

B.N.4.2.1.1

Analoge und digitale Verfahren II: Video

Teil 3

Das Videosignal:
Bildaufbau
Zeilensprung/ Halbbildverfahren

Nadja Wallaszkovits

Bildaufbau

- Bei der elektronischen Bildaufnahme und -wiedergabe werden einzelne Bildpunkte nacheinander und Zeile für Zeile durch den bereits beschriebenen Elektronenstrahl „abgetastet“
- Anschließend wird jedes Bild in elektrische Signale zerlegt und als hochfrequente elektromagnetische Signale zu den einzelnen Empfängern übertragen.
- Dazu dient heute nicht nur die klassische Fernsehantenne, die Übertragung erfolgt darüber hinaus über Kabel, Satellit oder aber das IP-Signal.
- Im Bildempfänger werden die jeweiligen Signale wieder in Lichtpunkte umgewandelt, wie anhand des Prinzips der Kathodenstrahlröhre bereits beschrieben.

Bildaufbau

- Auf der Leuchtschicht der jeweiligen Röhre wird das Bild nunmehr Punkt für Punkt zeilenförmig aufgebaut. Das klassische Fernsehbild besteht insofern aus Bildzeilen, die nacheinander „eingelesen“ werden.
- Die Frequenzen beziehungsweise die Geschwindigkeit des Bildaufbaus können dabei variieren, sind jedoch in jedem Fall so schnell, dass das menschliche Auge aufgrund seiner Trägheit weder die einzelnen Zeilen noch die separaten Bilder wahrnimmt, sondern den Film als Ganzes erkennt.
- Im Laufe der sich entwickelnden Fernsehtechnik haben sich verschiedene Normen und Bildübertragungsverfahren etabliert, die auf unterschiedliche Bildfrequenzen und -formate zurückgreifen.

Bildaufbau

- Zu Beginn des Fernsehens war eine parallele Übertragung – also Bild für Bild – aufgrund geringer Speicherkapazitäten ineffizient. Auch heute noch werden Vollbilder teilweise in zwei Halbbildern dargestellt, die versetzt gesendet werden.
- Räumliche und zeitliche **Diskretisierung**: die Gewinnung einer Teilmenge aus einer kontinuierlichen Daten- oder Informationsmenge
- Ziel: die Übertragung wird wirtschaftlicher bzw. effizienter
- Dabei werden die **Bildpunktinformationen seriell statt parallel übertragen**, was zur Folge hat, dass die Menge der Bildpunkte reduziert werden kann und damit eine **schnellere Übertragung** möglich ist.

Bildrate/-frequenzen

- Die klassische Methode zur Bildübertragung seit der Erfindung des Fernsehens bildet das sogenannte **Zeilensprung- oder Halbbildverfahren (interlaced scanning)**
- Dabei werden zwei Halbbilder nacheinander und Zeile für Zeile gesendet und empfangen, wobei beim ersten Halbbild mit der ersten Bildzeile begonnen wird.
- Demnach erfolgt zuerst die Abtastung der ungeraden Zeilen und im Anschluss die der geraden Bildzeilen.

