SmartTV Service

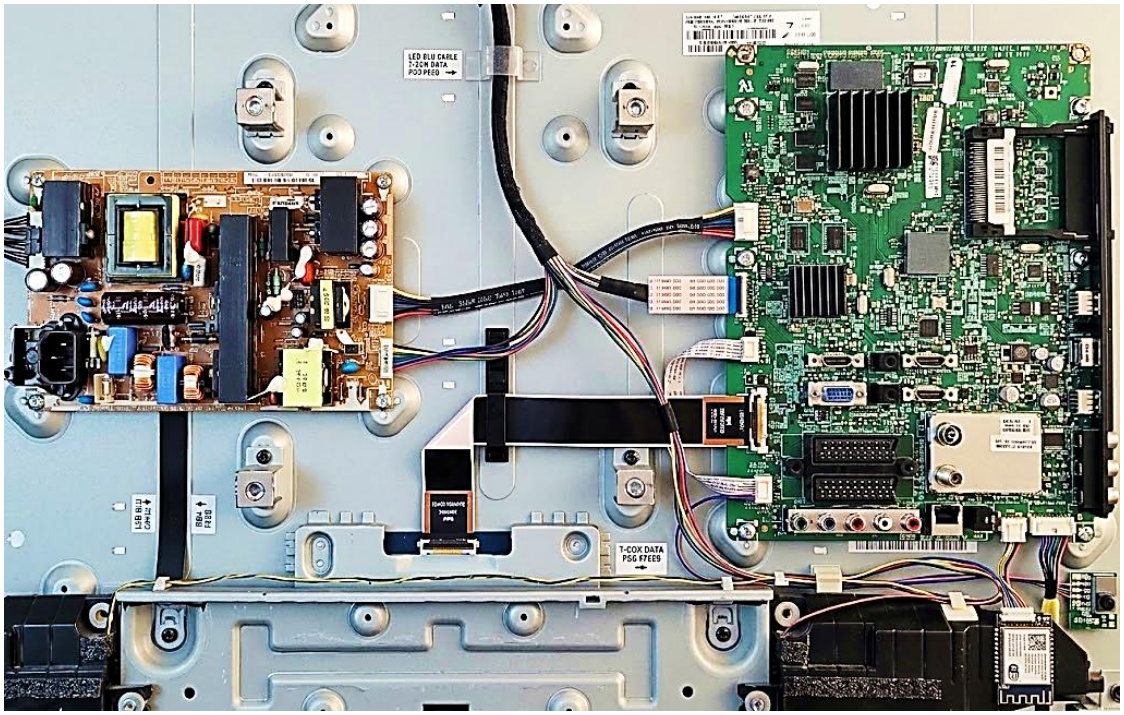
Volume I



Claude H. Sunier

Vorwort

Dieses Dokument vermittelt die technischen Grundlagen moderner Flachbildfernseher und beschreibt ein systematisches Vorgehen bei ihrer Diagnose und Instandsetzung. Es richtet sich an technisch versierte Personen mit Kenntnissen der Elektronik und verbindet Funktionsbeschreibungen von Netzteil, Mainboard, TCON und Panel mit praxisorientierten Prüf- und Reparaturhinweisen.



Lediglich drei grössere Platinen sind im Innern dieses SmartTV enhalten. Links ist das Schaltnetzteil (Powerboard), rechts das Mainboard und hinter einem Schutzblech in der Mitte das TCON-Board. Auf einer kleinen Platine befindet sich das WLAN-Modul. Im Vergleich zu einem früheren Color-Bildröhrengerät ist die Anordnung der Platinen überschaubar. Das Mainboard übermittelt digitale Bilddaten an das TCON-Board, welches den Datenstrom in adäquate Farbsignale umwandelt und mit Clocksignalen synchronisiert. Zudem liefert das TCON-Board die benötigen Spannungen fürs Panel. Es gibt TV-Geräte, bei denen das TCON ins Mainboard integriert wurde. Die Verbindung zum LCD-Panel erfolgt in diesem Fall über zwei oder vier miniLSDS-Flachbandkabel. Bei separatem TCON-Board erfolgt die Anschaltung mit einem LVDS-Flachbandkabel.

Auf was ist besonders zu achten?

Arbeiten an geöffneten Fernsehgeräten dürfen nur von Personen mit ausreichender elektrotechnischer Qualifikation durchgeführt werden. Vor Mess-, Löt- oder Demontagearbeiten ist das Gerät spannungsfrei zu schalten. Am Sichersten ist, das Apparatekabel auszustecken. Im Powerboard können selbst nach einer Netztrennung noch immer gefährliche Spannungen vorhanden sein, die durch gespeicherte Ladungen in Kondensatoren gebildet werden. Elektrolytkondensatoren sind daher kontrolliert zu entladen. Die Spannungsfreiheit ist mit einem Spannungsprüfer oder einem Multimeter zu verifizieren.

1 SmartTV Service

1.1 Allgemeines

TV-Geräte mit Flachbildschirm (LCD, QLED, OLED) enthalten ein Netzteil (PSU), ein Mainboard mit Videoprozessor, Tuner und diversen Schnittstellen (HDMI, USB, Ethernet). Hinzu kommen weitere Platinen und Module für TCON (Timing Controller), Backlight, Panel, WLAN, IR-Empfänger und Lautsprecher. Smart-TVs werden über einen Router mit dem Internet verbunden; dadurch ist der Zugriff auf Dienste wie Netflix, Disney+, Prime Video und andere Applikationen möglich.

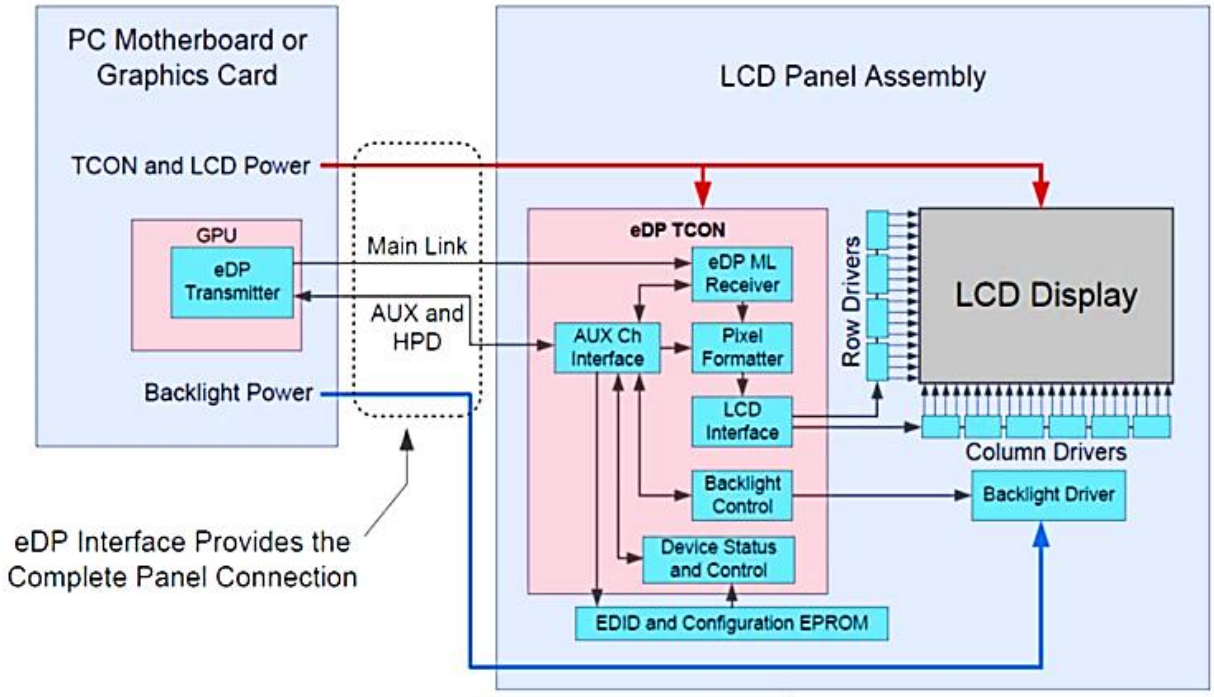


Abb. 1: Blockschema eines SmartTV mit eDP[1]

Einige Abkürzungen und Begriffe:

HDMI (High-Definition Multimedia Interface): Eine Technologie zur Übertragung von hochwertigen Audio- und Videosignalen zwischen mehreren Geräten; dient als Ersatz für ältere analoge Videostandards wie Composite, S-Video und VGA.[2]

LVDS (Low Voltage Differential Signaling): Standardisierte Schnittstelle zur schnellen digitalen Datenübertragung bei LCD-Bildschirmen. Die Signalamplituden haben eine Grösse von ≈ 350 mV.

eDP (Embedded DisplayPort): Verdrängt LVDS zunehmend als Standard für Videoschnittstellen in eingebetteten Display-Anwendungen. Sich ergebende Vorteile sind eine geringere Anzahl der Leitungen sowie eine Reduktion des Stromverbrauchs und der elektromagnetischen Störanfälligkeit bei gleichzeitiger Verbesserung der Funktionsfähigkeit.

SoC (System on Chip): Ein integrierter Schaltkreis, der die wesentlichen Komponenten eines

[1] https://www.analogix.com/sites/default/files/images/1578029746420382-en.png
[2] https://de.wikipedia.org/wiki/High_Definition_Multimedia_Interface

Smart-TVs oder anderer elektronischer Systeme in einem Universalchip vereint.

1.2 Pixeldaten Übertragungsformate

Es gibt zwei Standards für die serielle Übertragung von RGB-Pixeldaten über LVDS-Schnittstellen:

1) Bei **JEIDA** (Japan Electronic Industries Development Association) werden die Informationen der Farbkanäle (Rot, Grün, Blau) im Datenstrom so angeordnet, dass die niederwertigsten Bits (LSB[3]) auf dem 4. Datenkanal (RX3) liegen. Bei älteren 18-Bit-Displays wird diese Leitung einfach weggelassen – ohne dass das Bild verfälscht wird.

2) Bei **VESA** (Video Electronics Standards Association) werden die höchstwertigsten Bits (MSB[4]) aller Farben in einem Paar zusammengefasst.

Wenn das Mainboard die Daten nach VESA sendet, der Bildschirm aber JEIDA erwartet (oder umgekehrt), führt dies zu einem Bild mit völlig falschen Farben (Color Swap, Solarisation) oder mit Graustufenfehlern.

Für einen Formatwechsel bestehen zwei Möglichkeiten:

a) Viele Fernseher und Monitore erlauben das Umschalten zwischen VESA und JEIDA über das interne Service-Menü des Displays.

b) Auf dem TCON-Board gibt es meist einen Pin zur Formatwahl. Wenn dieser Pin an Masse (GND) liegt, wird JEIDA aktiviert; liegt der Pin auf VCC (z.B. 3,3 V), wird VESA aktiviert.[5]

2 Flachbildschirme

2.1 Bildschirmauflösung

SD (Standard Definition) mit 720 x 576 Pixeln; einst die übliche TV-Auflösung, heute findet man SD immer seltener.

HD (High Definition), auch HD-ready oder Half-HD für eine Bildauflösung von 1’280 x 720 Pixeln; Fernseher mit dieser Auflösung zeigen ein deutlich schärferes Bild als die alten Röhrenfernseher.

Full-HD (volle Hochauflösung), Bildauflösung mit 1’920 x 1’080 Pixeln; Full-HD-Geräte sind ersichtlich schärfer als HD-Fernseher.

UHD oder **UHD-1** (Ultra High Definition), eine ultra-hochauflösende Bildqualität mit 3’840 x 2’160 Pixeln; besonders bei grosser Bildschirmdiagonale oder bei geringem Abstand zum TV-Gerät ist eine UHD-Bildauflösung empfehlenswert.

4K oder **Cine 4K**, oft mit UHD gleichgesetzt, aber nicht dasselbe; "K" steht für tausend und bezieht sich auf die horizontale Auflösung mit 4’096 Pixel; die vertikale Auflösung beträgt 2'160 Pixel.

[3] LSB = Lost significant bit.
[4] MSB = Most significant bit.
[5] https://www.youtube.com/watch?v=ca5i_GZ9lds

8K bzw. **UHD-2**, derzeit höchste Auflösungsstufe mit der vierfachen Menge an Bildpunkten gegenüber 4K, nämlich 7'680 x 4'320 Pixel; aktuell haben nur wenige Hersteller 8K Fernseher im Angebot, es könnte aber bald einmal zum neuen Standard werden.

2.2 Aufbau eines TFT/LCD-Panels

Das klassische Panel eines TV-Gerätes mit Flüssigkristallen (LCD) besteht aus mehreren Schichten (Layer) und benötigt eine Hintergrundbeleuchtung aus LED[6]-Strips. Das bläuliche Licht dieser LEDs wird durch eine Phosphorbeschichtung in weisses Licht umgewandelt.

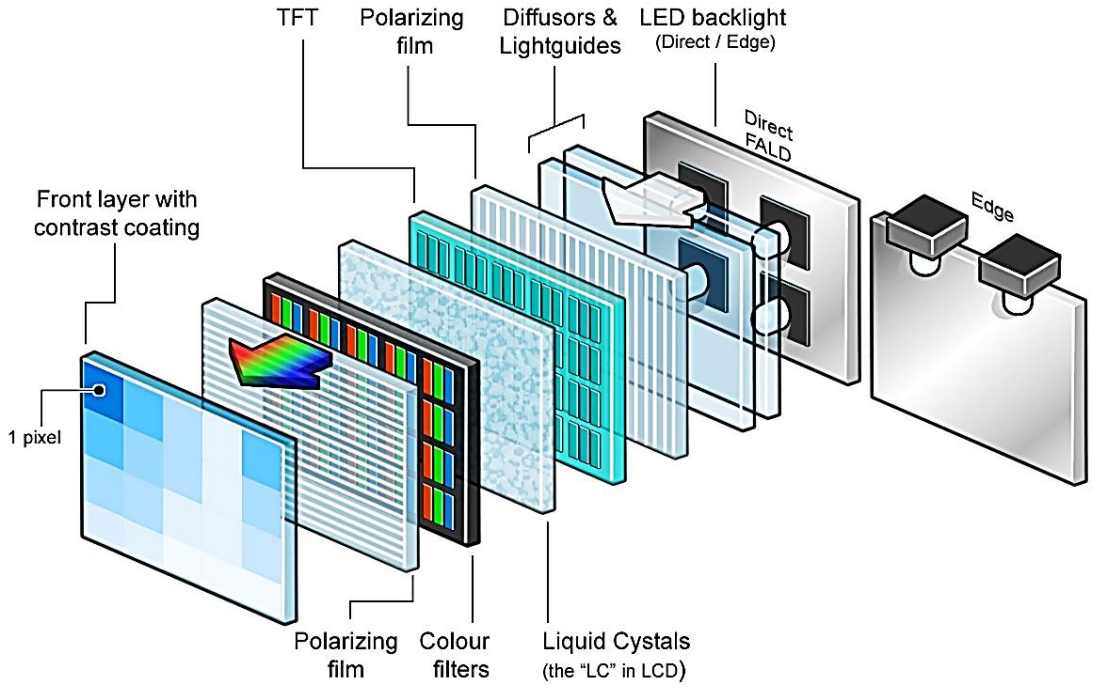


Abb. 2: Schichtaufbau eines TFT/LCD-Flachbildschirms[7]

Moderne LCD-Panel verwenden eine aktive Matrix mit TFT-Technik. Der Flüssigkristall-Layer ist von einem elektrisch leitenden Siliziumfilm überzogen, der für jede Pixelzelle die Eigenschaften eines Transistors hat.

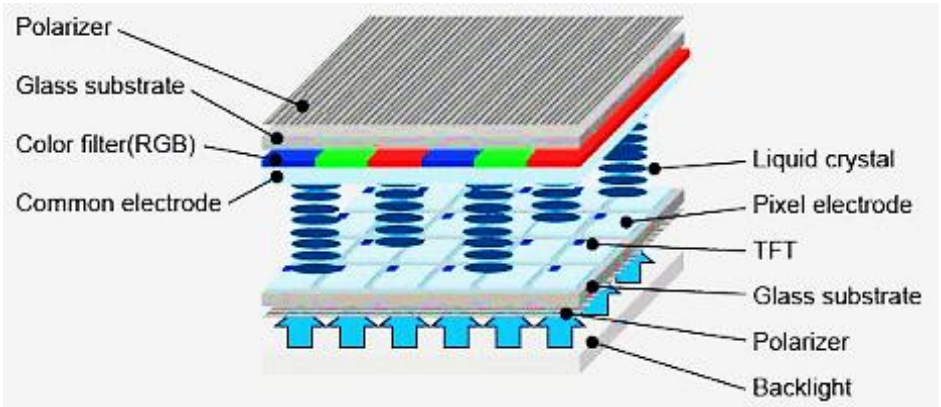


Abb. 3: TFT/LCD-Display[8]

[6] LED =Light Emitting Diode
[7] LCD= Liquid Cristal Display; TFT = Thin Film Transistor.
[8] https://orientdisplay.com/knowledge-base/tft-basics/how-does-tft-displays-work/

Die Transistoren und ihre Steuerelektroden befinden sich auf dem gleichen Substrat und sind mit Adressleitungen für die Zeilen und Spalten verbunden. Das gegenüberliegende Glassubstrat ist mit einer grossflächigen transparenten Elektrode ausgestattet, die den gemeinsamen Anschluss aller Transistoren bildet.

2.3 Aufbau eines QLED-Panels

Die QLED[9]-Geräte zählen prinzipiell zu den LCD-TVs, in denen LEDs als Hintergrundbeleuchtung eingesetzt werden. Bei den "Quantum Dots" handelt es sich um farbverstärkende Nanopartikel innerhalb der Beschichtung, die vor den LEDs liegt. Diese "Dots" dienen dazu, das von den LEDs ausgehende Licht sowie Farbunreinheiten auszugleichen. Das der Hintergrundbeleuchtung entstammende Licht liegt im blauen Spektrum. Auch hier begünstigt eine Phosphorschicht die Emission weissen Lichtes, das von roten, grünen und blauen Subpixeln durch additive Farbmischung eingefärbt wird.

2.4 Aufbau eines OLED-Panels

Plasmabildschirme wurden nach 2015 von OLED[10] abgelöst. Wegweisend auf diesem Gebiet war LG[11]. OLED-Panel bestehen aus organischen Leuchtdioden und benötigen daher keine Hintergrundbeleuchtung. Infolge der hohen Pixeldichte lassen sich Panel mit grosser Auflösung herstellen. Durch den reduzierten Schichtaufbau bedingt entstehen sehr schlanke Panel.

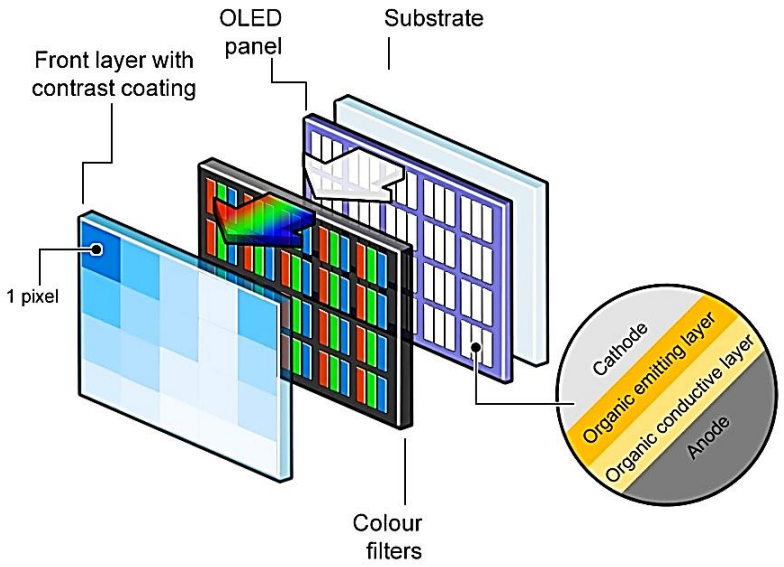


Abb. 4: Aufbau eines OLED-Bildschirms

Ein Vorteil von OLED-Bildschirmen gegenüber LCD/LED-Bildschirmen ist der sehr hohe Kontrast und die niedrigen Schwarzwerte. Nachteilig ist die mit der Zeit aufgrund der Alterung der "Organic LEDs" nachlassende Helligkeit. Für den durchschnittlichen Bildbetrachter dürfte dies aber unproblematisch sein, weil der Nachlasseffekt erst nach über 10'000 Betriebsstunen in Erscheinung tritt.

[9] QLED = Quantum Dot Light Emitting Diode.
[10] OLED = Organic Light Emitting Diode.
[11] LG Electronics, ein Unternehmen aus Südkorea mit Unternehmenssitz in Seoul.

3 Ansteuerung eines TFT/LCD-Panels

AVDD (Analog Voltage Drain-to-Drain) ist die Versorgungsspannung von 12 V bis 17 V für die analogen Schaltkreise des TFT-Panels. **DDVDH** (Digital-to-Digital Video Driver High) ist die Versorgungsspannung von 4,5 V bis 6 V für den Source-Driver und die Gamma-Referenz-Anschaltung.

Fehler in der Spannungsversorgung führen zu einem schwarzen Bildschirm, mitunter auch einem weissen Bildschirm, oder zu fehlenden Bildern.

3.1 Spalten- und Zeilentreiber

Der **Source Driver** (Spaltentreiber) liefert – in Kombination mit dem Gamma-Korrektor – die Bilddaten (Spannungen für Farbwerte und Graustufen), um sie ihrer Adressierung entsprechend an die Spalten zu verteilen.

Der **Gate Driver** (Zeilentreiber) schaltet die Dünnschichttransistoren (TFT) zeilenweise ein, um so die Bilddaten des Source-Drivers zu übernehmen.

Das **TCON**-Board generiert die Takt- und Steuersignale, damit Zeilen- und Spaltentreiber absolut synchron arbeiten. Der "PixelClock" bestimmt die Taktrate.

