- Schwarzlücke bei Vertikalwechsel ähnlich wie bei 625 Z. wie bei 625 Z.

**11. Tabelle der deutschen Fernsehsender**

(nach dem Stockholmer Wellenplan, Stand vom 30. 6. 1952)

Kanal	Kanal	Kanal
Flensburg 4	Kreuzberg/Wasserkuppe 3	
Heide 5	Koburg 11	
Kiel 11	Bamberg 8	
Hamburg 9	Würzburg 10	
Bremen-Oldenburg 2	Nürnberg 6	
Hannover 8	Hohe Linie 7	
Braunschweig 1 (41...47 MHz)	Brodjacksriegel 11	
Berlin West 7	Passau 7	
Teutoburger Wald 11	Aalen 8	
Harz (West) 10	Stuttgart 11	
Langenberg 9	Hornisgrinde 9	
Hoher Meißner 7	Raidberg 4	
Köln 11	Feldberg (Schwarzwald) 8	
Koblenz 6	Grünten 10	
Feldberg 8	Wendelstein 6	
Fulda 5		