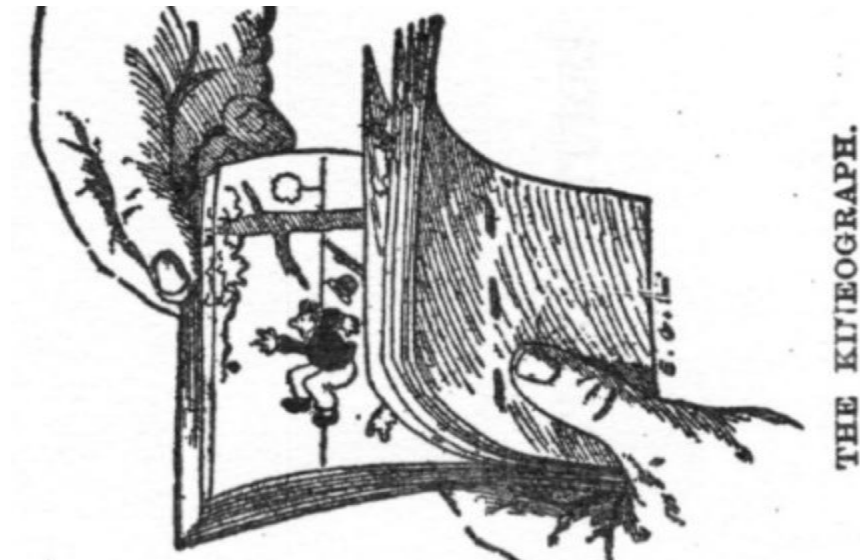


Bildrate/-frequenzen

- Als zweite Variante der Bildübertragung entwickelte sich das Vollbildverfahren, bei dem die vollwertigen Bilder nacheinander übertragen werden. Als einer der wichtigsten Parameter des Videosignals ist deshalb die Bildwechselfrequenz zu betrachten, die auch als zeitliche Diskretisierung oder Zeitauflösung bezeichnet wird.
- Verbreitete Anwendungen dieses Prinzips sind 100-Hz-Fernseher und Computer-Monitore. Einige der neuen HDTV-Fernsehnormen verzichten deshalb heute auf Zeilensprung.

Bildrate/-frequenzen

- Damit der menschliche Gesichtssinn die bewegten Bilder als einen zusammenhängenden Bewegungsablauf erfassen kann, war seinerzeit die Frage zu klären, wie viele Bilder pro Sekunde übertragen werden müssen.
- „Daumenkino“: mindestens 20 Bilder pro Sekunde sind ausreichend, damit unser Auge bzw. unser Gehirn eine scheinbar gleichmäßige Bewegung wahrnimmt



Bildrate/-frequenzen

- Filme im Kino : Stummfilmzeit 16 (Voll-)Bilder pro Sekunde, Ruckeln wird wahrgenommen
- Auf dem zweiten internationalen Kongress der Filmhersteller von Paris 1909 wurden 1000 Bilder in der Minute festgelegt, $16\frac{2}{3}$ Bilder pro Sekunde.
- Viele späte Stummfilme wurden mit höheren Bildfrequenzen, wie z. B. 22 Bildern pro Sekunde, aufgenommen.
- Mit der Einführung des Tonfilms wurde die Bildfrequenz auf 24 Hz festgelegt.

Gebräuchliche Wiedergabe-Bildfrequenzen in der Filmtechnik

Filmformat	Bilder pro Sekunde
Normal-8-Film	16, 16⅔ (Einheits-Tonsystem ETS), 18, 24, 25 in Verbindung mit der Tonbandgeschwindigkeit 3 ¾ Zoll pro Sekunde
Super-8-Film	18, 24 (Heimkino)
16-mm-Film	16, 18, 20 (stumme Unterrichtsfilme), 24, 25 (Fernsehen)
35-mm-Film	16–24 (Stummfilm), 24 (Kino), 25 (Fernsehen)
55-mm-Film	24 (Kino)
65/70-mm-Film	24 (Panavision Super 70, Ultra Panavision 70, Todd-AO), 30 (frühes Todd-AO), 60 (Showscan)
65/70-mm-Film IMAX	24 (IMAX 2D/3D), 48 (IMAX HD)