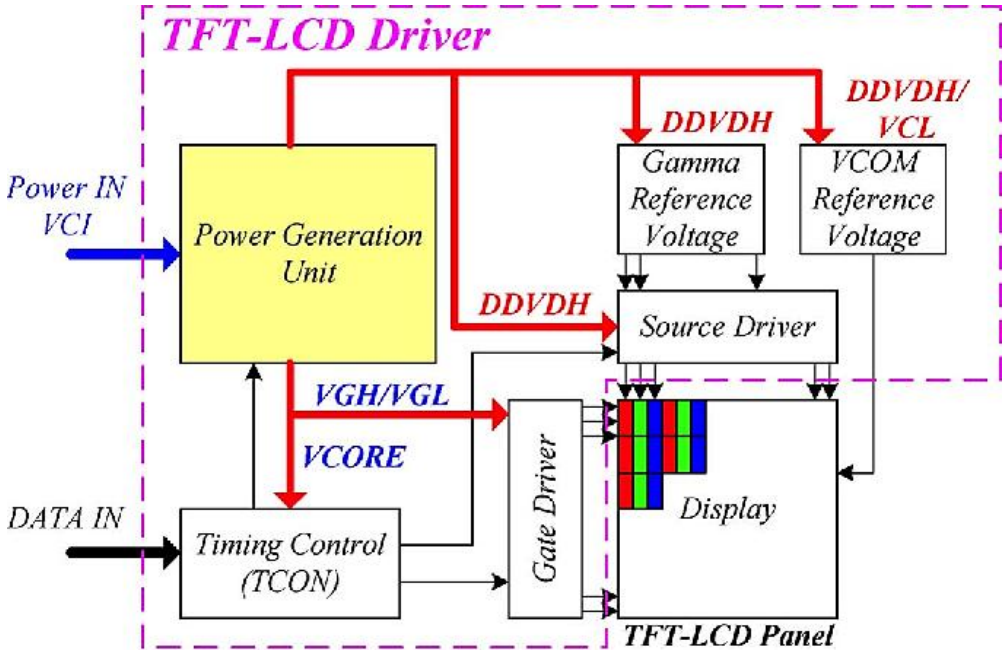


Abb. 5: Source- und Gate-Driver für ein TFT-LCD-Panel[12]

VCI (Voltage Circuit Indicator): Analoge Haupteingangsspannung (2,8 V bis 3,3 V) für die Power Generation Unit.

VCL (Driver Lower Supply Voltage): Negative analoge Referenzspannung (-2,0 V bis -3,0 V).

DDVDH (Digital Driver Voltage High): Hochgepumpte positive Versorgungsspannung (4,5 V bis 6 V) für die Source-Treiber und die VCOM-Erzeugung.

[12] https://figures.semanticscholar.org/6eafca834a8ea9673d992940fe88ad55ea07173a/1-Figure1-1.png

VGH (Voltage Gate High) und **VGL** (Voltage Gate Low) werden vom Zeilentreiber geliefert. Erzeugt werden sie von einem Level-Shifter-IC auf dem TCON-Board oder im COF[13]. Bei VGH (26 V bis 30 V) werden die TFT's der betreffenden Zeile aktiviert, bei VGL (-6 V bis –10 V) werden sie deaktiviert.

An den Schnittpunkten der aus Zeilen (Rows, Lines) und Spalten (Columns) erzeugten Matrix befindet sich jeweils ein TFT-Element mit einer Treiberelektrode, um die zugehörige LC-Zelle (Subpixel) zu aktivieren; jeweils drei Subpixel (R,G,B) bilden ein Pixel.

Mit einem Clockimpuls an den Zeilentreiber werden alle Transistoren dieser Zeile für die Übernahme der Sourcedaten vorbereitet. Mittels eines weiteren Impulses an den Spaltentreiber werden die zuvor vorbereiteten TFT-Elemente durchgeschaltet.

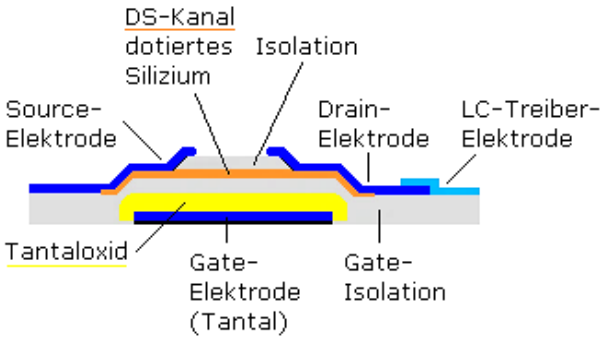


Abb. 6: TFT-Element[14]

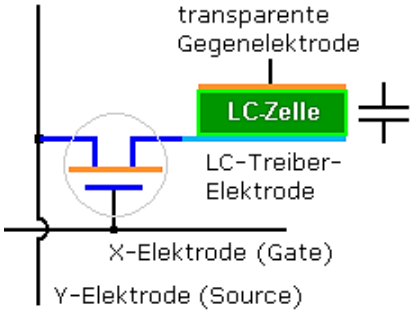


Abb 7: TFT mit LC-Zelle

Durch die Ladung eines "Speicherkondensators" behält die aktivierte LC-Zelle ihren momentanen Zustand solange bei, bis der Transistor in einem weiteren Taktzyklus ausgeschaltet wird.

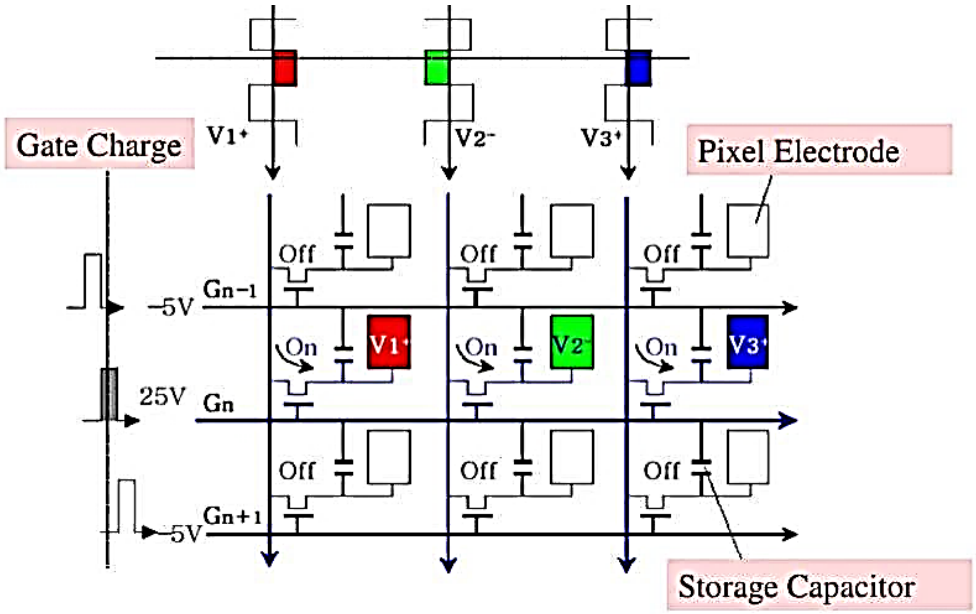


Abb. 8: Spalten- und Zeilensteuerung[15]

[13] COF = Chip On Film; Folienverbinder zwischen Panelplatinen und Panel.
[14] https://www.elektroniktutor.de/geraetetechnik/tftlcd.html
[15] https://tailorpixels.com/pt/compreens%C3%A3o-r%C3%A1pida-do-funcionamento-e-fen%C3%B4meno-do-lcd/

3.2 Steuer- und Clocksignale

STV (Start Vertical), **CPV** (Clock Pulse Vertical), **STH** (Start Horizontal) und **CPH** (Clock Pulse Horizontal) sind Rechtecksignale mit Spannungen Vpp zwischen 3 V bis 10 V. STV und CPV steuern die vertikale Bewegung (Zeile für Zeile nach unten), während STH und CPH die horizontale Bewegung (Spalte um Spalte) steuern.

Die steigende Flanke des Startimpulses (STV) signalisiert den Beginn eines neuen Bildes bzw. Datenrahmens. Bei jedem ankommenden Clockimpuls (CPV) schaltet der Zeilentreiber eine Zeile weiter. Realisiert wird die Zeilenschaltung mit Shift-Registern aus D-Flip-Flops und einer Steuerlogik aus NAND-Gliedern, um Pegelwandler (Level-Shifter) und Treiberstufe (Buffer) anzusteuern. In vergleichbarer Weise ist die Spaltensteuerung aufgebaut, welche die Gamma-Referenz-Spannung und die RGB-Spannung an die Spalten übergibt. Hier ist es der Startimpuls **STH** (Start Horizontal), welcher dem Spaltentreiber die Bereitstellung einer neuen Zeile signalisiert und der Clockpuls **CPH** (Clock Pulse Horizontal), welcher Spalte um Spalte freischaltet.

Fehlt eines dieser Signale (bspw. durch einen Defekt im TCON-Board, auf einer Panelplatine oder im Glassubstrat des Displays), so bricht der Bildaufbau zusammen und es kommt zu gravierenden Bildfehlern. Das äußert sich in horizontalen Streifen (CPV/STV-Fehler), vertikalen Linien (CPH/STH-Fehler) oder eingefrorenen Doppel- und Geisterbildern. Horizontale Linien lassen sich in einigen Fällen mit einem VGL/VGH-Programmer eliminieren.[16]

Zusammenfassend läuft vereinfachend ausgedrückt das folgende Prozedere ab:

1. Das T-CON Board sendet zu Beginn eines jeden Bildes einen Startimpuls (STV) an den Zeilentreiber; damit wird signalisiert, dass ein neues Frame beginnt.
2. Synchron mit dem neuen Frame wird mit dem Clockimpuls CPV die erste Zeile geöffnet.
3. Zeitgleich dazu sendet das TCON einen Startimpuls (STH) an den Spaltentreiber.
4. Mit dem Clockimpuls CPH übergibt der Spaltentreiber die aktualisierten Spannungswerte an die Pixel der geöffnete Zeile.
5. Danach wird mit einem zweiten Clock (CPV) die nächste Zeile geöffnet.
6. Anschliessend erfolgt mit einem weiteren Clock (CPH) die Ausgabe der Pixeldaten für die betreffende Zeile usw. usw.

Dieser Wechsel aus CPV (Zeilensprung) und CPH (Zeile befüllen) wiederholt sich in rascher Folge, bis das Ende des Bildschirms erreicht ist. Wenn ein Bild beispielsweise 1'080 Zeilen umfasst, wird der Gate-Treiber 1'080mal pro Frame durch den CPV-Clock angestossen, um die adressierten Zeilen zu öffnen. Dasselbe gilt prinzipiell für den Source-Treiber. Besitzt das Bild 1'920 Spalten, so wird der Source-Treiber 1'920mal pro Frame durch den CPH-Clock angestossen, um die Farbwerte an die Spalten zu übergeben. Danach beginnt mit einem weiteren Startimpuls (STV) ein neues Frame und das beschriebene Szenarium beginnt von neuem.

[16] https://www.youtube.com/watch?v=izd7dhtmZjc
https://www.youtube.com/watch?v=OQS8A7LJwZs

4 Reparaturpraxis

Reparaturstunden sind teuer. Für den Kunden ist jede Reparatur nach Ablauf der Garantiefrist somit eine reine Kostenfrage. Infolgedessen tauschen Fachbetriebe häufig ganze Platinen aus ohne den zugrundeliegenden Fehler zu lokalisieren. Solches führt mit der Zeit zu einem schleichenden Wissensschwund des technischen Personals.

Um defekte Fernseher zu reparieren, werden Kenntnisse der analogen und digitalen Elektronik benötigt. Die grundlegenden Funktionen eines Schaltnetztzteils, eines Mainboards, des TCONs und weiterer Komponenten sollten in grosso modo bekannt sein. Hilfreich wären gewiss Herstellerunterlagen, doch diese bekommen in der Regel nur autorisierte Fachbetriebe zu sehen. Und Schaltpläne findet man so gut wie keine mehr. Wie soll ein Reparateur so den Fehler finden?

Die Reparatur moderner LCD/LED-Fernseher bedingt eine systematische Fehlersuche, die sich vom Powerboard bis zum Panel erstreckt.

Grundlegende Bauteile eines modernen Fernsehers

- **Powerboard (**Schaltnetzteil): Wandelt die Netzspannung um; typische Fehlerquellen sind Sicherungen, Leistungstransistoren (MOSFETs), PWM-ICs und Optokoppler.
- **Mainboard** (Hauptplatine): Steuert Eingänge (HDMI), Audio, IR-Empfänger und den Prozessor; häufige Defekte betreffen Speicher-ICs oder Eingangsbausteine.
- **TCON-Board** (Timing Controller): Verteilt die Bildsignale an das Display; ein Defekt führt oft zu verzerrtem Bild, doppelten Bildern oder vertikalen/horizontalen Linien.
- **Hintergrundbeleuchtung** (Backlight): LEDs hinter dem Panel; ein Ausfall führt zu Ton ohne Bild (schwarzer Bildschirm).

Schritt-für-Schritt-Vorgehensweise bei Diagnose und Fehlerbehebung

Vor einem Hardwareeingriff empfiehlt sich gelegentlich ein Werksreset. Es kommt immer darauf an, welche Symptome ein SmartTV bei einer Störung aufweist.

Grundsätzlich kann wie folgt vorgegangen werden:

1. **Vorab-Prüfung:** Kabel, Fernbedienung, externe Quellen.
2. **Sichtprüfung & Messung:** Gerät spannungsfrei öffnen, optisch nach aufgeblähten Kondensatoren oder Brandspuren suchen; Spannungen am Powerboard, LED-Treiber, Mainboard und TCON-Board prüfen.
3. **Komponenten-Eingrenzung:**
   - Kein Bild, aber Ton: Hintergrundbeleuchtung oder TCON-Board prüfen.
   - Kein Lebenszeichen: Bauteile auf dem Schaltnetzteils inspizieren.
   - Linien oder Artefakte: TCON-Board und Flachbandkabel zum Panel prüfen.

Das sind nur die allerersten Schritte, bevor eine eingehende Fehlersuche auf Bauteileebene beginnt.

4.1 Grundsätzliches

Die zu reparierenden Geräte müssen über einen Trenntransformator betrieben werden, damit eine galvanische Trennung vom Starkstromnetz vohanden ist. Zum Prüfplatz gehört ferner ein Labornetzgerät. Hinzu kommen diverse Werkzeuge, Messgeräte, eine Lötstation und sonstiges Zubehör.

Heutzutage gibt es digitale Multimeter (DMM) zu vernünftigen Preisen. Einige dieser Messgeräte besitzen ein integriertes Oszilloskop und einen Signalgenerator. Werden nicht zu hohe Ansprüche an die Genauigkeit gestellt, ist diese Kombination für viele Zwecke ausreichend. Ansonsten wird der Reparateur auf separate Geräte zugreifen. Das bedingt gewisse Investitionen, die nach und nach erfolgen müssen.

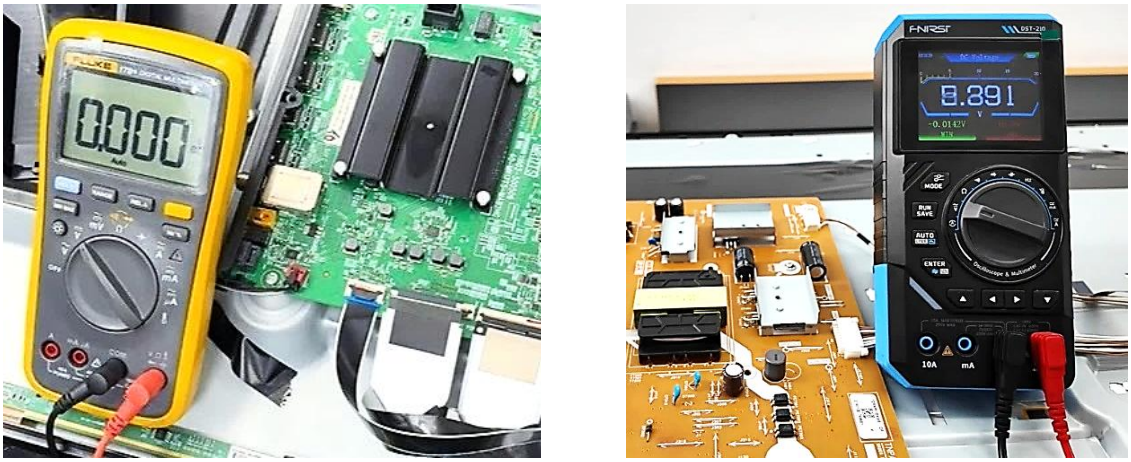


Abb. 9: Ein DMM ist unverzichtbar bei der Fehlersuche

Eine bewährte Methode bei der Fehlersuche besteht darin, verdächtige Bauteile durch gezielte Messungen zu überprüfen, um so schadhafte Teile aufzuspüren und zu ersetzen. Die Beschaffung diskreter Bauteile wie Dioden, Elkos, Transistoren und SMD-Bauteile über die üblichen Distributoren (Amazon, Distrelec, Conrad Electronic u.a.) ist unproblematisch. Schwieriger ist es bei ganzen Platinen, die von den Geräteherstellern nur widerwillig – wenn überhaupt – an Private abgegeben werden. Als Ausweg bieten sich Geräte zum Ausschlachten, Okkasionen (Ebay, Ricardo) und revidierte Platinen spezialisierter Händler an.

4.2 Fehlende Versorgungsspannungen

Jeder LCD-Fernseher besitzt ein Hauptnetzteil, auch Powerboard (PSU od. SMPS[17]) genannt, welches sich in der Regel auf einer separaten Platine befindet.

4.2.1 Inspektion und Überprüfung

1) Ein besonderes Augenmerk ist den Elektrolytkondensatoren zu widmen.

Wenn sich die "Endkappe" nach aussen stülpt oder das Bauteil sich aufbläht, ist es Zeit für einen Ersatz. Im Zweifel ist eine Kapazitätsprüfung angezeigt (Elkos haben Toleranzen von ±10 %). Vor einer Prüfung ist das Netzkabel abzuziehen. Weil die Gleichspannung in TV-Netz-

[17] PSU = Power Supply Unit; SMPS = Switched-Mode Power Supply.

teilen Werte von über 300 V annehmen kann, müssen Elkos zur eigenen Sicherheit mit einem Widerstand (1kΩ/5W) entladen werden. Ein zweiter Parameter von Relevanz ist der *Serielle ohmsche Widerstand* (Equivalent Series Resistance). Für eine Überprüfung ist ein Kondensator-ESR-Messgerät zweckdienlich. Der ESR-Wert sollte möglichst tief sein.

2) Zu den diskreten Bauteilen in einem TV-Netzteil, die ausfallen können, gehören Gerätesicherungen, NTC-Widerstände, Elektrolytkondensatoren, Dioden, Brückengleichrichter und MOSFETs und spezielle ICs (PFC, PWM[18]). Einige dieser Bauteile lassen sich unschwer mit einem DMM oder einem Komponententester prüfen.

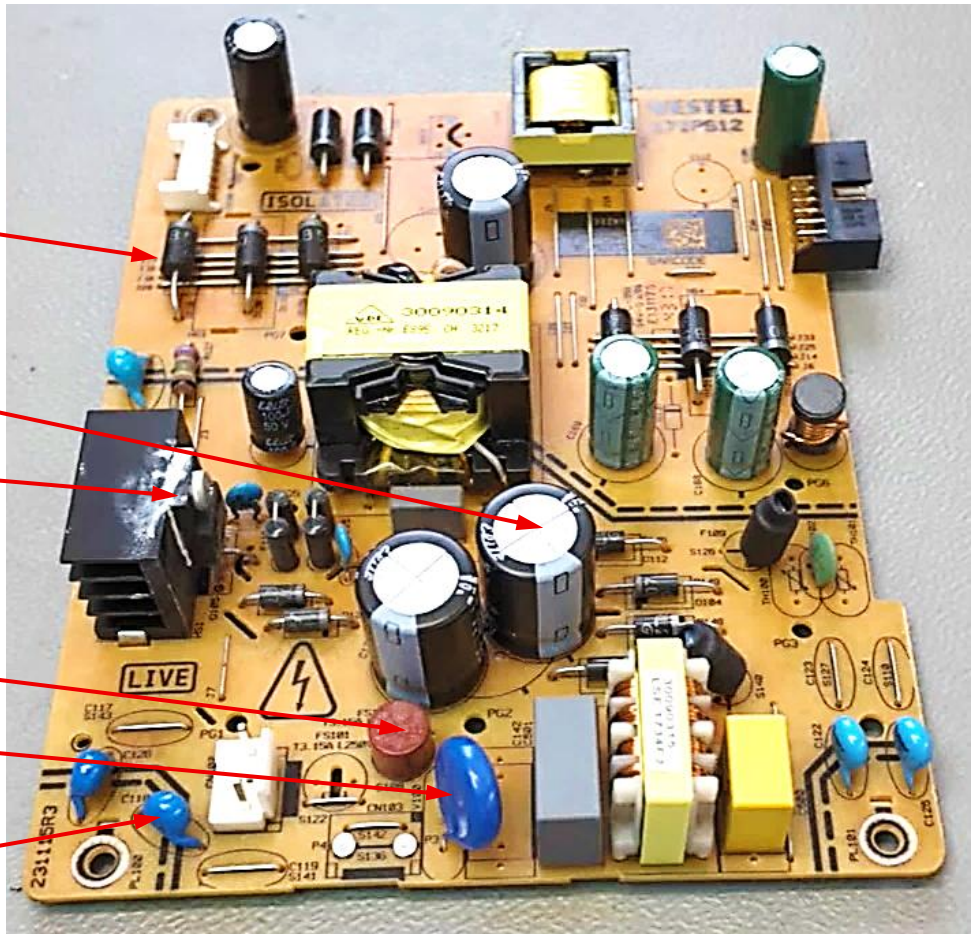


Abb. 10: Vulnerable Bauelemente eines Schaltnetzteils (SMPS)[20]

Die Primärseite des Spannungswandlers ist oft mit HOT gekennzeichnet, die Sekundärseite mit COLD.

3) Gegentlich sind es mangelhafte oder "kalte" Lötstellen, die einen Funktionsausfall bewirken. Bei Verdacht sollten die Lötstellen nachgelötet werden. Korrodierte Steckverbinder werden mit einem Kontaktspray behandelt.

4) In der Eingangsschaltung eines TV-Netzteils findet sich oft ein NTC[21] (bspw. der Leistungs-

[18] PFC = Power Factor Correction; PWM = Pulsweiten-Modulation.
[19] VDR = Voltage Dependent Resistor; spannungsabhängiger Widerstand (Varistor).
[20] SMPS = https://www.youtube.com/watch?v=4HChCQsGpzw
[21] NTC = Negativer Temperatur Koeffizient; Widerstand mit fallender Kennlinie.

thermistor MF72-12D9[22]), um den Einschaltstromstoss zu reduzieren. Der ohmsche Widerstand dieses temperaturabhängigen Widerstandes beträgt bei Raumtemperatur ≈ 12 Ohm. Sobald nun ein Strom fliesst und die grossen Elkos aufgeladen werden, erwärmt sich der NTC und wird niederohmiger. Seine Aufgabe ist damit erfüllt. Bei einigen Geräten wird der NTC nach dem Einschaltmoment von einem Relais überbrückt.

Ein defekter NTC zeigt meist Brandspuren oder einen Riss. Das Bauteil ist hochohmig und der Fernseher lässt sich nicht mehr einschalten. Eine Widerstandsmessung erbringt Gewissheit. Vor jedem Platineneingriff müssen zuerst die Elkos entladen werden. Danach erst sollte gemessen werden. Das DMM zeigt vermutlich OL (unendlich) an. Vielfach ist auch die Gerätesicherung zerstört. Es muss folglich für kurze Zeit ein hoher Strom geflossen sein.



Abb. 11: Einige Bauteile aus dem Powerboard

5) Die primäre Fehlerursache liegt meist in einem nachgeschalteten Bauteil wie dem Brükkengleichrichter, dem PFC-MOSFET[23] oder einem Schalttransistor. Eine Überprüfung dieser Bauteile ist daher nötig. Dazu wird das DMM auf "Diodentest" eingestellt. Bei intakten Siliziumdioden wird in Durchlassrichtung eine Schleusenspannung von ca. 0,5 V und in Sperrrichtung "OL" angezeigt. Bei defekten Dioden wird meist 0,00 V angezeigt, aber auch ein totaler Unterbruch ist möglich. Power-MOSFETs befinden sich auf einem Kühlkörper und sind somit leicht zu finden. In der Regel werden in Netzteilen selbstsperrende N-Kanal-MOSFETs eingesetzt. Eine Überprüfung im stromlosen Zustand zwischen Drain (D) und Source (S) wird bei intaktem N-Kanal mit "OL" oder der Schleusenspannung der integrierten Schutzdiode (Body-Diode) angezeigt. Es kommt dabei auf die Polung der Messleitungen an. Zwischen Gate (G) und Source oder zwischen Gate und Drain sollte der Widerstand "unendlich" sein. Bei einem durchlegierten rep. schadhaften MOSFET ist gegenüber sämtlichen Pins Durchgang vorhanden. In diesem Fall ist der MOSFET zu ersetzen. Es ist darauf zu achten, dass derselbe Typ (oder zumindest ein baugleicher Typ mit vergleichbaren Parametern) verwendet wird.

6) Die Möglichkeit besteht, dass noch weitere Bauteile ausgefallen sind. In Betracht kommen im Bereich der Eingangsschaltung Varistoren (VDR[24]), scheibenförmige und vielfach blaue Bauelemente, die dem Überspannungsschutz dienen. Ein intakter VDR ist hochohmig, so dass das DMM vermutlich "OL"anzeigt. Ein beschädigter VDR gleicht in seinem Erscheinungsbild einem defekten NTC und zeigt Schmauchspuren oder ist aufgeplatzt. Ein defekter

[22] MF72-12D9, ein Leistungsthermistor**; 12:** Nennwiderstand in Ohm bei Raumtemperatur (25 °C); **D9**: Scheibendurchmesser in mm.
[23] PFC = Power Factor Correction; eine Schaltung zur Verbesserung des Leistungsfaktors.
[24] VDR = Voltage Dependent Resistor; ein spannungsabhängiger Widerstand. Handelt es sich um Metall-Oxid-Varistoren ist auch von MOV die Rede.

VDR ist niederohmig; aber auch ein Unterbruch ist denkbar.

7) Auch dem Störschutz dienende "Sicherheitskondensatoren" können im Fehlerfall betroffen sein. Grundsätzlich werden X-Kondensatoren und Y-Kondensatoren unterschieden. X-Kondensatoren befinden sich "line-to-line" zwischem dem spannungsführenden Leiter (L) und dem Neutralleiter (N). Y-Kondensatoren befinden sich "line-to-ground" zwischen L oder N und der Gerätemasse bzw. dem Schutzleiter (PE). Eine Widerstandsmessung offenbart schnell, ob diese Kondensatoren noch intakt sind. Geht der Widerstandswert gegen Null, sind sie defekt. Die Prüfung sollte auch den Kapazitätswert einbeziehen. Praktisch alle DMM besitzen eine solche Prüfoption.

8) Weitere Bauteile auf dem Powerboard, die beschädigt sein könnten, sind Elkos, Snubberglieder, Zenerdioden und Sourcewiderstände. Letztere befinden sich zwischen dem Source-Pin eines MOSFETs und Ground. Es handelt sich um niederohmige Widerstände (0,1 Ω bis etwa 1 Ω). Brennt ein MOSFET durch, so wird meist auch dieser Widerstand beschädigt. Zeigt das DMM "OL" oder einen hohen Wert an, ist der Widerstand defekt und muss ersetzt werden.

9) Zwischen dem PWM-Controller[25] und dem Gate des Schalt-MOSFETs sitzen kleine Vorwiderstände (etwa 10 Ω bis 100 Ω) und oft auch eine Zenerdiode. Ein "sterbender" MOSFET erzeugt oft als letzte Reaktion einen Spannungsstoss in Richtung Gate und zerstört somit die vorgeschalteten Bauteile. Eine gezielte Überprüfung (Widerstandsmessung, Diodentest) verschafft dem Reparateur auch hier die erforderliche Klarheit.

Resume: Ein modernes Schaltnetzteil besteht aus 5 bis 10 verschiedenen ICs, von denen der eine oder andere bei einem Totalausfall fehlerhaft sein kann. Ein Powerboard enthält einen PFC-Controller[26] für die Verbesserung des Leistungsfaktors, einen PWM-Controller[27] für die Regelung der Sekundärspannung und einen Optokoppler[28] zur galvanischen Trennung der Feedbackschleife. Oft ist eine Präzisionsreferenz[29] für die Regelung der Ausgangsspannung vorhanden. Ein Supervisor-IC[30]überwacht die Spannungen bezüglich Überspannung (OVP), Unterspannung (UVP), Überstrom (OCP) und Kurzschluss (SCP). Anstelle von Schottky-Dioden werden zunehmends Synchrongleichrichter-Controller[31] eingesetzt, die der Ansteuerung sekundärseitiger MOSFETs dienen. Last but not least findet sich bei Fernsehern meist ein Standby-IC (TinySwitch oder VIPer). Es bestehen folglich genügend potentielle Fehlerquellen, die vom Reparateur berücksichtigt werden müssen. Um voranzukommen, werden die einschlägigen Datenblätter konsultiert.

4.2.2 Schaltungsbeispiel

Schaltnetzteile erzeugen Oberschwingungen und damit Verzerrungsblindleistung. Das ist unerwünscht, so dass im vorliegenden Beispiel mit dem Kombi-Controller IDP2303 geeignete Abwehrmassnahmen erfolgen müssen. Dieser Chip wird häufig auf den Netzteilplatinen

[25] PWM = Pulse Width Modulation; in der deutschen Fachliteratur ist oft von Pulsdauermodulation (PDM) die Rede.
[26] L6562, L6563, NCP1654, FAN7529
[27] UC3842, UC3843 , SG6841, NCP1200, TEA1507, ICE3BR1765J
[28] PC817, EL817, TLP181
[29] TL431, KA431, AZ431
[30] PS223, WT7527, TPS3510
[31] SRK2001, NCP4306, UCC24610

moderner SmartTVs im Leistungsbereich von 75 W bis 300 W verwendet. Der Chip übernimmt in einem einzigen Baustein (Multi-Mode PFC-Controller und LLC-Resonanzwandler) die komplette Regelung der beiden Leistungsstufen dieses Netzteils.

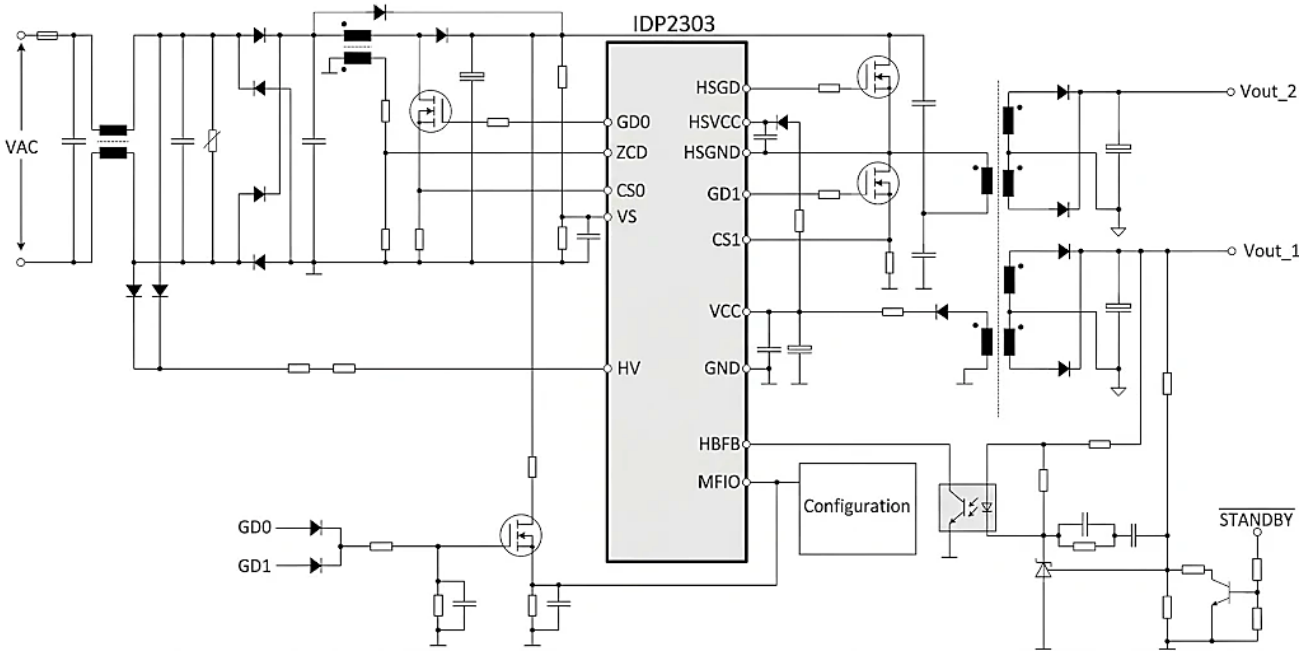


Abb. 12: Zweistufiges Schaltnetzteil mit IDP2303

a. Netzeingang, Filterung und Gleichrichtung (Links)

Die Netzwechselspannung (VAC) gelangt über eine Sicherung, einen Entstörkondensator (X-Cap) und eine stromkompensierte Drossel (EMI-Filter) in die Schaltung. Ein Varistor (VDR) parallel zum Eingang schützt vor Spannungsspitzen. Vier Dioden richten die Wechselspannung in eine pulsierende Gleichspannung um. Zwei zusätzliche Dioden vor dem Brückengleichrichter speisen über Vorwiderstände den HV-Pin (High Voltage) des IDP2303. Darüber lädt der IC beim Einschalten intern einen Versorgungskondensator an VCC auf, um zu starten. Ein Hilfsnetzteil für den Start entfällt dadurch. Eine Bypass-Diode überbrückt die Drossel beim Einschalten, Wird der Netzstecker gezogen, entlädt sich der Entstörkondensator über denselben Pin. Im Standby-Mode schaltet der IC beide Netzteilstufen in einen Burst-Mode, wodurch der Ruhestrom niedrig bleibt. Bei Überspannung (OVP), Überstrom (OCP), Unterspannung (Brown-Out) und Übertemperatur schaltet der Kombi-Controller das Netzteil sofort aus.

b. Aktive Leistungsfaktorkorrektur PFC (Oben links)

Der PFC-Controller sorgt dafür, dass das Netzteil den Strom synchron (phasengleich) zur Netzspannung aufnimmt. Das mimiert die Blindleistung und ist für Geräte ab 75 Watt gesetzlich vorgeschrieben.

- GD0 steuert das Gate des PFC-MOSFETs an.
- ZCD (Zero Current Detection) erfasst über eine Hilfswicklung der PFC-Drossel den Stromfluss (Boundary/Discontinuous Conduction Mode), um den MOSFET verlustarm zu schalten.

- CS0 (Current Sense) misst über einen Shunt-Widerstand (Source gegen Masse) den Strom durch den MOSFET zur Überstrombegrenzung.
- VS (Voltage Sense) überwacht über einen hochohmigen Spannungsteiler die Ausgangsspannung (Bus-Spannung) des Zwischenkreises.

c. Halbbrücken-LLC-Resonanzwandler (Oben rechts)

Nach der PFC-Stufe liegt am Ladekondensator eine hohe Gleichspannung von etwa 400 V. Diese muss in die benötigten Betriebsspannungen (5 V, 12 V, 24 V) umgewandelt werden. Das geschieht über einen LLC-Schaltkreis mit Induktivitäten und einem Kondensator. Der LLC-Controller schaltet die MOSFETs (High-Side und Low-Side) exakt in dem Moment, wo an ihnen keine Spannung anliegt. Dieses Verfahren wird als *Zero Voltage Switching* (ZVS) bezeichnet.

- HSGD steuert den oberen MOSFET.
- HSVCC versorgt über Kondensator und Bootstrap-Diode den High-Side-Treiber.
- GD1 steuert den unteren MOSFET.
- CS1 misst den Strom durch die Halbbrücke.

Die Induktivität des Transformators bildet zusammen mit den Resonanzkreiskondensatoren einen Schwingkreis. Durch Variation der Schaltfrequenz regelt der IDP2303 die übertragene Leistung nahezu verlustfrei. Eine Hilfswicklung am Haupttransformator versorgt den IC im Normalbetrieb über eine Diode dauerhaft mit VCC.

d. Sekundärseite und Rückkopplung (Rechts)

Die zwei Sekundärwicklungen des Transformators liefern über schnelle Dioden und Siebelkos zwei getrennte Gleichspannungen. Vout_1 wird über einen Spannungsteiler mit einer präzisen Referenzspannung (TL431) verglichen. Abweichungen steuern über einen Optokoppler den HBFB-Pin (Half-Bridge Feedback) an, worauf der IDP2303 die Schaltfrequenz anpasst. Über das Signal STANDBY wird ein Transistor aktiviert, der den Spannungsteiler beeinflusst. Damit wechselt das Netzteil in einen stromsparenden Burst-Modus oder senkt die Ausgangsspannung ab.

e. **Schutz- und Konfigurationslogik** (Unten Mitte)

Ein Hilfs-MOSFET legt einen Messpfad von der Zwischenkreisspannung zum MFIO-Pin (Multi-Function I/O); über diesen kann die Bus-Spannung gemessen und im Fehlerfall eine definierte Kondensatorentladung ausgelöst werden. Am MFIO-Pin hängt zudem eine externe Beschaltung (Configuration), über die beim Start diverse Betriebsparameter (Frequenzgrenzen, Burst-Mode-Schwellen) für den IDP2303 festgelegt werden.

4.3 Audiofehler

1) Ein Tonausfall ist ärgerlich und dessen Ursache nicht immer sofort ersichtlich. Im einfachsten Fall wurde versehentlich die "Stummschalt-Taste" (Mute) der Fernbedienung aktiviert. Bei Home-Cinema-Anlagen sind sämtlich Verbindungen (HDMI, TOSLINK, Bluetooth) zu kontrollieren.

2) Gelegentlich verschafft ein Reset die nötige Abhilfe. TV und HDMI-Geräte sind vom Netz

und voneinander zu trennen und anschliessend wieder einzuschalten, während für ca. 15 Sekunden die Power-Taste auf dem TV-Gerät (nicht auf der Fernbedienung) betätigt wird. Beim Wiedereinschalten wird ein "HDMI-CEC-Handshake" erzwungen und oft läuft danach alles ordnungsgemäss.

3) Führen diese Erstmassnahmen nicht zum Ziel, sollte man sich den Audiochip auf dem Mainboard näher anschauen. Gelegentlich hilft ein Nachlöten des Chips, wenn nicht sollte dieser IC kurzerhand ersetzt werden. Mit passendem Equipment und entsprechender Routine dürfte der Austausch kein Problem sein. Vor einem Austausch des Chips sollten zuerst die beiden SMD-Elkos überprüft und ggf. ersetzt werden.

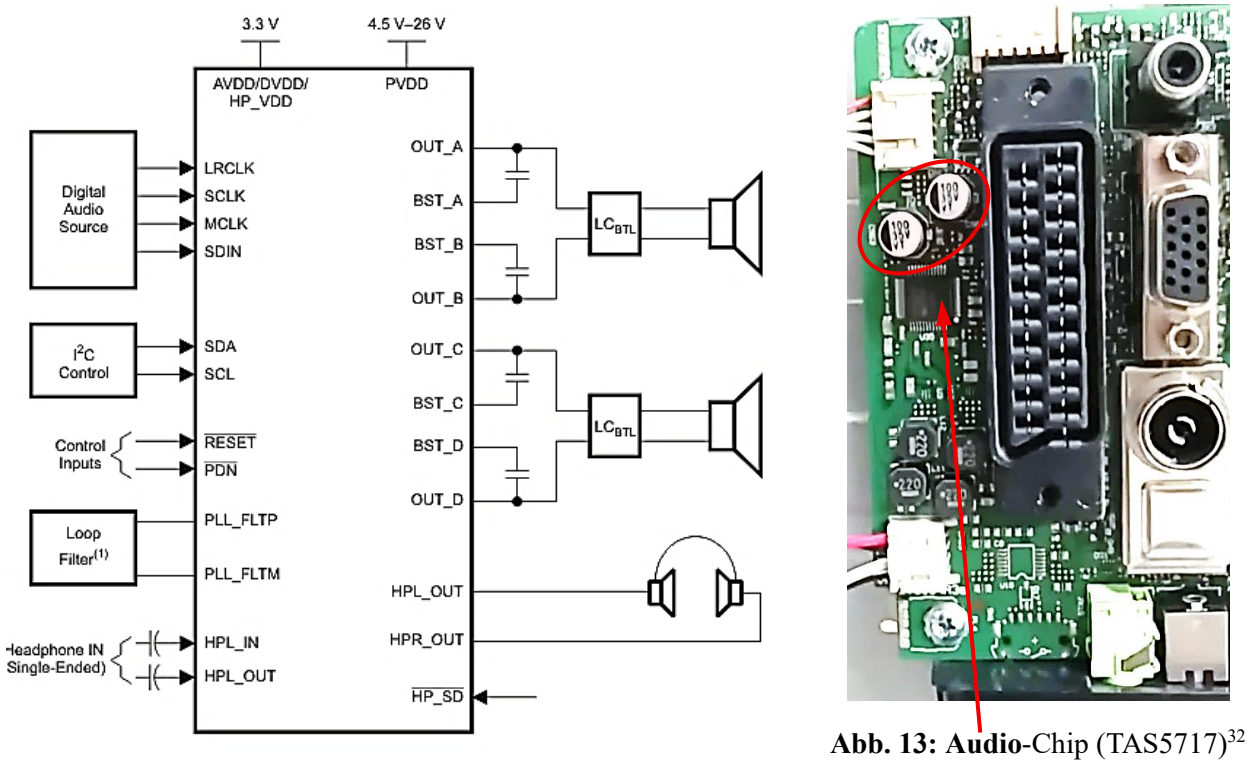


Abb. 13: Audio-Chip (TAS5717)[32]

4.4 Bildfehler

Oft liegt es an einem defekten Backlight oder einem Fehler im TCON, so dass eine gezielte Fehlersuche mit Messgeräten erforderlich ist.

1) Bei gestörtem Bild (vertikale oder horizontale Linien, Linienmuster, Falschfarben, Pixelfehler) kommen verschiedenste Ursachen in Frage. Auch hier ist zunächst ein Reset empfehlenswert, indem TV-Gerät, Router und TV-Box neu gestartet werden.

2) Vielfach sind Bildfehler auf den Ausfall einzelner LEDs in der Hintergundbeleuchtung zurückzuführen. Für die Instandsetzung muss zuerst das Gehäuse und anschliessend der Rahmen des TV-Gerätes entfernt werden. Schraubenlose Gehäuse sind meist geclippt und werden mit Spezialwerkzeugen und dem nötigen Feingefühl geöffnet. Anschliessend werden die einzelnen LED-Strips durchgemessen und die fehlerhaften Leuchtdioden ersetzt. Die LEDs sind in Reihe geschaltet, die Spannung an den einzelnen Dioden beträgt ca. 3 Volt. Der Ein-

[32] https://www.youtube.com/watch?v=g9A0F3ZF_gg

satz eines "LED-Backlight-Testers" ist hier empfehlenswert.

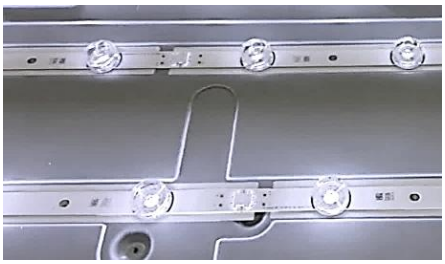


Abb. 14: LED-Streifen



Abb. 15: TV Backlight Tester

Bevor man ein TV-Gerät aufgrund einer fehlenden Hintergrundbeleuchtung gänzlich zerlegt, sollten die fürs Backlight erforderlichen Spannungen auf dem Powerboard und der Treiberplatine gemessen werden.

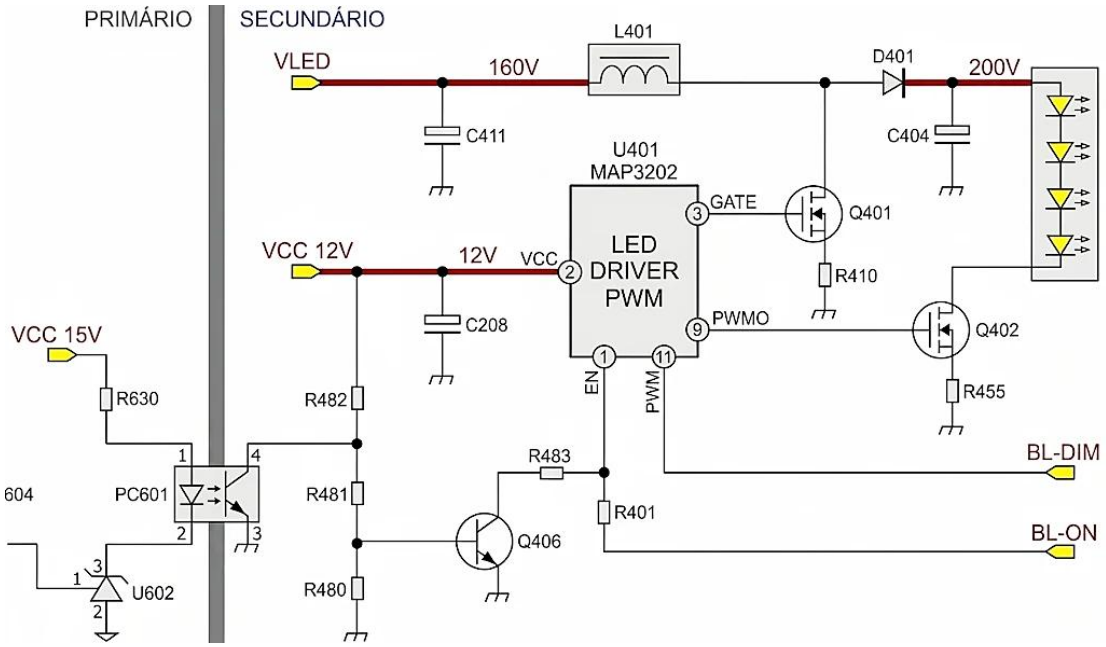


Abb. 16: LED-Treiber für die Hintergrundbeleuchtung[33]

Moderne SmartTVs besitzen beim Backlight eine Feedbackleitung (oft als **FB**, **V_FB** oder **I_CTRL** gekennzeichnet), die in Form einer Regelschleife zurück zum LED-Treiber führt und der Stromstabilisierung der LEDs dient. Die Feedbackspannung wird für unterschiedliche Zwecke genutzt.

a) Zum einen ist der Strom durch einen LED-Streifen temperaturabhängig. LEDs sind Halbleiter und ihr Widerstand sinkt mit zunehmender Temperatur, so dass der Strom ansteigt. Am Ende eines LED-Strips (auf der Kathodenseite der letzten Leuchtdiode) befindet sich ein kleiner Präzisionswiderstand, der als Shunt dient. Bei Stromfluss fällt an ihm eine kleine Spannung ab, die über die Feedbackleitung zum LED-Treiber oder zum Powerboard gelangt. Die abgegriffene Spannung ist direkt proportional zum Strom, der durch die LEDs fliesst und wird von einem IC auf der Treiber-schaltung überwacht.