Bildrate/-frequenzen

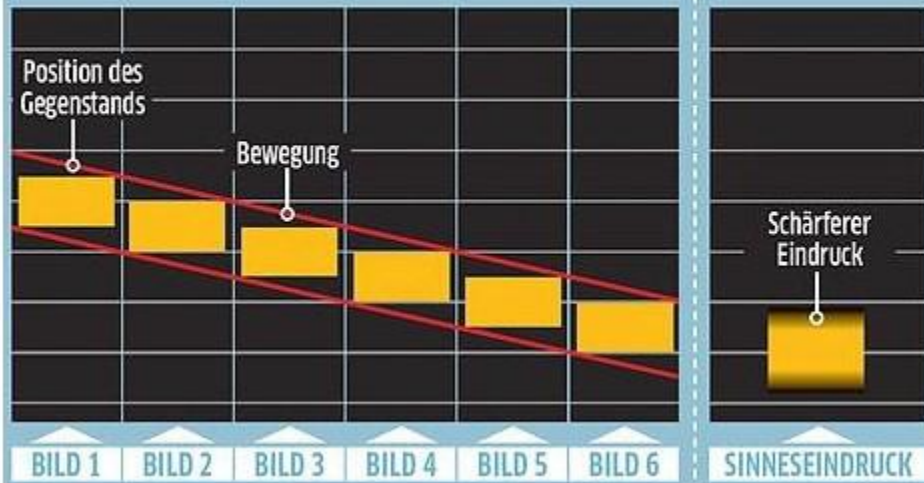
- Dieser relativ langsame Bildwechsel, der mit Dunkelpausen verbunden ist, für unsere Wahrnehmung mit einem erheblichen Kraftaufwand verbunden.
- Die rezeptiven Felder müssen permanent zwischen Erregung und Hemmung der Neuronen wechseln, was auf Dauer sehr anstrengend ist und als ein unangenehmes Flackern empfunden wird.
- Je schneller der Bildwechsel, desto geringer erscheint dieses Großflächenflimmern, bei dem das menschliche Auge auf alle Bildpunkte gleichzeitig reagieren muss.
- Erst ab einer Bildrate **über 50 Hz** (also mehr als 50 Bilder pro Sekunde) wird die sogenannte **Flimmer-Verschmelzungsfrequenz** erreicht, bei der diese für den Menschen unangenehme Erscheinung verschwindet

Bildrate/-frequenzen

50-HERTZ-DARSTELLUNG AUF LCD



100-HERTZ-DARSTELLUNG AUF LCD



Bildrate/-frequenzen

- Im Laufe der Entwicklung der Fernsehtechnik erhöhte sich die Anzahl der Bildzeilen, bis sich schließlich zwei Werte etablierten:

- Europa: Netzfrequenz 50 Hz

25 Vollbilder/s , entspricht **625 Zeilen pro Bild**

Erreichte Bildrate (Halbbilder) von 50 Hz

15625 Zeilen pro Sekunde: **PAL**

- USA: Netzfrequenz 60 Hz

30 Vollbilder/s, entspricht **525 Zeilen pro Bild**

Erreichte Bildrate (Halbbilder) von 60 Hz

15750 Zeilen pro Sekunde: **NTSC**

Im PAL-Farbsystem selbst ist keine Zeilen- oder Bildfrequenz definiert, stattdessen gibt es verschiedene Normen. In Deutschland wird üblicherweise ein Videoformat mit 625 Zeilen pro Bild verwendet