[33] https://www.youtube.com/watch?v=WbCQG_zD2lY

- Steigt der Strom durch die LEDs infolge der Temperaturzunahme während des Betriebs, steigt auch die Feedback-Spannung. Der IC reduziert den Strom (z.B. durch das Verringern der Duty-Cycle bei PWM-Ansteuerung oder durch Absenken der Ausgangsspannung des Netzteils), so dass keine übermässige Beanspruchung der LEDs entstehen kann.
- Sinkt der Strom durch die LEDs, sinkt auch die Feedback-Spannung und der IC erhöht den Stromfluss.

b) Zum anderen dient die Feedbackleitung der Gerätesicherheit.

- **Open Circuit:** Wenn eine LED durchbrennt und den Stromkreis unterbricht, fällt die Feedback-Spannung auf 0 Volt. Der IC merkt, dass trotz Einschaltbefehl kein Strom fliesst und schaltet den Inverter sofort ab, um Folgeschäden zu vermeiden. Ein typisches Symptom bei diesem Fehler ist, dass der Ton zwar vorhanden ist, aber der Bildschirm schwarz bleibt.
- **Short Circuit:** Wenn defekte LEDs kurzgeschlossen sind, sinkt der Gesamtwiderstand einer LED-Kette und es fliesst schlagartig zu viel Strom. Dadurch steigt die Feedbackspannung an. Sobald ein oberer Grenzwert überschritten wird, löst die Schutzschaltung (Protection Mode) auf dem Treiberboard aus und und schaltet das Backlight ab.

5 Timing Control

Auf dem TCON-Board werden die fürs Panel benötigte Spannungen, Clock- und Steuersignale zubereitet werden, um jedes Pixel in Echtzeit anzusteuern. Dabei werden Faktoren wie Bildwiederholfrequenz, Auflösung, Farbtiefe und Scan-Timing mitberücksichtigt, um ein optimales Ergebnis zu gewährleisten. Einige Fernseher verwenden keine separate TCON-Platine. Stattdessen wird die TCON-Schaltung in die Hauptplatine integriert. Wenn sich ein Fernseher einschalten lässt und Ton vorhanden ist, das Bild aber horizontale oder vertikale Linien aufweist, dunkel, blass oder weiss ist oder nur zur Hälfte angezeigt wird, ist ein Fehler auf dem TCON-Board eine der häufigsten Ursachen dafür.

5.1 TCON-Board

Vom Mainboard führt bei älteren Fernsehgeräten ein **LVDS**-Flachbandkabel zum TCON-Board. Moderne SmartTVs benutzen stattdessen die sehr schnelle **V-by-One HS** Verbindung mit geschirmten 51-poligen Flachbandkabeln (FFC).

Nachfolgend einige Spannungen und Signale, die vom TCON-Board erzeugt und für das Panel bereit gestellt werden:

- **AVDD** / **VDDA** (Analog Voltage for Drain-to-Drain, 12 V bis 17 V): Spannung für die analogen Schaltkreise des Source-Drivers.
- **VDD**: (3,3 V bis 5 V): Spannung für Schieberegister und Logikgatter des Source-Drivers.
- **VGH** / **VGON** (Voltage Gate High, 26 V bis 30 V): Einschaltspannung ($\mathbf{V_{ON}}$) auf den Gate-Leitungen, um Dünnschichttransistoren einzuschalten (resp. Pixel zu aktivieren).
- **VGL** / **VGOFF** (Voltage Gate Low, -6 V bis -10 V): Abschaltspannung ($\mathbf{V_{OFF}}$) auf den Gate-

Leitungen, um Dünnschichttransistoren abzuschalten (resp. Pixel zu deaktivieren).

- **VCOM** (Common Voltage, 5 V bis 7 V): Bezugsspannung der Pixel.
- **POL** (Polarity Control Signal): Umkehrsignal für die Polarität der Gamma-Referenzspannung.
- **STV / VSYNC** (Start Vertical): Startimpuls für die vertikale Abtastung, Beginn eines neuen Bildrahmens (Frame).
- **CPV** (Clock Pulse Vertical): Mit jedem Impuls wird um eine Zeile weitergeschaltet.
- **STH / HSYNC** (Start Horizontal): Startimpuls für die horizontale Abtastung bei Aktivierung einer neuen Zeile.
- **CPH** (Clock Pulse Horizontal): Mit jedem Impuls wird um eine Spalte weitergeschaltet.
- **LC1, LC2**: Alternierende Taktsignale für die Gate-Driver von GOA-Panels.[34]
- **OE** (Output Enable): Steuersignal, das den Ausgang eines Treibers freischaltet.
- **XAO** (Output All-On control): Steuersignal, um alle Treiber gleichzeitig zu aktivieren.

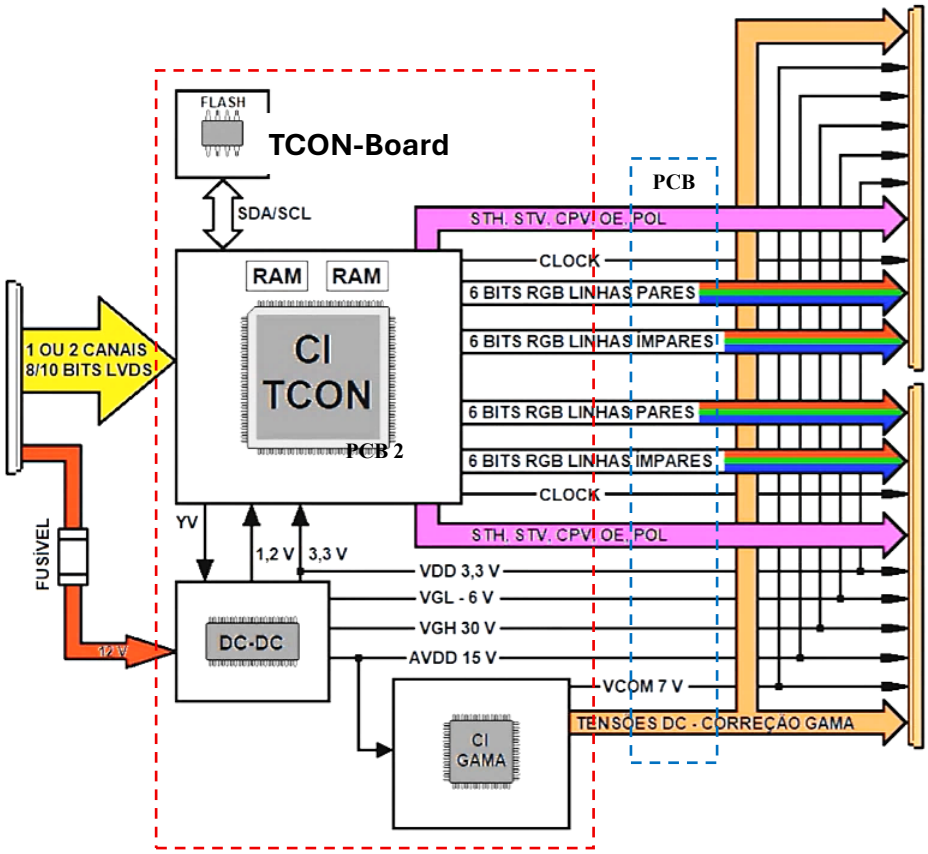


Abb. 17: TCON-Board und Panel[35]

Bevor im Störfall die eigentliche Fehlersuche beginnt oder das TCON-Board ausgetauscht wird, sollten zuerst alle Flachbandkabel auf korrekten Sitz in den Steckverbindern überprüft

[34] Hersteller wie Samsung, LG, AUO und CSOT verwenden teilweise voneinander abweichende Bezeichnungen für die Clock- und Steuersignale.
[35] https://www.youtube.com/watch?v=dGUf0TGGyw4

werden. Kontakte können oxidieren und korrodieren und müssen ggf. mit einem Kontaktspray gereinigt werden.

5.2 Anschluss des Panels an das TCON-Board

Die frühere RSDS-Schnittstelle[36] wurde von mini-LVDS abgelöst. Aber auch diese Schnittstelle ist inzwischen veraltet. Vom TCON-Board zum Panel werden bei modernen SmartTVs zwei oder vier sehr breite, ungeschirmte Flachbandkabel mit 60 bis 80 Pins eingesetzt, die für schnelle Punkt-zu-Punkt-Protokolle (USI-T, EPI oder P2P) benötigt werden.

Die Spannungsversorgung und Ansteuerung der Pixelmatrix erfolgt über sog. COFs, welche die Panelplatinen mit dem LCD-Panel verbinden.

Einige Abkürzungen und Begriffe:

COG (Chip on Glas): Direkt auf das Glassubstrat des Displays gebondete Chips.

GOA (Gate Driver on Array): Direkt ins TFT-Substrat des Displays integrierte Treiber. Bei der Produktion entstehende Defekte lassen sich durch integrierte Backup-Leitungen (Defect-Tolerant Circuitry) und Reserve-TFTs ersetzen.

FFC (Flexible Flat Cable): Fexibles Folienkabel aus Polyester mit laminierten Leiterbahnen.

FPC (Flexible Printed Circuit): Hochflexible gedruckte Schaltung auf einer Trägerfolie aus Polyimid oder Polyester.

COF (Chip on Film): Flexible Folienkabel aus Polyimid mit Leiterbahnen und integrierten Schaltkreisen.

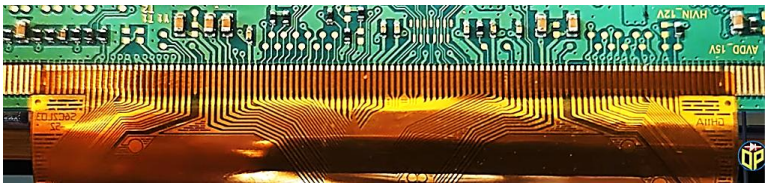


Abb. 18a: COF Vorderseite

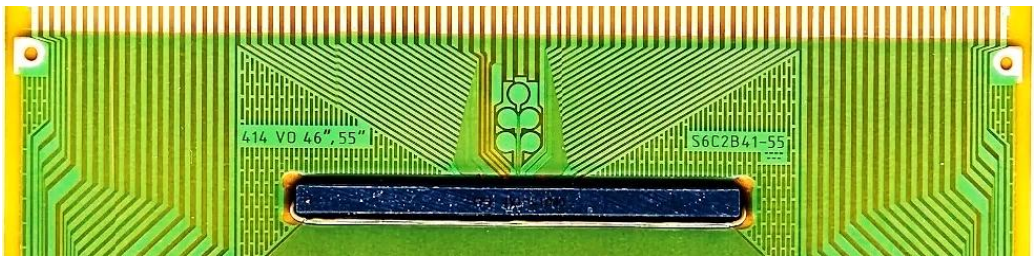


Abb. 18b: COF Rückseite mit Chip (stark vergrössert)

Die COFs werden mit einer Bonding-Anlage verarbeitet. Auf der Platinenseite werden sie mit einem thermo-aktiven leitenden Kunstoff (AFC[37]) mit den Pads verbunden (auch Verlöten wäre möglich). Auf der Panelseite werden sie mit Ultraschall mit dem Display-Glas verschweisst. Bei älteren Fernsehern befinden sich die Zeilentreiber auf den COFs, bei neueren Geräten wer-den sie direkt ins Glassubstrat des Bildschirms eingeätzt. Geblieben auf den Panelpla-

[36] RSDS = Reduced Swing Differential Signaling.
[37] AFC = Anisotropic Conductive Film; ein anisotrop leitfähiges Klebeband.

tinen sind nur noch die Sourcetreiber. Bei neueren Geräten befinden sie sich bereits auf den COFs. Die Technologie schreitet rasant voran!

a. COF mit Zeilentreiber (Gate Driver)

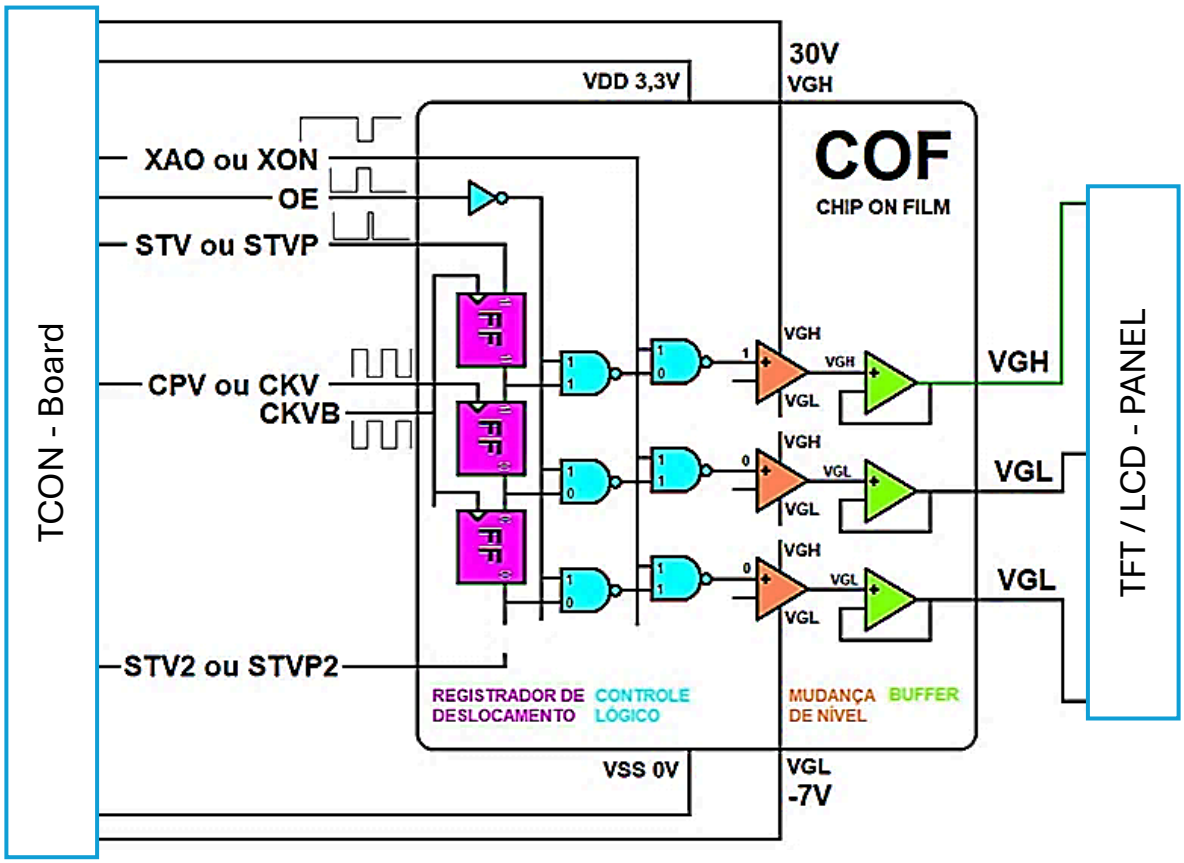


Abb. 19: Gate-COF[38]

b. COF mit Spaltentreiber (Source Driver)

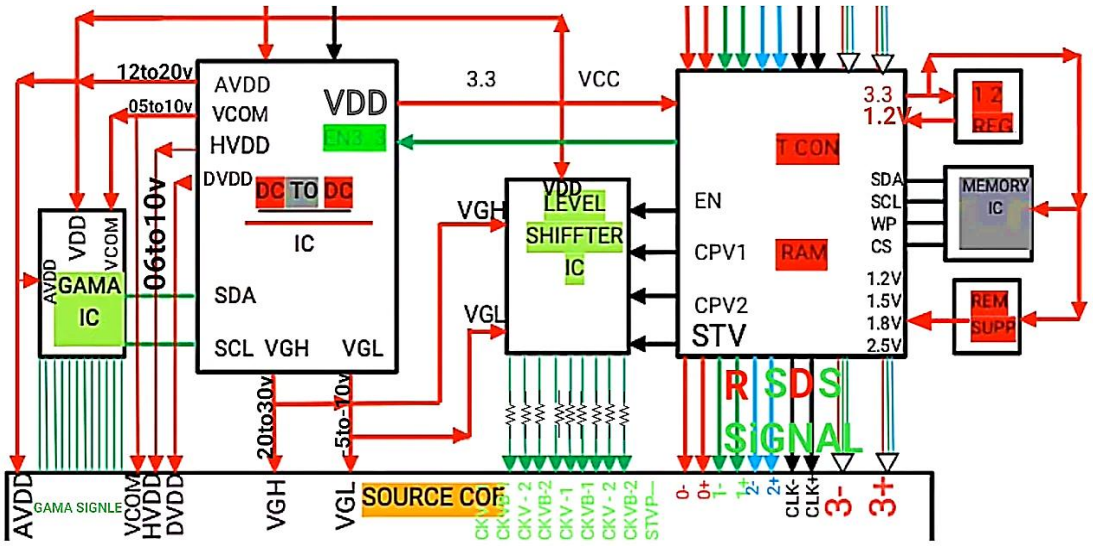


Abb. 20: Source-COF[39]

[38] https://youtu.be/A842jY0E_mw
[39] https://www.youtube.com/watch?v=mrKSKIAQBqo

6 Methodisches Vorgehen bei der Bildfehlersuche

6.1 Erste Schritte

1) Bei Bildstörungen sind zuerst die Flachbandkabel für die Bildsignale zu überprüfen. Vom Mainboard führt ein LVDS-Kabel zum TCON-Board. Ist das TCON im Mainboard integriert, führen zwei oder mehr Flachbandkabel zu den Panelplatinen. Die Kontakte sind mit Isopropanol zu reinigen. Dasselbe gilt für die Flexkabel zwischen TCON-Board und Panelplatinen. Oft können Bildstörungen bereits durch diese simple Massnahme eliminiert werden. Empfehlenswert ist zudem die Befreiung der Platinen von abgelagertem Staub

2) Führt obige Reinigungsprozedur nicht zum erhofften Ergebnis, ist wie folgt vorzugehen: Um Bildfehler einzugrenzen, wird das zum TCON führende LVDS-Kabel entfernt und der Fernseher eingeschaltet. Aktiviert sich jetzt die Hintergrundbeleuchtung, so liegt der Fehler entweder auf dem TCON oder beim Panel selbst.

3) In einem nächsten Schritt wird das Flachbandkabel wieder mit dem TCON verbunden, um dann die vom TCON zu den Panelplatinen führenden Folienkabel abzuziehen, das alles mit dem nötigen Feingefühl. Nun wird der Fernseher erneut gestartet. Aktiviert sich nun das Backlight, so liegt der Fehler höchstwahrscheinlich beim Panel. Das bedeutet noch nicht zwingend, dass das Display selbst defekt ist, der Ausfall könnte auch die Panelplatinen betreffen, welche mit dem Bildschirm über COFs verbunden sind.

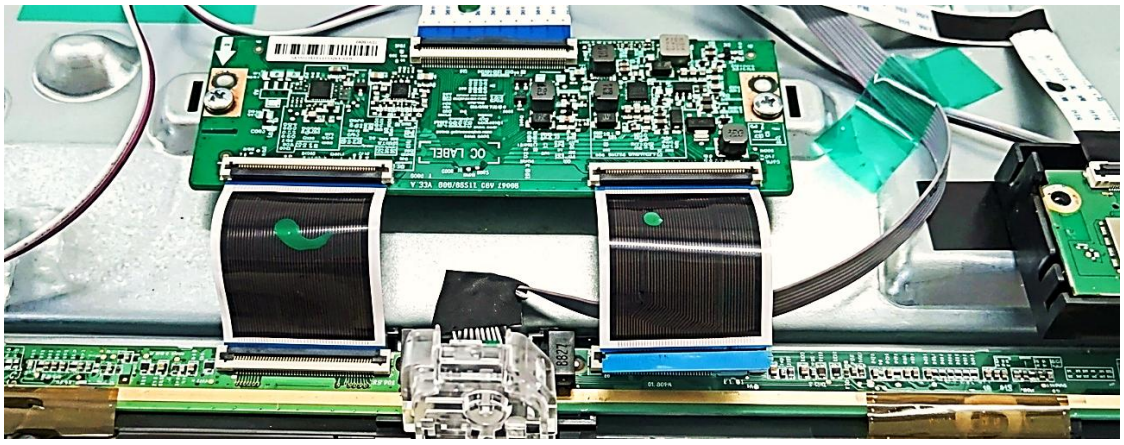


Abb. 21: TCON-Board mit Panelplatinen und COFs

Es könnte an schadhaften Entkopplungskondensatoren liegen, welche die VGH- und VGL-Rails kapazitiv mit Masse verbinden. Die Rails sind deshalb mit einem Multimeter auf Massenschluss zu überprüfen.

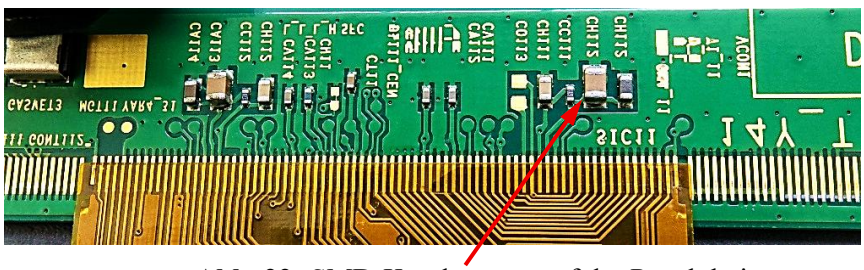


Abb. 22: SMD-Kondensator auf der Panelplatine ersetzt

Bei den heutigen Geräten befinden sich auf den Panelplatinen nur noch die Sourcetreiber.