Bildabtastung

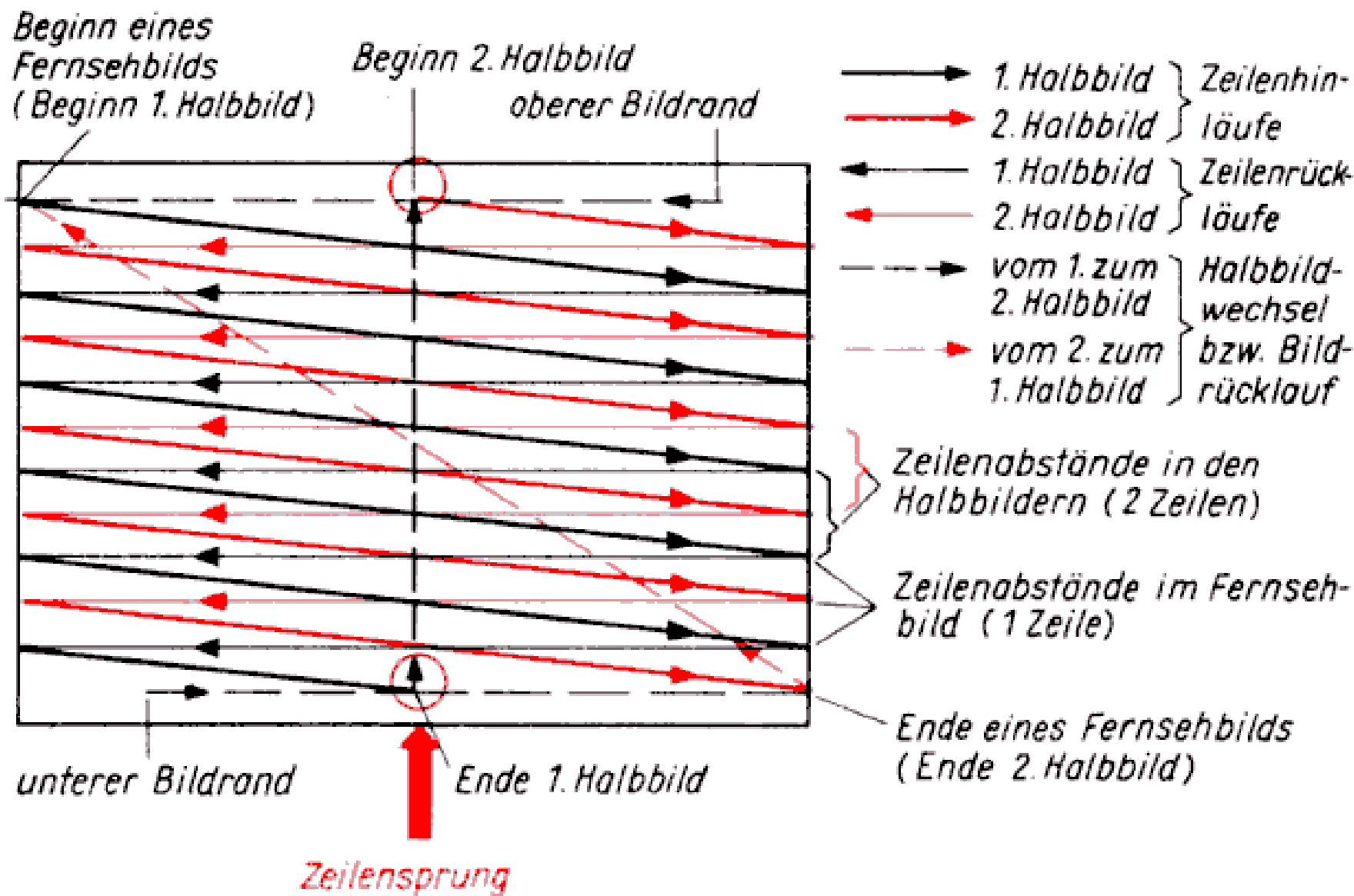
- Für das Auslesen und Anzeigen von Bildinformationen stehen heutzutage generell zwei Techniken zur Verfügung: das **Zeilensprungverfahren** und die **progressive Abtastung im Vollbildmodus**
- Werden beide Verfahren kombiniert, kommt es zu Fehlern in der Darstellung und damit zu sogenannten Artefakten
- Moderne Fernseh- und Computerbildschirme, die mit der sog. progressiven Bildabtastung arbeiten, können herkömmlich im Halbbildverfahren erstellte Bilder nur bedingt „zusammensetzen“
- Wurde ein Film mit 25 Voll- beziehungsweise 50 Halbbildern im Zeilensprungverfahren gedreht, so kann er selbst mit einem hochwertigen 100-Hz-Fernseher kaum in bester HD-Qualität gezeigt werden.