Die Gatetreiber befinden sich im Glassubstrat des Panels.

6.2 Prüfung der Clocksignale

5) Sind die Kondensatoren in Ordnung, werden die Clockleitungen überprüft. Vom TCON führen jeweils 8 CLK-Leitungen zu den letzten COF-Verbindern rechts und links auf den Panelplatinen. Sind diese Leitungen hochohmig (8-10 MΩ), ist alles in Ordnung, im kΩ-Bereich oder tiefer liegt dagegen ein Fehler vor. Die Clocksignale haben Spannungen von ≈ 8 V_{pp}. Das lässt sich gut mit einem Oszilloskop feststellen. Kurzschlüsse zwischen den Clockleitungen oder gegen Masse führen zu einer Verformung der Rechteckimpulse und einer Abnahme der Amplitude bei gleichzeitigem Stromanstieg.

Um im Fehlerfall weiteren Schaden vom SmartTV abzuwenden, trennt bei einigen Geräten eine im Panel selbst oder auf dem TCON-Board befindliche Schutzschaltung die schadhaften Stromkreise von der Versorgungsspannung. Erkennt das TCON-Board einen gravierenden Bildfehler, veranlasst es über das Mainboard die Abschaltung der Hintergrundbeleuchtung.

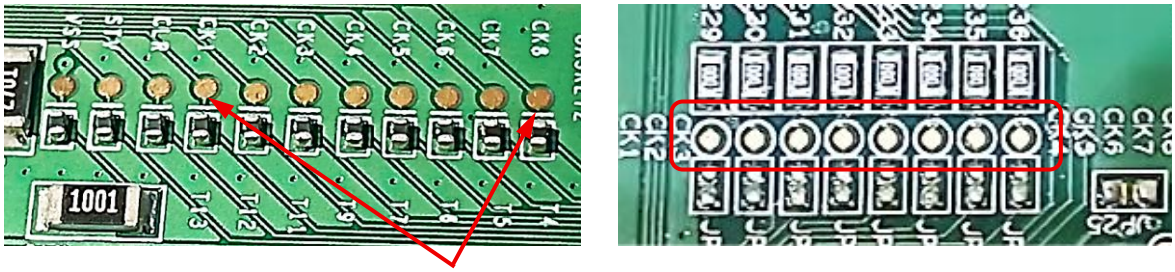


Abb. 23a/b: Testpoints für Clocksignale (CK1 bis CK8)

6) Sind die Panelplatinen in Ordnung, werden die Clocksignale der für den Bildfehler in Frage kommenden Panelhälfte blockiert. Das zweite Flexkabel übernimmt dann die Ansteuerung für das gesamte Panels.

Um die Schutzschaltungen zu überlisten werden die Clockleitungen an einem Steckverbinder auf dem TCON-Board oder einer Panelplatine mit Tesafilm isoliert (Taping method). Alternativ können die Clockpads auch mit einem Cutter aufgetrennt werden (Cut method). Mit dieser trickreichen Massnahme wird der Fehler maskiert, so dass die die Schutzschaltung mit einer Freigabe reagiert. Bildtreiber und Backlight werden wieder zugeschaltet und es erscheint ein Vollbild. Gewiss entsteht dabei eine Verminderung der Bildqualität, doch in vielen Fällen ist dieses Defizit nicht gravierend genug, um den Fernseher ersetzen zu müssen.

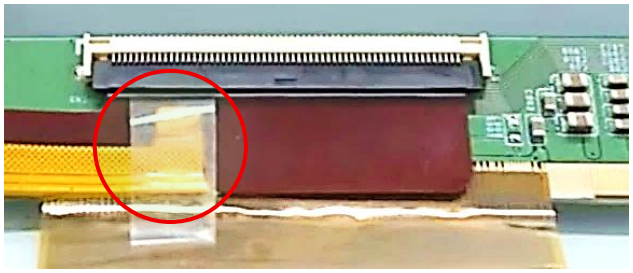


Abb. 24a: Blockierung der Clocksignale

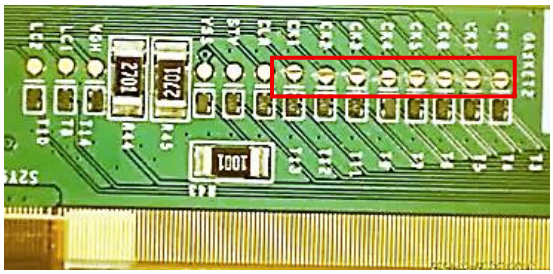


Abb. 24b: Unterbrechung der Clocksignale

Führen obige Methoden nicht zum Erfolg, muss das Panel ersetzt oder das TV-Gerät als irreparabel entsorgt werden.

6.3 Redundanz der Gatetreiber

Eine Besonderheit moderner TV-Flachbildschirme ist, dass die Gate-Steuerung redundant aufgebaut ist. Pixelfehler und Bildstörungen lassen sich damit vielfach kaschieren. Bei modernen SmartTVs werden die redundanten Stromkreise direkt ins Glassubstrat des Panels integriert. Gleiches gilt für die ausgeklügelten Schutzschaltungen. Das Ganze ist ziemlich komplex und kann hier nicht detailliert beschrieben werden. Bei älteren TV-Geräten finden sich Signalverdoppelungen durch Spiegelung der benötigten Leiter.

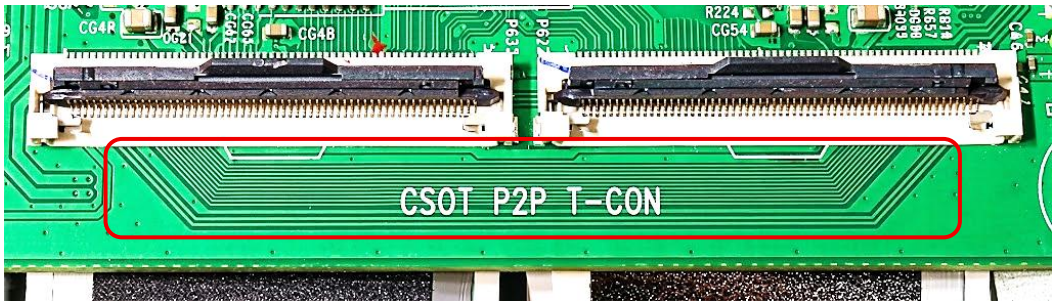


Abb. 25: Redundanz der Takt- und Steuersignale durch Spiegelung

In Bezug auf die Pixelsteuerung wird zwischen zwei Strukturen unterschieden:

a) **Dual-Drive Architecture** mit beidseitiger Ansteuerung: Die Gate-Leitungen werden von beiden Seiten des Panels (links und rechts) gleichzeitig angesteuert. Solches reduziert die Signalverzögerung (RC-Delay) bei grossen und hochauflösenden Panels (4K/8K). Eine Seite kann im Fehlerfall die Steuerung des gesamten Panels übernehmen.

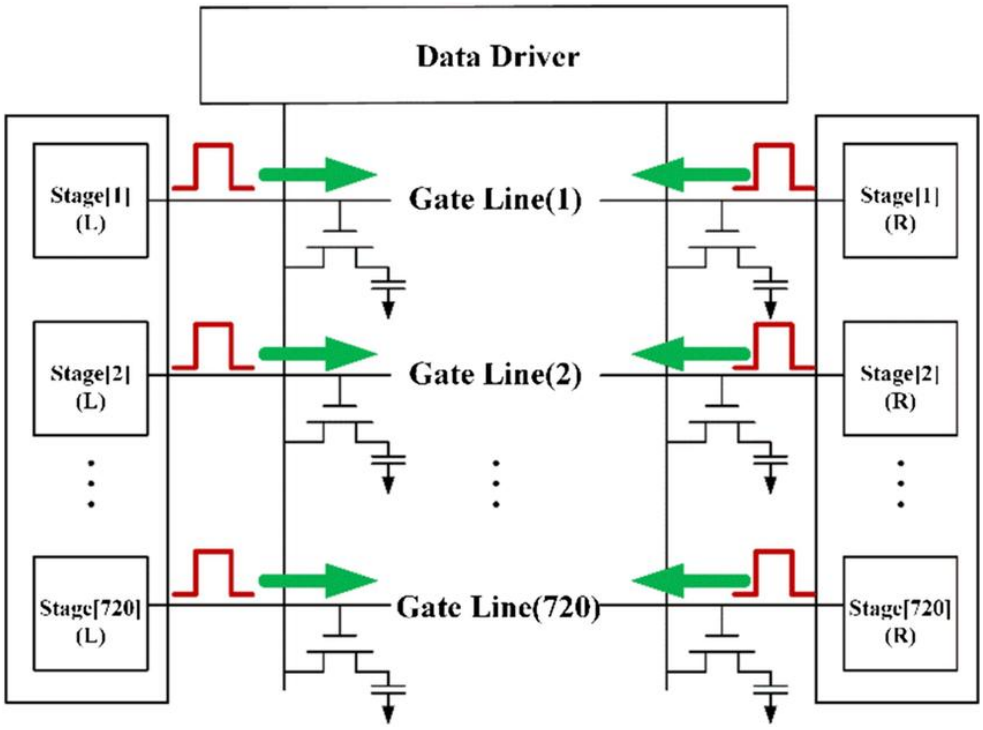


Abb. 26: Dual-Drive-Architektur mit beidseitiger Ansteuerung der Gate-Lines[40]

[40] https://www.researchgate.net/publication/375320067/figure/fig2/AS:11431281474104035@1748544216201/ The-driving-scheme-of-the-gate-driver.png

b) **Gate-in-Panel** mit Interleave: Bei modernen Panel mit GOA-Struktur werden die Gate-Driver direkt auf dem Glassubstrat angebracht. Ungerade Zeilen (odd: 1, 3, 5...) werden von der linken Seite angesteuert, gerade Zeilen (even: 2, 4, 6...) von der rechten Seite. Bei fehlenden oder beschädigten Clocksignalen wird eine integrierte Schutzschaltung (Detection Circuit) aktiv. Ansonsten könnte es zum Panel-Burn-out oder Display-Melting und damit zu irreparablen Schäden am Panel kommen. Die empfindlichen Logikgatter des GOA-Treibers werden durch ESD-Schutzglieder geschützt. Im Worst-Case wird das Ansteuersignal (STV) abgeschaltet.

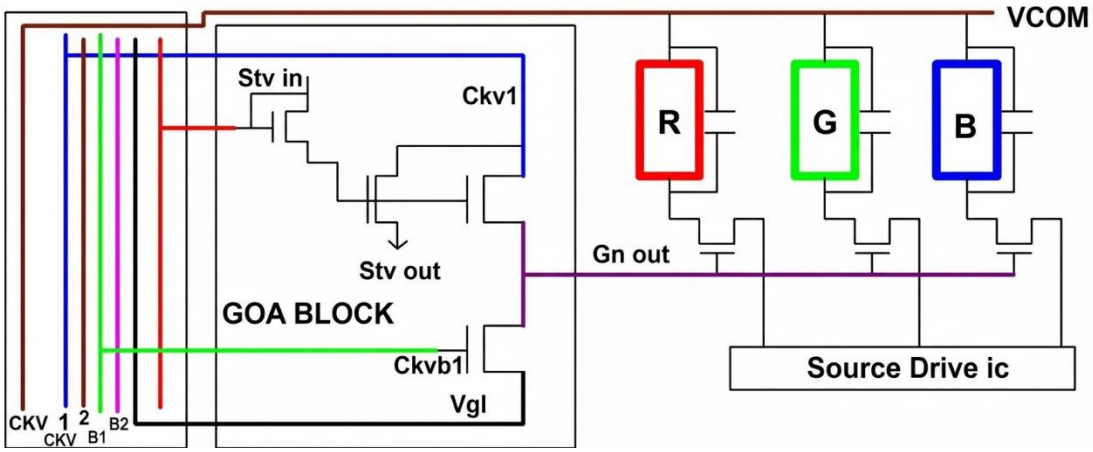


Abb. 27: GOA-Technologie mit ins Display integrierten Treibern[41]

Zusammenfassung: Der Ausfall der Versorgungsspannungen bei einer Panelhälfte führt zu einem Halbbild (anstelle eines komplett schwarzen Bildschirmes. Wenn nur die Clocksignale der einen Bildhäfte fehlen, übernimmt die andere Hälfte die Steuerung des Panels (Single-Side-Drive). Auf diese Weise lässt sich ein ansonsten verlorenes Panel mit einfachsten Mitteln restaurieren, die Bildqualität wird dabei aber etwas verringert.

6.4 Gammakorrektur

Der Gamma-Chip (Gamma Correction IC) zur Erzeugung präzise abgestufter Referenzspannungen ist ein wichtiger Baustein auf dem TCON-Board, um Farben, Kontrast und Helligkeit auf dem Bildschirm korrekt darzustellen.

Bei zu grosser Referenzspannung wirkt das Bild kontrastreich und hart und Einzelheiten in dunklen oder hellen Bereichen gehen verloren. Bei zu niedrigem Wert entsteht ein flaues und ausgewaschenes Bild.[42] Bei defektem Gamma-Chip zeigt sich dies in einem aufgehellten oder verwaschenen Bild, es kommt zu Kontrastverlust und die Farben wirken oft unnatürlich, übersättigt oder wie invertiert.

Ein schadhafter Chip kann mitunter an seiner erhöhten Temperatur erkannt werden. Hilfreich bei der Fehlersuche ist deshalb eine Wärmebildkamera mit einer Makrolinse. Ein desolater Gamma-IC muss ersetzt werden. Eine Lötstation mit Warmluftsystem ist hierbei von erheblichem Vorteil.

[41] https://youtu.be/vyNKJ-FQhk8
[42] https://www.ornatepixels.com/2026/07/led-tv-basics-gamma-section-working-principle.html

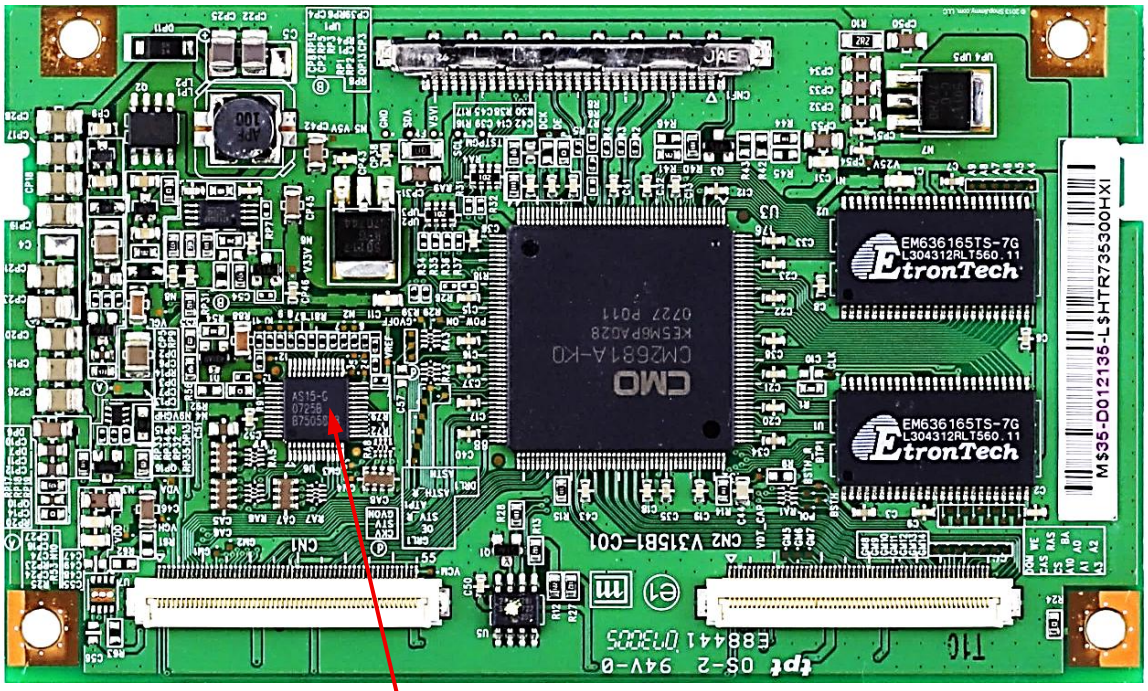


Abb. 28: Gamma-Chip (AS15-G) auf dem TCON-Board[43]

Anm.: Die Gammakorrektur folgt einer Potenzfunktion. Bei Fernsehern mit OLED oder QLEDs ist diese Funktion allein ungenügend, weil das menschliche Auge Auge unterschiedliche Helligkeitswerte nicht linear, sondern logarithmisch wahrnimmt. SmartTVs mit HDR10, HDR10+ oder Dolby Vision nutzen deshalb PQ-EOTF[44].

7 Mainboard

Handelt es sich um Bild- und Tonaussetzer, die gemeinsam in Erscheinung treten, liegt es oft an einem zu schwachen Eingangssignal. Die Signalinformation kann über die "Home-Taste" und "Einstellungen" abgerufen werden. Ist das Eingangssignal in Ordnung, sollte man sich mit dem Mainboard befassen.

7.1 Grundlegende Betrachtungen

Power-On (PWR_ON) und *Backlight-On* (BL_ON) sind zwei grundlegende Steuersignale bei SmartTVs. Sie werden vom Hauptprozessor oder einem Hilfscontroller auf dem Mainboard an das Netzteil resp. den LED-Treiber übermittelt, um den Fernseher nach dem Einschalten zeitversetzt und kontrolliert hochzufahren.

Ein ausgeschalteter Fernseher befindet sich im Ruhemodus, ein Zustand, der durch eine kontinuierlich leuchtende Standby-LED angezeigt wird. Das Netzteil erzeugt lediglich eine Hilfsspannung von 3,3 V (bei einigen Geräten 5,2 V) für den IR-Empfänger, die Status-LED und den Hauptprozessor. Einige SmartTVs besitzen anstelle des IR-Empfängers ein Bluetooth-Modul, um kabellose Geräte (Kopfhörer, Soundbars, Tasturen) und die Fernbedienung einzubinden. Das WLAN-Modul wird ebenfalls mit der Standby-Spannung (STB) versorgt, so dass

[43] https://www.youtube.com/watch?v=tLJDgHlq7EY
[44] PQ-EOTF = Perceptual Quantizer Electro-Optical Transfer Function (genormt als SMPTE ST 2084).

sich Fernseher auch per Smartphone oder Sprachassistent einschalten lassen (Wake-on-LAN, Wake-on-Wireless). Es gibt auch Kombimodule für Blutooth und WLAN. Die Antennen werden oft in die Platine integriert, aber auch Draht- und Folienantennen kommen vor.

Der Hauptprozessor befindet sich zunächst im *Idle-Mode* und verrichtet noch keine eigentliche Rechenarbeit. Die rechenintensiven Hauptkerne (fürs Betriebssystem, die Bildverarbeitung und Apps) sowie der Arbeitsspeicher (RAM) sind in diesem Zustand von der Hauptstromversorgung getrennt und verbrauchen so gut wie keinen Strom. Erst wenn das Netzteil durch das PWR_ON-Signal hochfährt, werden auch die restlichen Bereiche auf dem Mainboard mit Spannung versorgt.

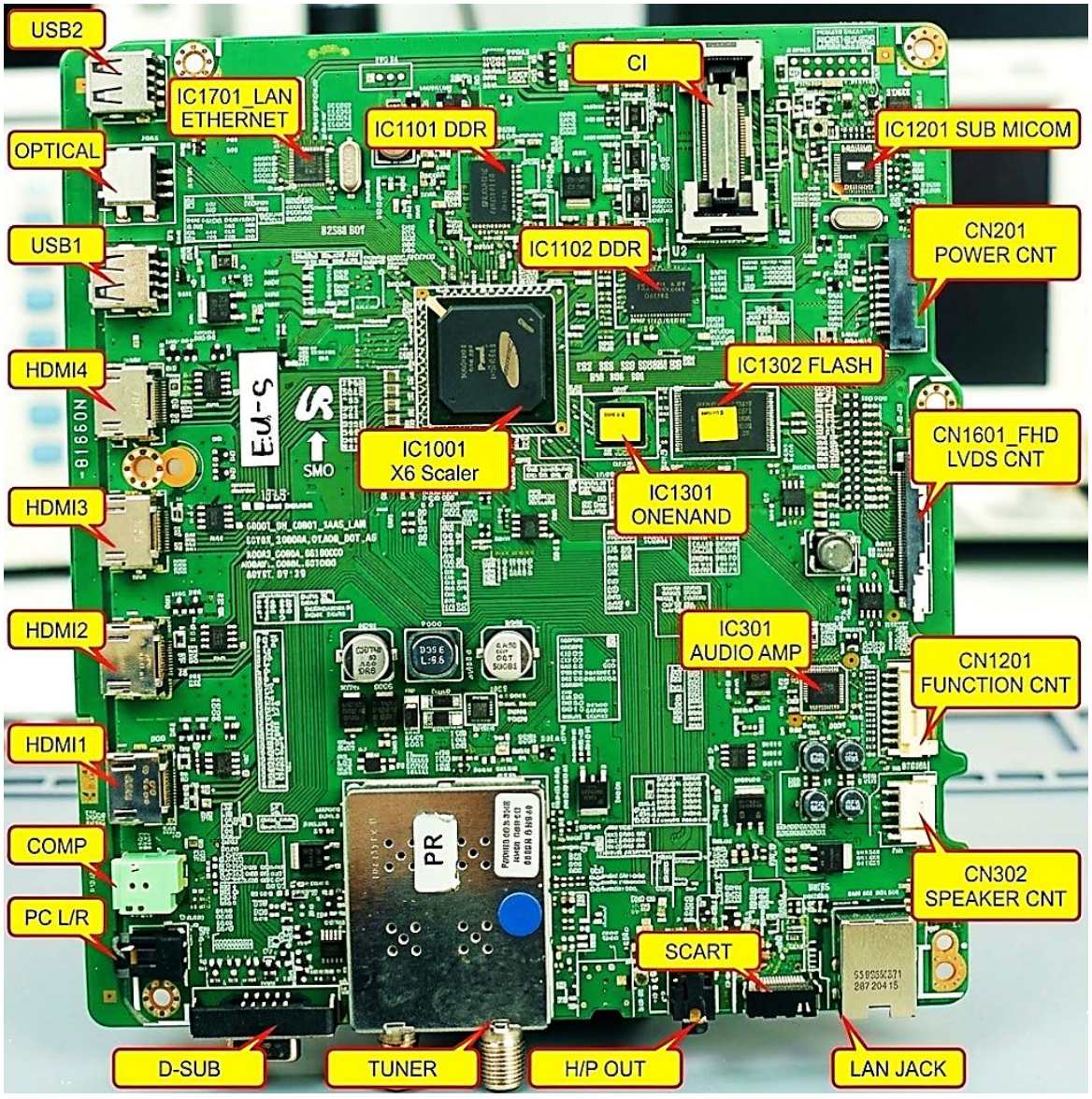


Abb. 29: Komponenten eines Samsung-Mainboard's

Was geschieht nun beim Ein- oder Ausschalten des Fernsehers?

1. Sobald die Ein-Taste am Fernseher oder auf der Fernbedienung betätigt wird, gibt der Hauptprozessor das Power-On Signal für das Hauptnetzteil frei. Nun werden die eigentlichen Betriebsspannungen (12 V, 24 V) erzeugt. Das Netzteil fährt hoch und das Main-

board bootet.

2. TCON-Board und Panel erhalten die erforderlichen Spannungen und die Pixel richten sich mit kleiner Verzögerung aus. Das alles erfolgt in zeitlicher Versetzung, damit keine flackernden Bilder entstehen.
3. Sobald das Mainboard stabil läuft, gibt der Hauptprozessor auch das Backlight-On Signal frei, um den LED-Treiber (Inverter) und damit die Hintergrundbeleuchtung zu aktivieren.
4. Beim Ausschalten verläuft es genau umgekehrt: Zuerst schaltet das Backlight aus und der Bildschirm wird dunkel; danach wird das Powerboard ausgeschaltet und der Fernseher geht in den Standby-Modus.

Wenn nach dem Start kein Bild erscheint und die Standby-/Status-LED keinen Fehlercode signalisiert, ist folgendes zu tun: Mit einer Taschenlampe oder mit dem Smartphon wird im abgedunkelten Raum schräg auf das Panel geleuchtet. Wenn das Logo oder Menustrukturen schemenhaft erkennbar sind, liegt es vermutlich nicht am Mainbord, sondern an der Hintergrundbeleuchtung selbst. Bleibt der Bildschirm tiefschwarz, könnte es am Mainboard oder am TCON-Board liegen. Leuchtet überhaupt keine LED, wird die Fehlerquelle vermutlich beim Powerboard zu finden sein.

Bei einigen Geräten erfolgt eine Rückmeldung vom TCON ans Mainboard. Bleibt diese aus, wird der Fernseher vom Hauptprozessor in den Fehlermodus versetzt, wodurch auch die Hintergrundbeleuchtung deaktiviert wird. Im Fehlerfall beginnt die Status-LED zu blinken. Das Blinkmuster ist einem herstellerspezifischen Schutzcode zugeordnet. Zusammen mit der Modellnummer des TVs kann so ein Fehler konkretisiert werden.

7.2 Fehlersuche allgemein

Komplexe Fehler auf dem Mainboard sind ohne fundierte Kenntnisse der Digitalelektronik kaum zu meistern. Erfahrungswerte spielen zudem eine wichtige Rolle. Selbst mit ausreichenden Kenntnissen ist es ohne Insiderwissen oft schwierig, einen verborgenen Fehler innert nützlicher Frist zu lokalisieren. Auch versierte Multimediaelektroniker (Schweiz) und Informationselektroniker (Deutschland) stossen hier an ihre Grenzen, weil sie während der Ausbildung nicht länger lernen, wie Fehler auf Bauteileebene zu lokalisieren und zu eliminieren sind. In dem Buch "Fachkunde Informationselektroniker" findet sich über SmartTVs gerade eine knappe Seite. Und das bei einem Lehrmittel mit über 650 Seiten. Wie soll sich da eine Nachwuchskraft mit dieser Thematik tiefer befassen oder später im Berufsleben zurechtfinden können? Den vollen Durchblick bei Smart-TVs besitzen vermutlich nur noch die damit befassten Entwicklungsingenieure und versierte Praktiker, die sich autodidaktisch in diese komplexe Materie eingearbeitet haben.

1) Zunächst wird die Hauptplatine einer visuellen Inspektion unterzogen. Was beim Netzteil gesagt wurde, gilt prinzipiell auch hier. Aufgrund der verbauten Mikroelektronik ist eine Lupenlampe empfehlenswert. Noch besser ist ein digitales Mikroskop, um die SMD-Bauteile in akzeptabler Vergrösserung am Bildschirm betrachten zu können. Zweckdienlich sind auch Infrarot-Aufnahmen, um überhitzte Bauteile zu lokalisieren.

2) Gezielte Messungen gehören zu einer erfolgreichen Fehlersuche. Das Mainboard benötigt ausser den regulären 5 V und 12 V verschiedene Spannungen für die unterschiedlichen Bauteile, zum Beispiel:

EEPROM 3,3 V; Prozessor 0,8 V bis 1,2 V; Flash-Speicher 1,5 V bis 1,8 V.

Das Fehlen einer dieser Spannungen verweist auf einen fundamentalen Fehler, den es messtechnisch einzugrenzen gilt. In Frage kommen Gleichspannungswandler (Buck Converter) und damit auch Induktivitäten, Schaltdioden und Kondensatoren. Es gibt kleine SMD-Sicherungen, die "Durchgang" haben müssen. Fehler beschränken sich nicht allein auf diskrete Bauteile, auch Prozessoren und Speicherbausteine können betroffen sein.

3) Anstelle stundenlanger und oft vergeblicher Fehlersuche empfiehlt sich gelegentlich der Einsatz eines "Short Killers", einer Stromquelle, die bei kleiner Spannung auch im Kurzschlussfall einen konstanten Strom liefert. Es handelt sich zwar um eine brachiale Methode, aber manchmal geht es nicht anders.

- Das schadhafte Bauteil erwärmt sich beim Test übermässig und kann mit einer Wärmebildkamera lokalisiert werden kann. Es soll schon vorgekommen sein, dass sich das Objekt, bedingt durch den Kurzschlußstrom, selbst auslötete. Vielleicht sind solche Geschichten auch nur Urban-Legend.
- Kurzschlüsse zwischen Leiterbahnen auf dem Panel werden durch den Stromfluss "ausgebrannt" und der Fehler somit eliminiert.

4) Von Nutzen ist in bestimmten Fällen die Verwendung eines "Mainboard-Testers". Einige dieser Geräte stammen aus China. Die Bedienungsanleitung ist daher in Mandarin und in Englisch geschrieben (zumindest die Grundlagen der englischen Sprache sollte ein TV-Techniker einigermassen beherrschen). Für den Anschluss der unterschiedlichen Flachbandkabel gibt es passende Adapter.



Abb. 30: HR1520 ShortKiller Pro



Abb. 31: EXV2080 Mainboard- u. Panel-Tester

5) Wenn sich auf dem Mainboard eine UART-Schnittstelle[45] befindet, lässt sich auf einfache Weise eine Fehlerdiagnose einrichten. Dazu wird ein USB-Adapter für TX/RX mit der seriellen Schnittstelle und einem Notebook verbunden. Wichtig ist dabei die korrekte Einstellung der Baud-Rate. Mit einem Terminalprogramm resp. einer *Putty Software*[46] kann der Boot-Log des

[45] UART = Universal Asynchronous Receiver/Transmitter; Baustein zur seriellen Datenübertragung.
[46] https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html

Mainboards mitgelesen und damit das weitere Vorgehen bei der Fehlerbehebung festgelegt werden. Bleibt das Protokoll bei einer bestimmten Zeile hängen, sieht der Reparateur unweigerlich, welcher Software-Code oder welcher Hardware-Treiber den Systemfehler bewirkte.

7.3 Boot-Loop-Error

Ein Boot-Loop bedeutet, dass der Fernseher in einer "Endlosschleife" gefangen ist. Der "Primary Bootloader" befindet sich bei einigen Mainboards in einem Flash-Speicher (NAND-Flash, SPI-NOR-Flash), während das eigentliche Betriebssystem (Android TV, webOS, Tizen) sich in einem eMMC-Chip befindet.

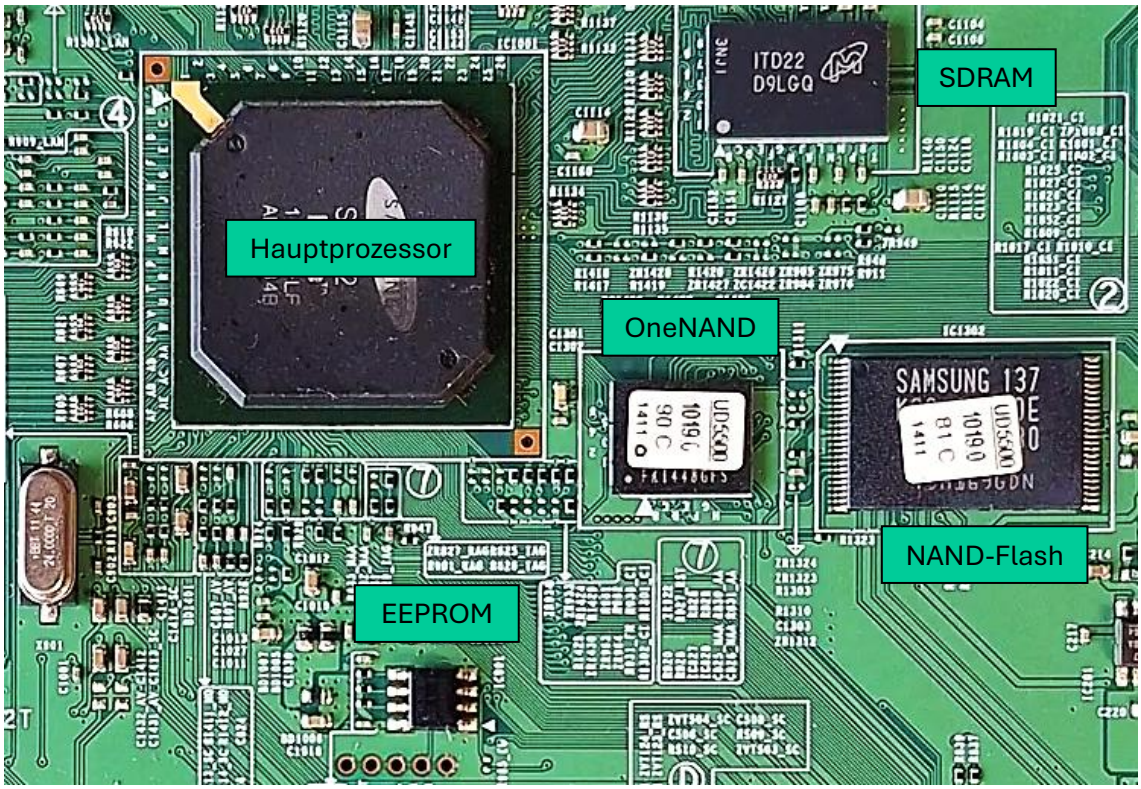


Abb. 32: Samsung-Chipset mit Hauptprozessor und diversen Halbleiterspeichern[47]

Die simpelste und gelegentlich auch erfolgreiche Instandsetzungsmethode besteht in einer Vereisung des in Frage kommenden Speicherbausteins mit einem Kältespray. Reagiert das Mainboard aufs Vereisen nicht, hilft meist nur noch der Austausch des schadhaften Chips oder ein neues Mainboard.

7.3.1 Ein defektes EEPROM

Nach dem Start geht ein Samsung SmartTV in eine Endlosschleife. Erfahrungsgemäss ist ein beschädigtes EEPROM (AT24C256) Ursache dieses Fehlverhaltens.

1) Als Abwehrmassnahme soll ein Hard-Reset ausgelöst werden. Dazu sind die Testpoints RESET und SDA (Abb. 32) miteinander zu verbinden, um danach einen Neustart einzuleiten. Die Daten auf dem EEPROM werden dabei nicht gelöscht, stattdessen wird die I^2C-Kommu-

[47] Mainboard BN41-01660B.

nikation[48] zwischen Hauptprozessor und Speicherbaustein künstlich gestört. Der Prozessor registriert einen Lesefehler, überspringt die korrupten Boot-Daten im EEPROM und bootet stattdessen mit sicheren Standardwerten aus seinem eigenen ROM. Damit die korrekten Daten ins EEPROM eingeschrieben werden, ist über das Servicemenü ein "Factory Reset" durchzuführen; danach kann die Reset-Brücke entfernt werden. Ungefähr 10 bis 20 Sekunden nach dem Einschalten sollte nun das Bild erscheinen.

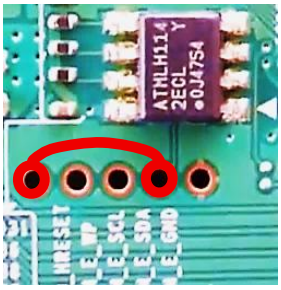


Abb. 33: EEPROM mit Drahtbrücke

2) Bleibt der Reset ergebnislos, kann folgendes gemacht werden: In spannungslosem Zustand des Mainboards wird eine SOIC8-Klammer (Testclip) an das EEPROM angelegt. Mit einem USB-EEPROM-Programmer (bspw. FLYPRO-SP20B) wird nun ein EEPROM-Dump (.bin oder .hex Datei) ausgelesen. Dann wird für das betreffende Mainboard (z.B. BN41-01660) ein neues Binary-Image geladen. Wenn auch diese Massnahme nichts erbringt, muss das IC ersetzt werden. Am einfachsten ist die Beschaffung eines bereits programmierten EEPROMS auf eBay.

7.3.2 Ein defekter NAND-Flash

1) Einigermassen problemlos dürfte der Ersatz eines schadhaften NAND-Flash-Speichers durch einen vorprogrammierten Chip sein. Einen passenden NAND-Flash findet man auf Plattformen wie eBay oder bei spezialisierten Elektronik-Reparaturshops. Um den richtigen Chip zu finden, ist als Suchbegriff zum Beispiel "NAND K9GAG08U0E programmiert für Samsung Smart-TV UE40D5700" einzugeben.[49] Nachdem der defekte Flash ausgelötet und die Kontakte auf der Platine von altem Lot befreit wurden, kann der neue Chip eingelötet werden. Nun sollte der Fernseher wieder ordnungsgemäss funktionieren. Diese Lösung empfiehlt sich für den noch wenig erfahrenen Reparateur, weil das Auslesen des Speicher-Dumps und das erneute Beschreiben eines NAND-Flash fehleranfällig ist. Da Flash-Speicher ab Werk defekte Blöcke (Bad Blocks) aufweisen können, muss beim Schreiben die Partitionstabelle manuell oder über spezielle Reparatur-Skripte angepasst werden.

2) Ein versierter TV-Techniker kann den Chip selbstverständlich auch selbst flashen. Dieser wird nach dem Auslöten mit einem Programmer ausgelesen und der Inhalt (Hex-Dump) gesichert. Danach wird der korrigierte Dump auf einen frischen Chip geschrieben.

Zum Beschreiben und Auslesen dieser Speicherchips nutzt man einen NAND-Flash-Programmer. Der beliebte Universal Programmer XGecu T76 bspw. unterstützt in Verbindung mit der Programmiersoftware Xgpro etliche Bausteine, darunter EEPROM, NOR-Flash, NAND-Flash, EMMC, MCU und GAL.[50]

---

[48] I^2C (Inter-Integrated Circuit), ein serieller, bidirektionaler und synchroner Zweidraht-Datenbus, der 1982 von Philips Semiconductors (heute NXP Semiconductors) entwickelt wurde. Der Bus verwendet die Datenleitung SDA (Serial Data) und die Taktleitung SCL (Serial Clock).

[49] In vielen Samsung-Fernsehgeräten wurde als NAND-Flash ein K9GAG08U0E im TSOP-48-Gehäuse verbaut (TSOP = Thin Small Outline Package). Dieser Speichertyp mit 48 Pins wurde auch in USB-Sticks, SSDs, Routern, Spielkonsolen und elektronischen Steuerungen von Haushalts- und Industriegeräten verwendet.

[50] Einige Programmer: MiniPro TL866A/CS, TL866II Plus, XGecu T56, XGecu T76, RT809H und TNM7000.



Abb. 34: XGecu T76 mit Adapter

Für die Programmierung des NAND-Flash wird nebst dem Programmer ein TSOP48-auf-DIP48 Adapter benötigt. Weitere Adapter ergänzen nach Bedarf das Equipment.

7.3.3 Vorgehensweise beim Austausch eines NAND-Flash

Weil der Austausch eines NAND-Flash nicht zu den täglichen Arbeiten eines TV-Technikers zählt, soll zusammenfassend eine detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung gezeigt werden.

A. Chip vorbereiten und in den Programmer einlegen

1. Der beschädigte Chip muss sauber von der Hauptplatine des Fernsehers entlötet werden (z.B. mit einer Heissluft-Lötstation, Temp. 400-450 °C).
2. Sämtliche Pins des ICs müssen mit Entlötlitze von anhaftendem Lot befreit werden, um Störungen beim späteren Auslesen oder Schreiben zu vermeiden. Gereinigt werden Bauteile und Platinen mit Isopropanol[51].
3. Nun wird der Chip (Markierung bei Pin 1 beachten) in den TSOP48-Adapter des Programmers eingelegt.

B. Software-Konfiguration und ID-Check

4. Nach dem Anschliessen des Programmers an den USB-Port des PCs resp. Notebooks wird die zugehörige Software (z.B. RT809H Application) geöffnet.
5. Hilfreich ist die Funktion "Smart Identify" (oder Auto-ID), um den herstellerspezifischen Chip-Code auszulesen. Wenn alles korrekt verläuft, wird der Chip bspw. als SAMSUNG K9GAG08U0E erkannt.

C. Sichern, Löschen und Fehlerprüfung (Bad-Block-Management)

6. Auslesen (Read): Sollen die Daten des alten Chips gerettet werden, muss zuerst ein *Read* durchgeführt und der "NAND-Dump" (.bin oder .img) auf dem PC gesichert werden.
7. Löschen (Erase)**:** Anschliessend kann der Chip vollständig gelöscht werden.
8. Blank Check / Bad Blocks: Nun wird eine Leerprüfung durchgeführt. NAND-Flash-Speicher haben konstruktionsbedingt fehlerhafte Bereiche (Bad Blocks). Professionel-

[51] Isopropylalkohol (IPA), Bestandteil vieler Desinfektionsmittel.

le Programmierer wissen darüber Bescheid und sorgen dafür, dass diese Sektoren beim anschliessenden Schreiben der Firmware nicht beachtet werden (Skipping-Methode).

D. Firmware aufspielen (Write)

9. Jetzt kann die *Firmware* für das betreffende TV-Modell (bspw. Samsung mit BN41-01660 Mainboard) in die Programmer-Software übernommen werden.
10. Danach wird der Bediener mit *Write/Program* den Schreibvorgang starten. Da der Chip 16 Gigabit besitzt und MLC-Strukturen[52] nutzt, kann dieser Vorgang einige Minuten dauern.
11. Verifizieren (Verify): Die Software vergleicht nach dem Schreiben die Daten auf dem Chip bitweise mit der geladenen Datei, um sicherzustellen, dass keine Schreibfehler aufgetreten sind. Nach erfolgreicher Verifizierung kann der Chip ins Mainboard eingebaut werden.

7.3.4 Ein defekter eMMC

Das Ausbauen, Auslesen, Bespielen und wieder Einbauen eines **eMMC**[53] verlangt vom Ausführenden eine gewisse Fingerfertigkeit und Präzision. Nicht immer ist der Erfolg garantiert. Es kommt darauf an, wieviele Speicherbereiche intakt sind. Flashspeicher besitzen eine begrenzte Lebensdauer, die von der maximalen Anzahl der Lösch- und Schreibzyklen bestimmt wird. .

Ein eMMCenthät bis zu acht Partitionen, gebraucht werden für einen SmartTV meist nur deren vier:

- **BootArea Partitions** (Boot1, Boot2): enthält den Bootloader und die Firmware.
- **User-Daten Area (**UDA): Hauptspeicher für Betriebssystem[54] und Nutzerdaten.
- **RPMB-Partititon** (Replay Protected Memory Block): verschlüsselter Bereich.
- **General Purpose Partitions** (GPP): optionale Partitionen für spezielle Systemanforderungen, die bei Bedarf konfiguriert werden können.

Problematisch bei einer Neuprogrammierung ist, dass ohne PIN kein Zugriff auf die verschlüsselte Partion mit den Keys von Netflix möglich ist, so dass diese später fehlen. Abhilfe schafft hier bspw. "Amazon Fire TV" oder ein "waipu.tv Stick", wodurch ein SmartTV an zahlreiche Streaming-Dienste und Apps ankoppelt.[55] Dazu wird lediglich ein freier HDMI-Eingang benötigt. Weitere Möglichkeiten, um eingeschränkte oder fehlende Funktionen eines TVs zu erweitern, sind Streaming Boxen wie "Apple TV" oder "Fire TV Cube". Google bietet den "TV

[52] MLC-Strukturen (Multi-Level Cell): Bezeichnet eine bestimmte Architektur von Flash-Speicherzellen für SSDs, USB-Sticks und Speicherkarten. MLC-Speicher vertragen aber weniger Schreib- und Löschzyklen als SLC (Single-Level Cell) und sind langsamer beim Schreiben, besitzen dafür aber die doppelte Speicherdichte auf derselben Speicherfläche.
[53] eMMC (embedded MultiMediaCard): ein NAND-Flash mit einem MMC-Controller, welcher als Festspeicher für Betriebssysteme und Daten in Smartphones, Tablets und Smart-TVs verwendet wird.
[54] Android TV, Google TV, Tizen (Samsung) oder webOS (LG).
[55] https://youtu.be/i8ZkNw5d9Yk

Streamer" mit Google Home an, eine stationäre Set-Top-Box für 4K und integrierter Chromecast-Funktion.

Ein neuer Chip muss zuerst mit den Userdaten und der Firmware bespielt werden. Dazu dient dem Reparateur ein Universal-Programmer mit BGA-Adapter sowie eine spezifische Software wie z.B. Xgpro oder RT809H Application.

a. Wenn kein *Full Dump* (Betriebssystem und Nutzerdaten) aus dem alten Chip ausgelesen oder von einem funktionierenden Chip geklont werden konnte, muss sich der TV-Techniker einen vorprogrammierten Chip gleichen Typs bei eBay beschaffen. Eine alternative Möglichkeit besteht darin, einen "eMMC TV Flash Dump" von einem der vielen Techniker-Kanäle auf Telegram down-zu-loaden.

b. Ist das diesbezügliche Equipment vorhanden, kann auch eine *In-Circuit-Programmierung* durchgeführt werden, so dass der Chip nicht ausgelötet zu werden braucht. Das funktioniert aber nur, solange der Speicher physisch nicht beschädigt ist. Ein Chip mit zuvielen "Bad Blocks" muss durch einen neuen ersetzt werden.