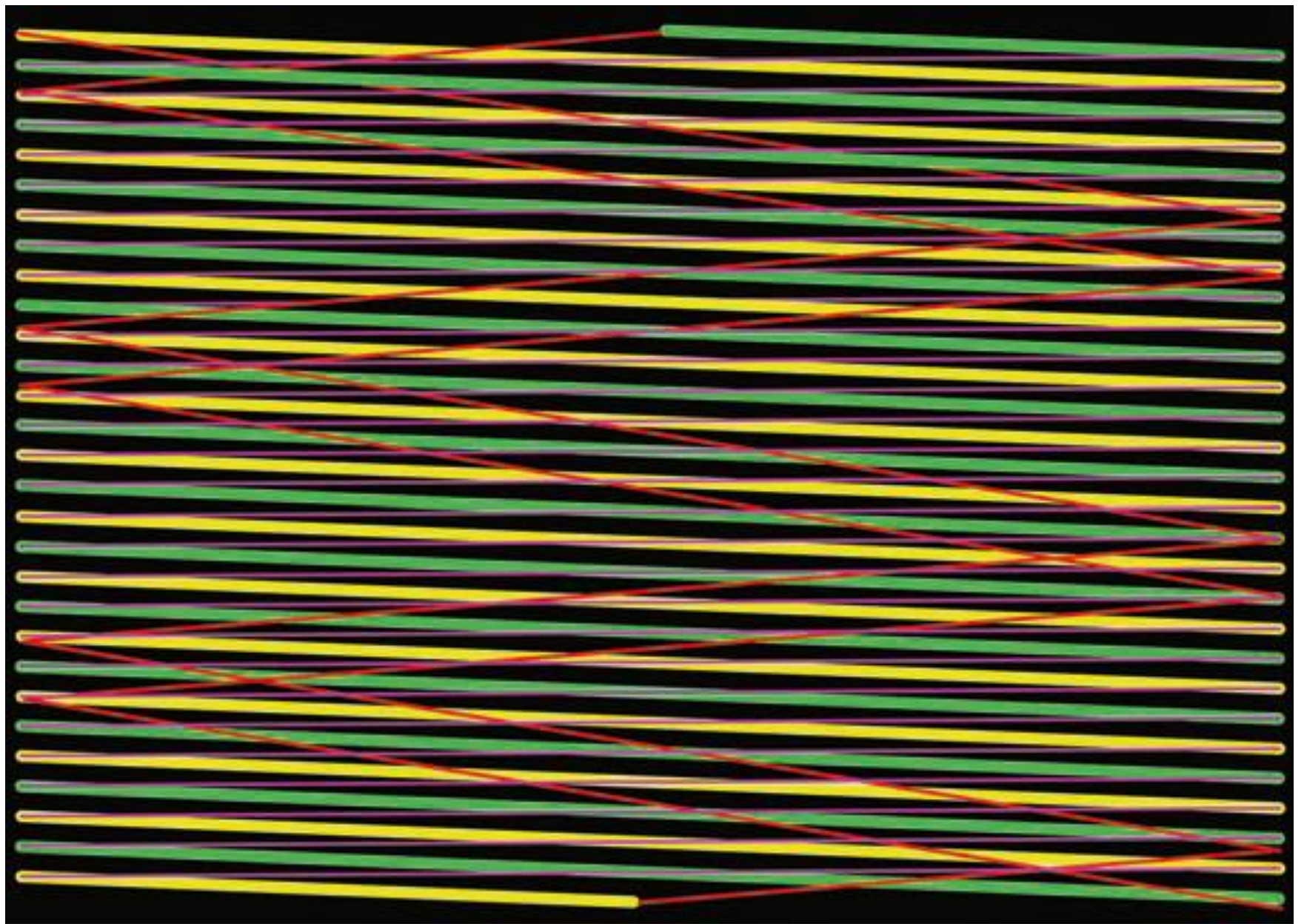
Zeilensprung-/Halbbildverfahren (Interlaced Scan)

- Der englische Begriff „Interlace“ bezeichnet Bildsignale, die im Zeilensprungverfahren arbeiten
- Die entsprechenden Formate sind **PAL**, **NTSC** und das **HD-Format 1080i**
- Das Zeilensprungverfahren oder auch Zwischenzeilenverfahren wurde bereits Ende der 1920er Jahre von Fritz Schröter (Telefunken) entwickelt und 1930 als „Verfahren zur Abtastung von Fernsehbildern“ patentiert (DRP-Patent Nr. 574085)
- Ziel der Entwicklung war die flimmerfreie Anzeige von Signalen mit einer möglichst geringen Bandbreite. Noch heute wird teilweise mit diesem Zeilensprungverfahren gearbeitet und vor allem in CCD-Sensoren verwendet.

Zeilensprung-/Halbbildverfahren (Interlaced Scan)

- Aus einem Videovollbild (Frame) entstehen somit zwei unterschiedliche Halbbilder (Fields), die nacheinander übertragen und aufgebaut werden. Das erste Halbbild (Upper Field) enthält alle ungeradzahligen Zeilen des Bildes. Für das zweite Halbbild (Bottom Field oder Lower Field) werden nur die geradzahligen Zeilen dargestellt
- Beim Zeilensprungverfahren wird der Bildschirm z.B. mit 625 Zeilen - 575 davon tatsächlich sichtbar, 50 Zeilen sind für den Vertikalrücklauf dunkel getastet - in zwei innenander verkämmte Halbbilder zu 312,5 Zeilen eingeteilt.





Ungerade Zeilen

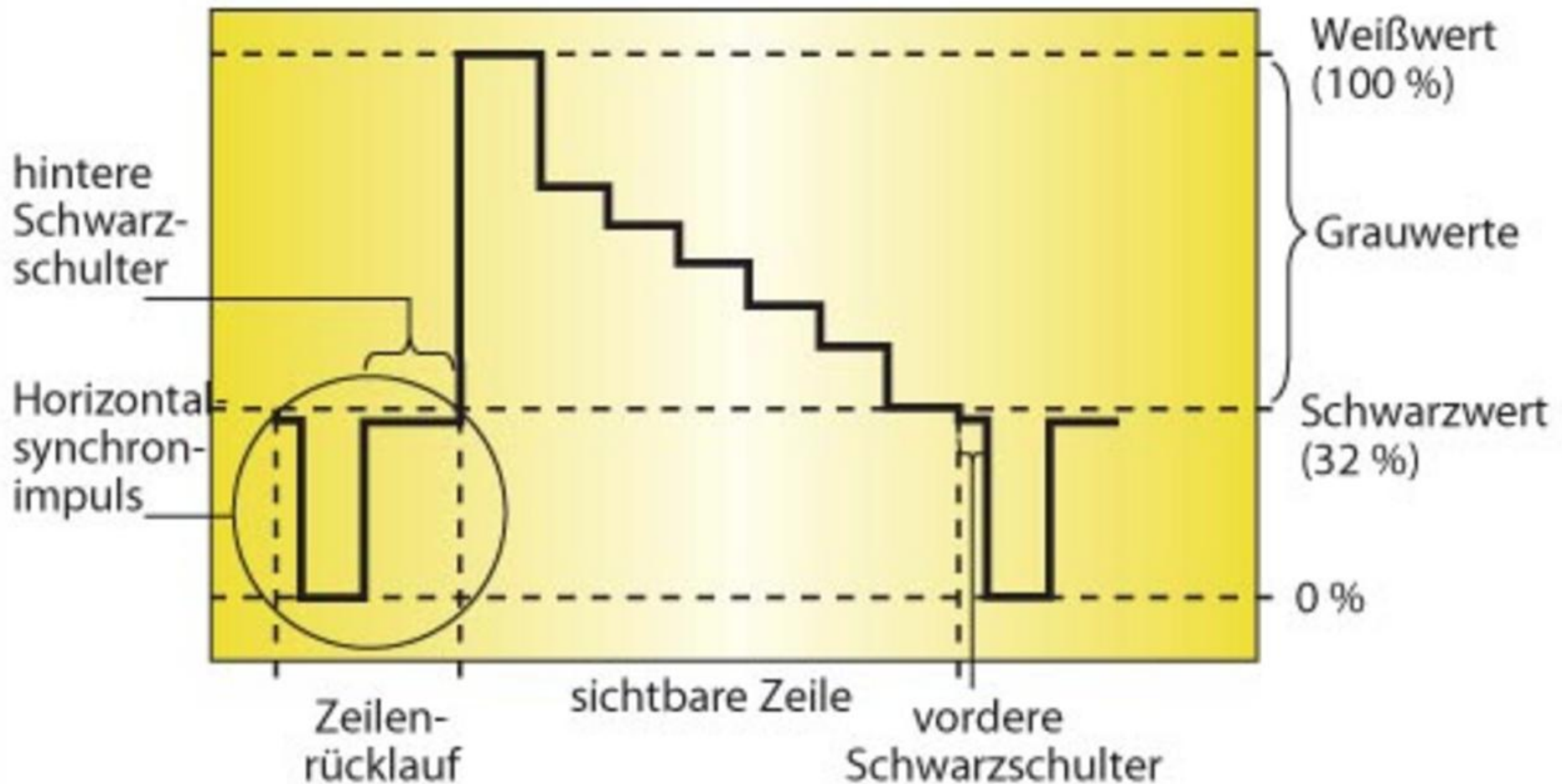
Gerade Zeilen

Zeilenrücklauf

Bildrücklauf

Bildabtastung

- Ein Zeilen-Synchronimpuls im Fernsehsignal löst den Zeilenrücklauf aus, wobei der Elektronenstrahl in der Bildröhre für diese Zeit dunkel geschaltet wird.
- So wird Zeile für Zeile abgetastet, bis der untere Bildrand erreicht ist. Anschließend folgen einige Zeilen mit sogenannten Kennimpulsen (Vortrabanten, Bildsynchronimpuls, Nachtrabanten), bis der Bildrücklauf initiiert wird (grüner Pfeil).
- Rücklauf: Während dieser sogenannten Austastlücke werden keine Bildinformationen übertragen, der Elektronenstrahl wird dunkelgetastet – ist also für das menschliche Auge nicht erkennbar.