8 Software-Probleme

Wenn ein Bootloop-Error vorliegt oder die Status-LED blinkt, ohne dass etwas geschieht, hilft oft ein Upgrade der Firmware. Die aktuelle Firmware findet sich auf der Support-Seite des Herstellers. Die korrekte Selektion für das betreffende TV-Modell (bspw. TLC 60E6000US) ist beim Download entscheidend für den späteren Erfolg, da sonst die Gefahr des "Brickens" nicht ausgeschlossen werden kann. Eine falsche Datei oder ein abgebrochener Schreibvorgang führen im Worst Case zur Zerstörung des Betriebssystems, so dass der SmartTV überhaupt nicht mehr startet.

8.1 Factory Reset

Um einen Samsung Fernseher auf Werkseinstellung zurückzusetzen, wird das Untermenu *Factory Reset* angewählt. Ist eine PIN-Eingabe[56] erforderlich, kann versuchsweise der Standard-PIN < 0-0-0-0 > eingegeben werden. Wurde der PIN geändert, kann wie folgt verfahren werden: Mit einer Service-Fernbedienung (Service Remote) lässt sich ein Samsung-Fernseher auch ohne PIN-Eingabe in den Zustand der Werksauslieferung zurücksetzen. Dazu sind nacheinander die Tasten "Info" und "Factory" zu betätigen, um in den Service-Mode resp. Not-Support zu gelangen. Wurde *Factory Reset* mit der Service-Fernbedienung bestätigt, schaltet sich der Fernseher aus, um nach dem "Wiedereinschalten mit der normalen Fernbedienung" zu booten. Daraufhin erscheint eine "Willkomen-Page", wo die grundlegenden Einstellungen wie Land, Sprache usw. vorgenommen werden. Damit ist die Prozedur abgeschlossen und der SmartTV sollte nun störfrei funktionieren.

8.2 Firmware-Update

Nachfolgend wird davon ausgegangen, dass sich der Fernseher nicht mehr bedienen lässt, so dass ein Update nicht über das reguläre TV-Menu erfolgen kann. Demzufolge sind andere

[56] PIN = Personal Identification Number.

Methoden gefragt. Die folgenden Anweisungen beziehen sich auf einen TLC-SmartTV mit AndroidTV als Betriebssystem. Bei Geräten anderer Hersteller sind Abweichungen in der Vorgehensweise denkbar.

8.2.1 Hard Reset

Zunächst soll ein Hard-Reset erfolgen.

1. Netzkabel entfernen und Ein-Taste (Power-Button) am TV betätigen während ca. 60 s.
2. Netzkabel wieder einstecken und Ein-Taste gedrückt halten, bis das Gerät in den Hard-Reset-Modus wechselt.

(Bei Sony-Geräten muss die Ein-Taste und die "Ton leiser Taste" zugleich gedrückt werden, während die Standby-LED grün blinkt.)

3. Mit der Fernbedienung "Wipe data/ factory reset" anwählen und warten, bis der Reset durchgeführt wurde. Dieser Befehl löscht das gesamte System, alle installierten Apps, Passwörter und lokalen Daten und setzt den Fernseher komplett auf den Werkszustand zurück.
4. Dann "Wipe cache partition" anwählen und warten, bis der Vorgang durchgeführt wurde. Dieser Befehl löscht den temporären Zwischenspeicher des Systems, ohne dass persönliche Daten verloren gehen.
5. Dann "Reboot system new" anwählen.

Nun sollte das TV-Gerät wieder normal booten.

Wenn der Hard-Reset auf die oben beschriebene Weise nicht gelingt, besteht eine alternative Möglichkeit, doch noch zum Ziele zu gelangen. Einige SmartTVs besitzen an der Seite oder Rückseite einen versteckten Reset-Taster (meist nur eine kleine Öffnung, in die gerade eine Büroklammer oder eine Kugelschreibermine passt).

1. Der Reset-Taster wird für 15 bis 20 Sekunden betätigt, während der Fernseher eingeschaltet ist und bspw. beim Logo festhängt.
2. Der Fernseher sollte daraufhin neu starten und im Best Case das System neu laden.
3. Sollte kein Reset-Taster vorhanden sein, kann folgendes gemacht werden, um das System-Cache-Menü aufzurufen:
4. Zuerst wird der Fernseher vom Netz getrennt.
5. Dann wird die Power-Taste am Fernseher gedrückt.
6. Danach wird das Netzkabel wieder eingesteckt, während die Power-Taste weiterhin für etwa 20 Sekunden betätigt bleibt. Dadurch wird der *Recovery Mode* aktiviert und es kann mit der Fernbedienung ein "Factory reset" oder "Reboot system now" angewählt werden.

8.2.2 Firmware über USB flashen

1. Zuerst wird ein USB-Stick von 32 GB am Notebook/PC mit FAT32 formatiert. Moderne TV-Geräte erlauben inzwischen auch NTFS.

2. Dann wird die zuvor abgespeicherte ZIP-Datei, die das Update enthält, mit einer geeigne-ten Software entpackt. Beliebt ist die Freeware 7-Zip.[57] Die entpackten Dateien müssen direkt ins Hauptverzeichnis (Root) des USB-Sticks (nicht in einen Ordner) kopiert werden. Dateien mit *.bin und *.img sind besonders relevant fürs Upgrade.

Anm.: Der Unterschied zwischen einer .bin-Datei und einer .img-Datei liegt im Verwendungszweck. Die "nackte" Firmware ist zumeist als .bin-Datei vorhanden, während die .img-Datei ein vollständiges Datenträgerabbild (Image) enthält, das den Speicher exakt 1:1 überschreibt.

3. Danach wird der Fernseher vom Netz getrennt und der vorbereitete Stick in einen freien USB-Port gesteckt. Bei einigen Modellen muss ein bestimmter Port benutzt werden (dazu erteilt die Bedienungsanleitung nähere Auskunft).
4. Nun wird der Netzstecker wieder eingesteckt und die Power-Taste des Fernsehers für etwa 15 s gedrückt, bis die Status-LED zu blinken beginnt oder der Bildschirm eine Update-Meldung anzeigt.

Ein Update dauert eine gewisse Zeit, 10 Minuten und mehr sind keine Seltenheit. Es kann sein, dass mehrmals gebootet wird. Während des Updates darf das Gerät keinesfalls ausgeschaltet werden. Auch der USB-Stick darf nicht abgezogen werden. Nach abgeschlossener Neuinstallation sollte noch ein Werksreset vorgenommen werden. Dazu ist über das TV-Menü die entsprechende Rubrik anzuwählen.

8.3 Erzwungenes Firmware-Update

Bei beschädigtem Betriebssystem ist ein neues Systemabbild (Images) erforderlich. Die Update-Datei muss sich dazu im Hauptverzeichnis eines FAT32-formatierten USB-Sticks befinden. Bei TCL-Fernsehern muss die Datei – je nach Chassis-Version – exakt benannt sein (z.B. update.img).[58] Entsprechende Hinweise finden sich in den Manuals des Herstellers oder auf einschlägigen Community-Sites.

1. TV-Gerät vom Netz trennen und den vorbereiteten USB-Stick einstecken.
2. Power-Taste am Gerät betätigen und gedrückt halten.
3. Netzkabel wieder einstecken.
4. Power-Taste für 10 bis 20 Sekunden gedrückt halten, bis die Status-LED schnell zu blinken beginnt.

Auf dem Bildschirm sollte nun anstelle eines Logos die Mitteilung "Software Update" oder ein Fortschrittsbalken erscheinen. Der Rest läuft von alleine ab.

[57] https://www.7-zip.org/
[58] Das zugrunde liegende Mainboard-Chassis ist NT67FE mit Linux-basiertem Betriebssystem.

9 Soldering in praxi

9.1 Löttechnik für SMD-Bauteile

Das Verlöten und Entlöten von SMD-Bauteilen[59] ist nicht so schwer, wie viele zunächst denken mögen. Auch der Schreibende musste sich in dieser Hinsicht eines Besseren belehren las-sen, war er doch früher der irrigen Ansicht, dass SMD-Chips wie bspw. RAM-Speicher oder Controller für den Heimworker nicht zu bewältigen sind. Entgegen dieser offensichtlichen Fehlbeurteilung löste sich die Problematik eines Tages in Wohlgefallen auf. Mit etwas Training an zunächst einfachen Bauteilen geht es mit der Zeit doch ganz ordentlich. Für Übungszwecke gibt es unterschiedliche SMD-Lötkits.

Unerlässlich für Lötarbeiten (Soldering) an SMD-Bauteilen ist eine gute Lötstation inkl. eines Heissluftsystems. Auch eine Lötzinn-Saugpistole ist willkommen. Ansonsten tut es eine manuelle Entlötpumpe auch. Zudem sollte eine Rauchgasabsaugung vorhanden sein. Bezahlbare Geräte in guter Qualität – auch für den schmalen Geldbeutel – gibt es heutzutage zuhauf. Eine Präzisionspinzette und ein schmaler Spatel (oder ein Spudger) zum Plazieren und Fixieren der Bauteile sollten nicht fehlen. Ein batteriebetriebener Vakuumgreifer oder ein Saugstift ergänzt die Ausrüstung.



Abb. 35: Rework Station von YIHUA (Saugpistole, Lötkolben, Heissluft, Saugstift)

Zum Gelingen trägt ausser einer ruhigen Hand die Verwendung von dünnem Lot (0,5/0,8/1,0 mm) und reichlich Flussmittel bei. Als Lote sind inzwischen nur noch bleifreie erhältlich. Verbreitet unter DIY-Elektronikern ist Sn99,3Cu0,7; bei Amateurfunkern auch Sn96,5Ag3Cu0,5 wegen dem Silberzusatz. Flussmittel (Kolophonium) ist bereits im Weichlot enthalten. Die benötigte Temperatur ist mit 350 °C etwas höher, als für bleihaltiges Lot. Zum Sortiment gehört auch Entlötlitze, die in unterschiedlichen Grössen erhältlich ist.

Das Einlöten von QFP-Chips[60] (mit bekanntlich vielen Pins und einem geringem Pin-Pitch ≪

[59] SMD = Surface-Mounted Device (oberflächenmontiertes Bauelement).
[60] QFP = Quad Flat Packet.

0,1 Zoll) wird oft mittels *Drag-Soldering* (Schlepplöten) durchgeführt; dabei wird ein Lötkolben mit abgeschrägter Lötspitze (BCM/CM[61]) über sämtliche Pins gezogen. Zuvor werden die "Eckpins" mit Lot fixiert. Ein derartiger Lötvorgang funktioniert erstaunlich gut, wenn genügend Fluss-mittel (!) und wenig Lot verwendet wird. Nach beendeter Verlötung sollte der Chip mit Isopropanol und einer weichen Bürste (oder einem fuselfreien Tuch) gereinigt werden. Auch Druckluft zum Ausblasen ist geeignet.



Abb. 36: Einlöten eines Chips mittels "Drag Soldering"[62]

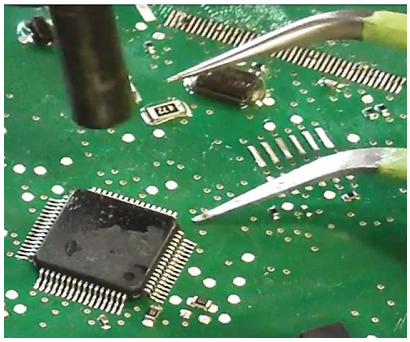


Abb. 37: Auslöten eines Chips mit Heissluft[63]

Geeignete Flussmittel für Elektronikbauteile:

- Amtech NC-559-V2-TF (original)
- MG Chemicals 8341
- Lanrui Zhurong Nr1
- Lanrui Zhurong Nr2
- 2UUL EcoFlux
- Chipquik Quik SMD291
- Amaoe M53
- Mechanic M35 Nano
- HAOXPNG HXP-905
- Dsunyk NC-559-ASM
- Rosfix Lötflux RMA-218

Eine weitere Methode beim Soldering benutzt Heissluft mit einer Temperatur von 350 °C bis etwa 420 °C und dosiertem Lufstrom. Wie oben gesagt, soll nur wenig Lot, aber reichlich Flussmittel verwendet werden. Auch Erfahrungswerte spielen bei dieser Prozedur eine wichtige Rolle.

Zunächst wird der Chip parallel zu den Lötpads auf der Platine ausgerichtet, um dann die Heissluftpistole mit kreisenden Bewegungen über das Objekt zu führen. Auf diese Weise wird die Wärme gleichmässig verteilt. Benachbarte Bauteile sind nach Möglichkeit mit einem wärmeisolierenden Band[64] oder einer nicht allzudünnen Alu-Folie zu bedecken. Sobald der Chip auf dem Flussmittel zu "schwimmen" beginnt und das Lot sich verflüssigt, zieht es ihn durch Kapillarwirkung "wie von selbst" in die exakte Position. Gelegentlich müssen einzelne Pins mit einem Lötkolben mit feiner Spitze nachgelötet werden.[65]

[61] Eine von Hakko eingeführte Klassifizierung von Lötspitzen.
[62] https://www.youtube.com/watch?v=nyele3CIs-U
[63] https://youtu.be/abAHbI822EY
[64] Als Schutzfolie geeignet ist Aluminiumband, Teflonband oder Kaptonband.
[65] https://www.youtube.com/watch?v=t8hEjXaegiY

9.2 Rework, Reflow und Reballing

Gewiss gibt es hierbei auch Grenzen für einen Homeworker. So lässt sich ein Prozessor-Chip wie der GeForce MX350 mit Flip-Chip Ball Grid Array (FCBGA) und 595 kleinen Lötkugeln an der Unterseite nur mit professionellem Equipment (BGA-Rework-Station) verlöten. Bei Bauteilen mit herausgeführten Anschlüssen (PLCC, SO, SOP, QFP) dagegen ist das Löten auch dem versierten "Hobbyelektroniker" zuzutrauen.

1) Liegt es lediglich an einem schlechten Lötkontakt, kann ein *Reflow* durchgeführt werden. Geeignet dafür ist zum Beispiel ein kleiner Muffelofen oder dann eine Reworkstation mit einstellbarem Heizprofil und einem Temperatursensor.

Mit etwas handwerklichem Geschick lässt sich das Reflow auch mit einem einfachen Heissluftsystems bewältigen. Die Temperatur sollte zwischen 350 °C bis 450 °C liegen, um eine Platinentemperatur von über 220 °C zu erzielen. Sobald der BGA-Chip auf der Platine floatet, lässt man ihn auf natürliche Weise abkühlen, darauf hoffend, dass schadhafte Lötpunkte eliminiert wurden.

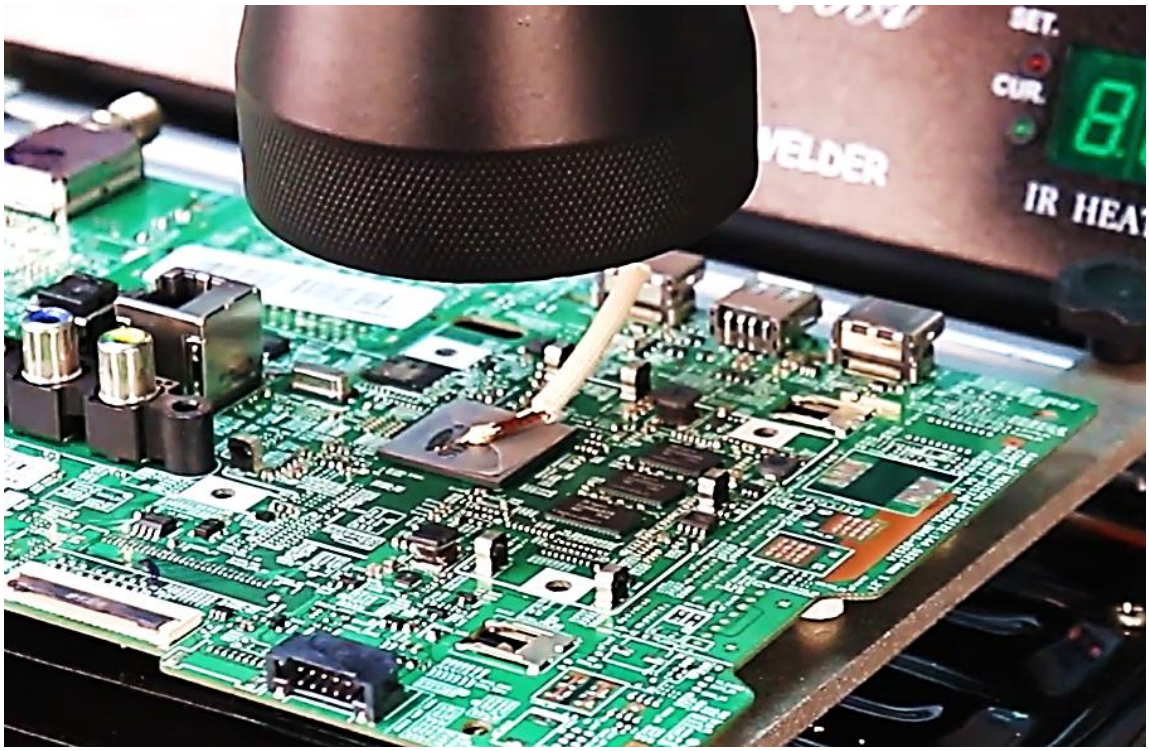


Abb. 38: Reflow eines Chips mit einer BGA-Reworkstation[66]

Unter der Platine befindet sich eine geregelte elektrische Heizung, oberhalb ein IR-Strahler. Ein Temperatursensor zeigt dem Regelgerät laufend den aktuellen Istwert, so dass eine exakte Oberflächentemperatur gewährleistet ist.

2) Muss ein BGA-Chip neu bespielt werden, ist ein *Rework* erforderlich. Nachdem der schadhafte Chip (z.B. SK hynix H26M52103FMR) von der Hauptplatine abgelöst wurde, werden die Lötpunkte mit Flussmittel und Entlötlitze gesäubert. Danach wird ein *Reballing* durchgeführt,

[66] https://www.youtube.com/watch?v=C9fJIMDrdno

um die Lotkügelchen (Solder Balls) auf der Unterseite des Chips neu zu formieren.

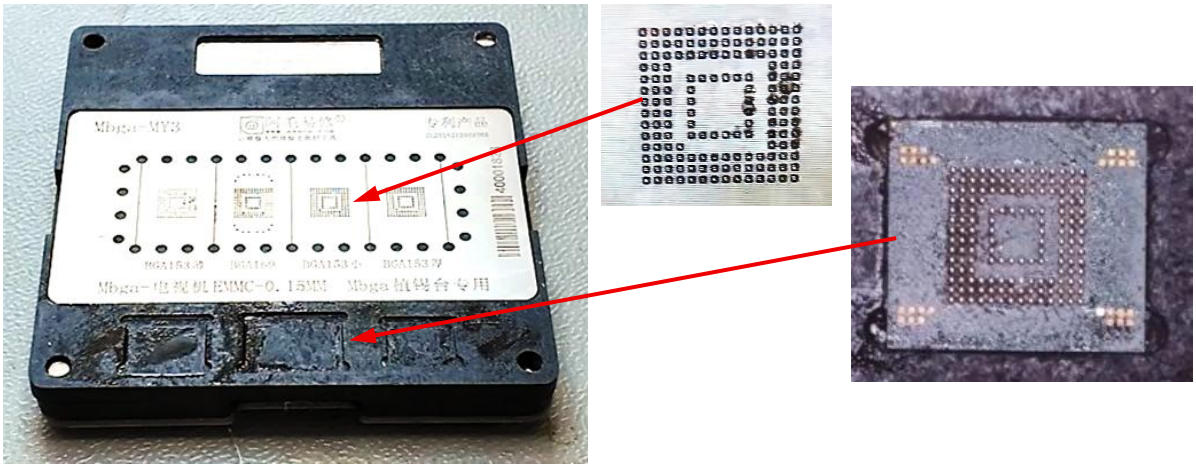


Abb. 39: Reballing eines BGA-Chips mithilfe einer Form und einer Schablone[67]

Für das Reballing wird der Chip in eine Form eingelegt und mit einer zur Kontaktierung passenden Schablone (Stencil) bedeckt, welche mit Lotpaste[68] bestrichen wird. Anstelle der Paste können auch Lotkugeln mit passender Grösse verwendet werden, die jedes der kleinen Löcher der Schablone auffüllen müssen. Das ist natürliche pure Geduldsarbeit. Danach wird der IC mit Heissluft erwärmt.

Nach dem Reballing wird der BGA-Chip in die Platine eingelötet. Für diese Arbeit empfiehlt sich eine temperaturgeregelte Reworkstation mit exakt einstellbaren Temperaturprofilen.

10 Fehlerliste

Die Fehlerliste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und kann beliebig erweitert werden.

▶ Bei ordnungsgemässem Zustand des TV-Gerätes leuchtet die Status-LED konstant. Wenn das Gerät nicht gestartet werden kann, liegt es oft an der Fernbedienung (Batterie ersetzen).

▶ Bei einem Fehler blinkt die Status-LED. Vielfach hilft bereits ein *Soft-Reset*, indem die Ein/Aus-Taste der Fernbedienung so lange gedrückt wird, bis sich das Gerät wieder einschaltet. Die zweite Möglichkeit besteht in einem *Hard-Reset*. Dazu wird das Netzkabel entfernt und der Power-Button am SmartTV während 60 s betätigt. Danach wird das Netz wieder zugeschaltet und der Ein-Taster erneut betätigt, bis die Standby-LED zu blinken beginnt. Nun sollte das Gerät wieder ordnungsgemäss booten. Als dritte Möglichkeit bietet sich ein *Werksreset* an. Dazu ist die entsprechende Option in den TV-Einstellungen zu nutzen. Kann der Fehler mit diesen Massnahmen nicht beseitigt werden, verbleibt als letzte Möglichkeit ein *Software-Update*.

▶ Schwarzer Bildschirm, Fehler auf dem Powerboard durch Ausfall einzelner Bauteile oder fehlende Netzspannung (auch Steckdose kontrollieren).

---

[67] https://www.youtube.com/watch?v=miDyFxI1ag

[68] Lotpaste ist eine Substanz aus Lotmetallpulver und Flussmittel, bestehend zu ca. 90 % aus Kügelchen einer Zinnlegierung.

▶ Schwarzer Bildschirm, Fehler in der Panelsteuerung, Betriebsspannungen und Clocksignale überprüfen.

▶ Weisser Bildschirm, störende Streifen und Linien, Synchronisiersignale STV, CPV überprüfen.

▶ Kein Bild trotz grüner LED, fehlendes Backlight infolge kalter Lötstellen auf dem Powerboard.

▶ Hintergrundbeleuchtung kommt kurz und schaltet aus, Fehler im TCON-Board oder beim Panel.

▶ Bild mit Blaustich, Fehler der Hintergrundbeleuchtung infolge Alterung einzelner LEDs.