Das analoge Video-Signal - auch **BAS-Signal (Bild-Austast-Synchron)**:
einer Zeile startet nach dem Synchronimpuls mit der Helligkeitsinformation des
ersten Bildpunktes am linken Bildrand - in diesem Fall Weiß.

Das monochrome Video-Signal

- Monochrom = einfarbig
- Deshalb handelt es sich bei dem monochromen Video-Signal **ausschließlich um das Luminanz- beziehungsweise Helligkeitssignal**
- In der Praxis ist das separate Luminanz-Signal heute kaum noch zu finden, da es für sich genommen lediglich im Zusammenhang mit der Schwarz/Weiß-Bildgebung zur Anwendung kommt
- Dabei repräsentieren **helle Bildpunkte ein hohes Videosignal und dunkle Bildpunkte hingegen ein geringes Signal.**

Das monochrome Video-Signal

- Alle Signale sind international standardisiert und finden sich in verschiedenen Empfehlungen der Internationalen Fernmeldeunion (engl.: International Telecommunication Union - ITU) wieder, deren Ursprünge ins Jahr 1865 zurückgehen
- Damit ist die ITU neben dem Roten Kreuz (Gründung: 1863) die zweitälteste Organisation mit internationalem Charakter
- Wie die *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)* gehört auch die ITU zu den wichtigsten Standardisierungsgremien im Bereich der professionellen Film- und Videotechnik
- Audio: *Audio Engineering Society (AES)*, gegr. 1948

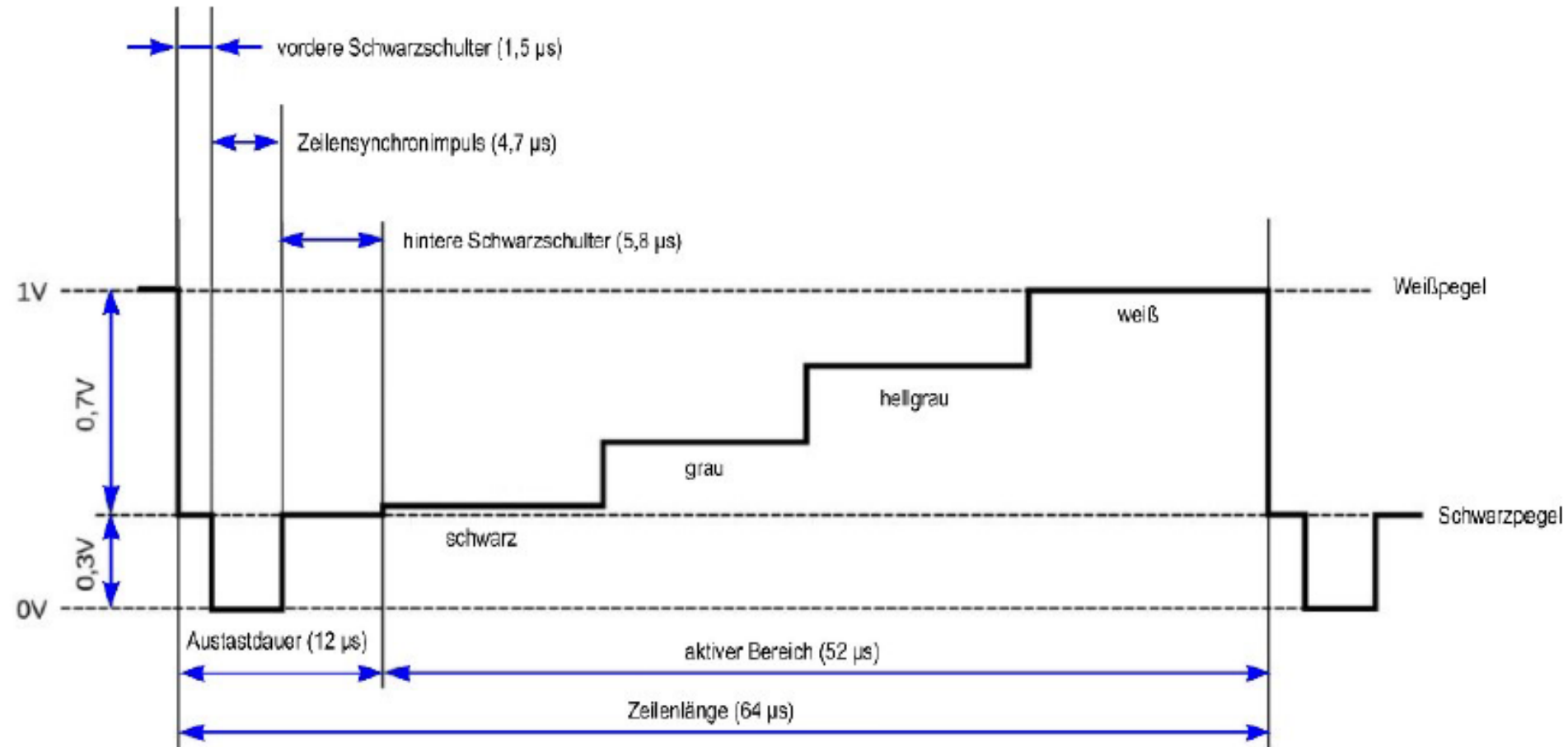
Das monochrome Video-Signal (BAS)

- Das vollständige BAS-Fernsehsignal, auch **Helligkeits-, Luminanz- oder Y-Signal** genannt, setzt sich zusammen aus dem
Bildsignal (B) - Austastsignal (A) - Synchronsignal (S)
- Das BAS-Signal ist ein analoges monochromes Videosignal. Da es nur im Schwarz/Weiß-Bereich eingesetzt wird, enthält es keine Chrominanz-Signale für die Farbgebung (vgl. FBAS-Signal), sondern **lediglich Luminanz-Signale – also die Helligkeitsinformationen**
- Darüber hinaus beinhaltet das BAS-Signal die horizontalen und vertikalen Austastsignale sowie die **Synchronisationssignale** für die einzelnen Zeilen und Halbbilder. Im Englischen wird das BAS-Signal auch als VBS (Video Blanking Sync oder auch Video Baseband Signal) bezeichnet.

Das monochrome Video-Signal

- .
- Die Helligkeitsstufen der zu übertragenden Bilder werden vom Bildwandler in Spannungswerte überführt.
- **Weiß** erhält den **höchsten** und **Schwarz** den **kleinsten Spannungswert**, alle anderen Graustufenwerte liegen dazwischen.
- Die **genormte Bildamplitude beträgt maximal 700 mV**.
- Die Amplitude der Austast- und Synchronsignale ist auf 300 mV festgelegt, sodass die Gesamtamplitude des BAS-Signals zwischen 0 V, dem Synchrondach und 1V für den Spitzenweißwert liegt

Das monochrome Video-Signal



Zeitlicher Ablauf einer Bildzeile des Fernsehsignals am Beispiel einer Grautreppe