▶ Gebleichtes, verwässertes Bild, defekter Gamma-Chip auf dem TCON-Board.

▶ Kein Ton, Soundbar überprüfen; im Worst Case Ausfall des Audio-Chips auf dem Mainboard.

▶ Ein Fernseher bleibt nach dem Einschalten beim Logo stehen. Ursache des Fehlers ist ein schadhafter eMMC im FBGA-Gehäuse, der neu programmiert oder ggf. ersetzt werden muss.

11 Ausblick

Im Jahr 2006 erfolgte in Europa die Ablösung der Röhrengeräte durch Flatscreen-TVs. Mit mehr als drei Millionen verkaufter LCD- und Plasma-Fernseher wurde die Anzahl verkaufter Röhrengeräte erstmals übertroffen. Ab 2013 haben die Röhren-TVs ihre einstige Bedeutung eingebüsst.

Die technologische Entwicklung bei SmartTVs schreitet rasant voran. Insbesondere asiatische Hersteller sind hier führend. Effiziente Bildschirmsysteme, neue Chips und eine Internetanbindung machen den Fernseher zu einer Multimediazentrale.

Gegenwärtig kommen TV-Geräte mit AI (künstliche Intelligenz) auf den Markt. Upscaling bspw. ist ein Prozess, bei dem der Videoprozessor Bildinhalte mit geringerer Auflösung als das Display (etwa eine DVD in 480p oder ein HD-Sender in 1080p) auf die native Auflösung des Bildschirms hochrechnet (4K bzw. 2'160p). Der Chip muss dabei fehlende Pixelinformationen intelligent generieren und einfügen. Die Qualität des Upscalings hängtsomit stark vom verbauten KI-Chip ab.

Ein Ende der Fahnenstange ist derzeit nicht erkennbar. Was heute topmodern ist, wirkt morgen bereits veraltet.

11.1 Halbleitertechnologie

Ein **SoC** (System-on-a-Chip) enthält die gesamte Verwaltung eines TVs inkl. mehrerer Ports mit HDMI 2.1, der sämtliche relevanten Komponenten in sich vereinigt.

Seit 2023 sind SmartTVs mit dem MediaTek Pentonic 1000 auf dem Markt. Nebst HDR10 und HLG ist der Chip mit HDR10+ und Dolby Vision IQ (mit Precision Detail) kompatibel. Philips und Panasonic verwenden den MediaTek Pentonic für ihre neuen OLED-Fernseher mit 4K und 144 Hz.

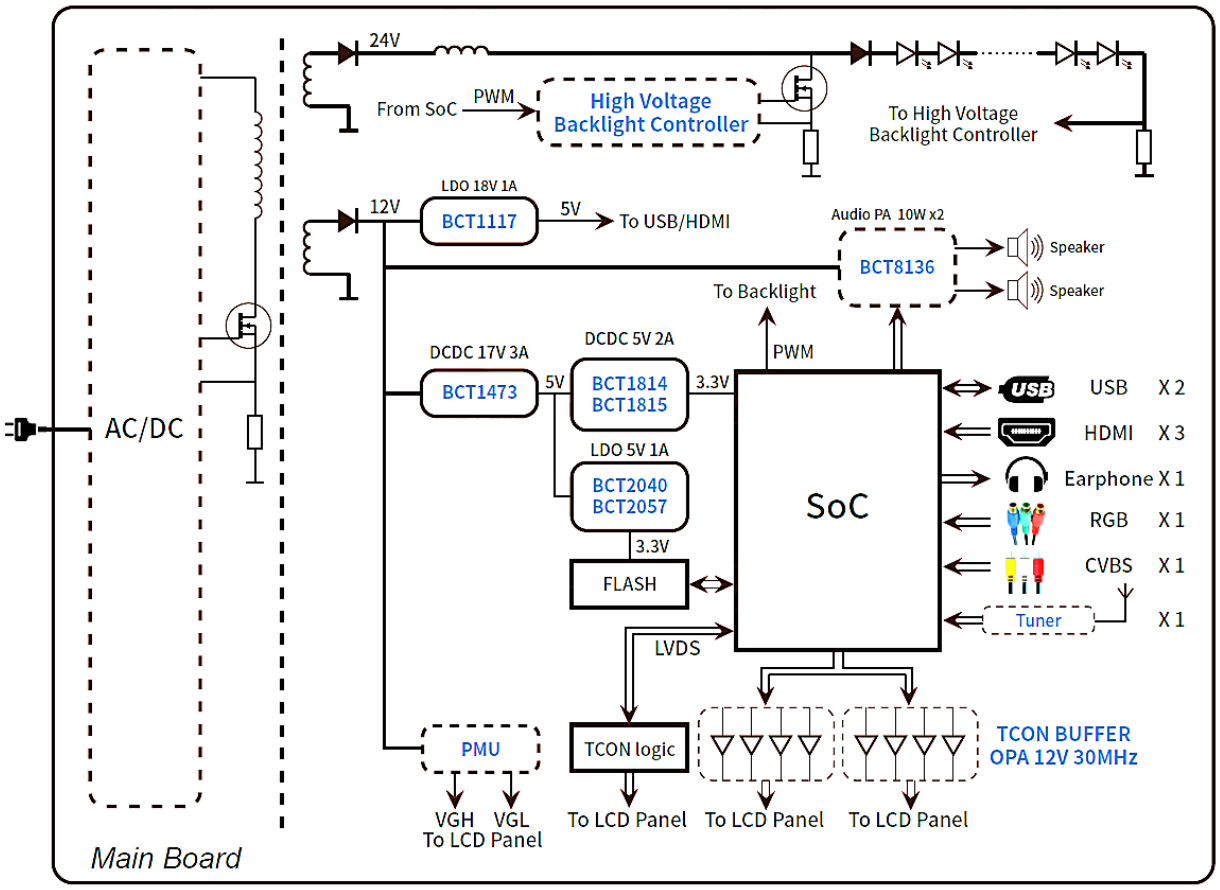


Abb. 40: Smart-TV mit SoC-Architektur[69]

Anders als bei einem klassischen Computer, bei dem Prozessor (CPU), Grafikkarte (GPU) und Arbeitsspeicher auf einer grossen Hauptplatine verteilt sind, vereint ein SoC alle wichtigen elektronischen Komponenten in einem einzigen Silizium-Chip.

Zu diesen Komponenten gehören:

- **CPU** (Hauptprozessor): mehrkernige CPU (für das Betriebssystem, Apps und Menüs) mit einer GPU (Grafikeinheit für Benutzeroberfläche und Spiele).
- **Video-DSP** (Bildprozessor): ein hochspezialisierter Koprozessor, der ausschliesslich für die Echtzeit-Videoverarbeitung zuständig ist. Er übernimmt Sonderaufgaben wie Upscaling (z.B. von HD auf 4K), Rauschunterdrückung, Bewegungskompensation (Zwischenbildberechnung) und HDR-Mapping.
- **NPU** (Neural Processing Unit): in modernen High-End-Modellen gibt es eine eigene Einheit für künstliche Intelligenz, welche das Bild- und Tonmaterial analysiert und optimiert, basierend auf erlernten Mustern.
- **Audio-DSP** (Digitaler Signalprozessor): dieser Chip kümmert sich um die Dekodierung und Verarbeitung von Tonformaten wie Dolby Atmos oder DTS und gleicht Soundeffekte oder Stimmen in Echtzeit an.

[69] https://www.broadchip.com/En/consumer-electronics-11

11.2 Bildschirmtechnologie

Ein **IPS-Panel** (In-Plane-Switching) ist eine Anzeigetechnologie für LCD-Monitore und Bildschirme, bei der die Flüssigkristalle parallel auf einer Ebene ausgerichtet sind und sich horizontal bewegen.

Ein **VA-Panel** (Vertical Alignment) ist ebenfalls eine Anzeigetechnologie für LCD-Bildschirme. Im Gegensatz zum IPS-Panel sind die Flüssigkristalle hier im Ruhezustand vertikal (senkrecht zur Bildebene) angeordnet. Erst wenn Strom fliesst, kippen sie in die Horizontale, um Licht durchzulassen.

Ein **TN-Panel** (Twisted Nematic) ist die älteste und einfachste Anzeigetechnologie für LCD-Bildschirme. Bei dieser Technik sind die Flüssigkristalle spiralförmig ineinander verdreht. Wenn Spannung angelegt wird, entdrehen sie sich und blockieren das Licht.

Die genannten Panel inkl. ihrer Unterarten unterscheiden sich signifikant durch die Bildqualität. Der Betrachtungswinkel spielt hier eine wesentliche Rolle. Die qualitativen Unterschiede können bei gleicher Bildschirmdiagonale und bei gleicher Auflösung beachtlich sein. Dies wirkt sich unmittelbar auf den Kaufpreis aus.

Die Bildschirmentwicklung endet nicht beim klassischen LCD/TFT/LED-Panel. Vielmehr wurden in den vergangenen Jahren und Monaten in rascher Folge verbesserte und teilweise auf völlig anderen Konstruktionsprinzipien beruhende Panel gebaut.[70] Eine Abgrenzung zwischen Technologie und Marketing ist hier zu einem besseren Verständnis empfehlenswert.

OLED (Organic Light Emitting Diode): Selbstleuchtende Pixel, benötigt keine Hintergrundbeleuchtung.

WOLED (White Organic Light Emitting Diode): Display-Technologie, bei der weiße OLED-Schichten mit Farbfiltern kombiniert werden, um ein Farbbild zu erzeugen.

QD-OLED: Verbindet OLED mit Quantum-Dot-Technologie. Quantum-Dots sind Nano-Partikel, die blaues Licht in reines Rot und reines Grün umwandeln.

Tandem-OLED verwendet zwei organische Dioden-Schichten, die übereinander in das Display integriert sind. Der Hauptvorteil dieser Doppel-OLED-Struktur ist eine erhebliche Steigerung der Helligkeit gegenüber herkömmlichen OLEDs. Diese Technologie ist folglich besser geeignet für helle Räume und optimiert die Darstellung von HDR-Inhalten. Darüber hinaus wird die Gefahr des Einbrennens reduziert und damit die Lebensdauer eines Panels erhöht.

QLED (Quantum Dot Light Emitting Diode): LCD-Panel mit Quantum-Dot-Schicht.

Neo QLED (QLED + Mini-LED-Backlight): Eine weiterentwickelte LED-Technik.

QNED (Quantum Dot + NanoCell + Mini-LED): Von LG entwickelte Bildschirmtechnologie, die Quantum-Dot- und Nano-Cell-Technologien mit einer Mini-LED-Hintergrundbeleuchtung kombiniert.

SQD-Mini-LED (Super Quantum Dots u. Mini-LED): Von TCL[71] entwickelte Technologie mit

[70] https://www.it-markt.ch/news/2018-02-28/der-feine-unterschied-zwischen-lcd-led-und-oled/0lt0
[71] TCL Technology ist ein Konzern in der Volksrepublik China.

brillanter Farbwiedergabe, grosser Helligkeit und tiefen Kontrasten.

MiniLED: LCD-Panel mit in separaten Zonen steuerbaren Mini-LEDs als Backlight.

RGB-MiniLED (auch TrueRGB): LCD-Panel mit in separaten Zonen steuerbaren farbigen Mini-LEDs als Backlight.

MicroRGB: LCD-Panel mit farbigen Micro-LEDs für ein mikrofeines Backlight.

MicroLED: Weiterentwicklung ohne Flüssigkristalle mit selbstleuchtenden (emissiven) farbigen Bildpunkten (Mikro-LEDs), daher ist kein Backlight erforderlich. Auf dem europäischen Markt sind diese Bildschirme zur Zeit nicht zu bekommen. Das kann sich aber bereits morgen ändern.

Crystal UHD ist eine von Samsung eingeführte Bezeichnung für kostengünstige LCD-TVs mit nativer 4K-Auflösung. Ein spezieller Bildprozessor ermöglicht eine verbesserte Farbdarstellung und grössere Schärfe als ein Standard-UHD-Fernseher. Crystal UHD unterstützt grundlegende HDR-Standards wie HDR10+ und HDR10.

Jeder LCD-Fernseher benötigt ein Hintergrundlicht – ein Backlight. Es gibt den Pixeln ihr Licht und bestimmt damit, wie hell, kontrastreich und farbtreu das Bild wirkt. Mit der Einführung von Mini-LEDs[72] wurde die Bildqualität erheblich verbessert. Für schwarze Bildbereiche werden die damit korrespondierenden LEDs ausgeschaltet, wodurch sich ein kräftigerer Kontrast ergibt.

Bei Mini-LED-Panels besteht das Backlight aus blauen LEDs. Das Licht wird durch eine Quantum-Dot-Schicht aus Nanopartikeln in reines Weiss umgewandelt, danach spalten Farbfilter dieses Weiss in Rot, Grün oder Blau auf.

Beim Bravia 9 Mark II von Sony werden fürs Backlight rote, grüne und blaue Sub-LEDs verwendet, von denen jede separat ansteuerbar ist.

Hisense, Samsung und auch LG haben eigene Versionen von RGB-Mini-LEDs. Sony besitzt eine Technologie, die mit "True RGB" bezeichnet werden kann. Der Unterschied zur Konkurrenz liegt im sogenannten *Sensing-Algorithmus*, welcher die roten, grünen und blauen Sub-LEDs in Echtzeit ansteuert.

[72] LED = Light Emitting Diode.

12 Equipment

Für einen TV-Reparaturservice benötigen wir einen Arbeitsplatz mit ausreichender Beleuchtung und einer Rauchgasabsaugung beim Löten. Ein solider Arbeitstisch mit ESD-Zubehör gehört zur Grundausstattung. Nebst geeigneten Mess- und Prüfgeräten (Digitalmultimeter, Oszilloskop, Komponententester usw.) gibt es eine Palette nützlicher Gegenstände, die bei der Fehlersuche und bei Instandsetzungsarbeiten unentbehrlich sind.

12.1 Werkzeuge und Geräte

Die folgende Auflistung ist eine gekürzter Fassung von CCTV Repair4You und soll einem Beginner als Anregung dienen. Nicht aufgelistet sind Werktische, Schraubstöcke und allgemein bekannte Handwerkzeuge wie Schraubendreher und Zangen.

12.1.1 Lötgeräte und Zubehör

- YIHUA 853AAA-I 330 Lötstation mit Heißluft und Wärmeplatte
- YIHUA 948-II Löt- und Entlötstation und Heißluft Station
- Entlötpumpe
- Platinen Halter
- Flussmittel, Lötdraht, Lötsauglitze
- Silikon Matte für Reparaturen

12.1.2 Spezialwerkzeuge

- Fanttik F1 Mini Akkuschrauber
- VIGAN Schraubendreher Bits lang
- Jig zum Öffnung von Samsung-TV-Gehäusen
- Bernstein ESD Pinzetten
- Skalpell für Leiterbahnen
- iFixit Pro Tech Toolkit
- Pinsel Set , Glasfaser Pinsel

12.2 Hilfsmittel

- PeakTech Labornetzteil 6225 A einkanalig 30 V / 5 A
- PeakTech Labornetzteil 6190 zweikanalig 60 V / 2,5 A
- HTRC T240 DUO Batterie Charger
- TOPDON TC001 Wärmebildkamera -20 °C bis 550 °C
- TOPDON TC002C Duo Wärmebildkamera -20 °c bis 550 °C
- Tomlov TM4K-AF Flex 4K Autofokus Mikroskop
- Beyamz GA76S LED-Lupenleuchte mit Ständer
- Saugnäpfe für Display Platinen Halter
- Magnetfüsse für LED Backlight Reparatur

12.3 Hilfsstoffe

- Hitzebeständiges Klebeband
- Tesa Film (transparent)
- Wärmeleitpaste
- Kältespray, Kontaktspray, Druckluft
- Reiniger (Isopropyl-Alkohol)

12.4 Mess- und Prüfmittel

- Short Killer TS-20A
- USB Multimeter UM120
- Multimeter DM40 mit Oszilloskop
- PeakTech P 3440 Grafik-Multimeter
- UNI-T UT216C Clampmeter
- OWON HDS2102S Scopemeter mit Signalgenerator
- Hantek DSO5102P Oszilloskop 100 MHz
- Winnix EXV 9210 TV Mainboard Tester
- Winnix EXV2080 TV Mainboard und Panel Tester
- YDSC LCR-P1 Komponenten-Tester
- KT4H LED Backlight-Tester

13 Quellen und Verweise

13.1 Literatur

Die deutsche Fachliteratur über Flachbildfernseher ist spärlich gesät; dies in eklatantem Gegensatz zu den früheren Röhrenbildschirmgeräten, wo im Laufe der Jahre eine ansehnliche Büchersammlung reputierter Autoren zustande gekommen ist. Einige der unten aufgeführten Titel befassen sich vorwiegend mit Verfahren zur Datenkompression und unterschiedlichen Übertragungsverfahren. Über das Innenleben von Smart-TVs findet sich dagegen nur wenig. Glücklicherweise ist die angelsächsische Literatur etwas ergiebiger.

- Ulrich Reimers: DVB - Digitale Fernsehtechnik (Springer).
- Dominique Hoffmann: High Definition TV – Theorie und Praxis (Hüthig).
- Diverse Autoren: Fachkunde Informationselektroniker (Europa Lehrmittel).
- Walter Fischer: Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis (Springer).
- Henri Heikir: Das vollständige Lg Smart Tv Benutzerhandbuch (Independently published).
- Charles G. Buscombe: Television and Video Systems (Pearson Education).
- Kent Liew: V5.0-OLED_LED-LCD-TV-Repair-Tips (E-Book).

13.2 Fachkunde Online

E-Learning Electronique
https://www.youtube.com/@elearning%C3%A9lectronique

Ornate Pixels
https://www.ornatepixels.com/

13.3 Fachforen & Communities

RepData Forum
https://www.repdata.de/wbb2/forum/

BadCaps
https://www.badcaps.net/

iwenzo Foren
https://www.iwenzo.de/

SamyGO
https://www.samygo.tv/

FileWale
https://filewale.com/files

RepData
https://www.repdata.de/

iFixit
https://de.ifixit.com/

Firmware-Dumps (eMMC, NAND, EEPROM)
https://repairalltv.com/

LCD-LED.TV.COM
https://lcd-led-tv.com/

13.4 Service Manuals und Schemas

ManualsLib
https://www.manualslib.de/

RadioRadar
https://www.radioradar.net/en/index.html

eServiceInfo
https://www.eserviceinfo.com/

ElektroTanya
https://elektrotanya.com/

[SCRIBD]
https://de.scribd.com/

LG Handbücher

https://www.lg.com/de/support/produkt-hilfe/handbuecher/

Samsung Manuals
https://www.samsung.com/de/support/user-manuals-and-guide/

13.5 Ersatzteile

aBay Online Shop für Ersatzteile
https://www.ebay.de/usr/cctv-repair4you

Kleinanzeigen Shop mit gebrauchten TV Geräten
https://www.kleinanzeigen.de/s-bestandsliste.html

TVpartsTODAY
https://tvpartstoday.com/

FixPart
https://fixpart.de/

13.6 Diversika

LCDRepairGuide.com
https://lcdrepairguide.com/

XGecu Programmer Software
http://www.xgecu.com/download.html

RT809 Programmer Software
https://www.rt809.com/Home.html

PuTTY
https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/

14 YouTube Videos

Fehlende Fachliteratur wird durch informative Reparatur-Videos ersetzt.

SAMSUNG TV REPAIR (Playlist)
https://www.youtube.com/playlist?list=PLHQh2yvDiAyLPT-8W_Gefy4ip7A89tYHJ

CCTV Repair4You
https://www.youtube.com/@CCTV-Repair4You

100+ T-Con Chips mit diesem Tool programmieren
https://www.youtube.com/watch?v=dW4G5lt20xk

TCL-Fernseher TCON-Signalreparatur
https://www.youtube.com/watch?v=4KZEjpN4WyI

4K TCL Smart TV 60E6000US - Firmware Update
https://www.youtube.com/watch?v=cd2fQuO4S8o

Philips 50PUS7805/12 flackert
https://www.youtube.com/watch?v=GAxHuMXiG_0

Philips 55PUS9435 Microchip ersetzt
https://www.youtube.com/watch?v=jJ9Y2xTcgqU

Philips 70PUS7805/12 mit horizontalen Linien
https://www.youtube.com/watch?v=OQS8A7LJwZs

Philips 70" 70PUS7805 LED Backlight defekt
https://www.youtube.com/watch?v=Vkfm0uyvngY

Vizio 4K-TV M55-E0: Schwarzer Bildschirm (Reballing)
https://www.youtube.com/watch?v=eMR_Paf3bIM

55 inch Vizio smart TV, white light, but no picture
https://youtu.be/8kGVV3eLO24

Grundig Netzteil und Hintergrundbeleuchtung reparieren
https://www.youtube.com/watch?v=uWwDk4GpTf4

LG TV 55UK6300 Spar dir die 500 € Neukauf!
https://www.youtube.com/watch?v=NQ_Yv2cZLgY

LG TV 65UP81009LR Fehler Netzteil
https://www.youtube.com/watch?v=cqs0a2Gl4G4

LG 47LB731V T eMMC-Chip getauscht
https://www.youtube.com/watch?v=miDyFxI1ag8

LG 60PK950 Plasma Reparatur
https://www.youtube.com/watch?v=yS1atI4Gx3E

LG mit Bootloop Fehler, Kondensatoren defekt
https://www.youtube.com/watch?v=qcrIbKo1d5w

LG 55'' LED Backlight defekt
https://www.youtube.com/watch?v=pJSCxZUFa3Q

Telefunken LU55FZ41A Kein Bild
https://www.youtube.com/watch?v=pan1IeNeIRM

Telefunken 48 Zoll D48F282N4CWI
https://www.youtube.com/watch?v=4HChCQsGpzw

Loewe TV 55'' keine Hintergrundbeleuchtung
https://www.youtube.com/watch?v=CuLt51uZrk0

Sony KD-65XF9500 T-Con Bypass
https://www.youtube.com/watch?v=qwet2JzGl84

Sony Streifen im Bild, TCON Board Fehler
https://www.youtube.com/watch?v=v_CJZwdK-CQ

Sony KD-55X7056 Reparieren statt Wegwerfen
https://www.youtube.com/watch?v=O2UPzY62zVY

Samsung 55'' Display defekt

https://www.youtube.com/watch?v=XWERgd7FniQ

Sony Bravia Android TV 55" / 75'' main board firmware
https://youtu.be/A6ZOtyxZ4Eo

Samsung UE75MU6179U Mainboardprobleme
https://www.youtube.com/watch?v=KIWglNRBAiQ

Samsung 55 Zoll GU55TU7079 Backlight Reparatur
https://www.youtube.com/watch?v=O5425hJpyFQ

Samsung TV Repair Power Supply
https://www.youtube.com/watch?v=H7m4DJnOT0s

Samsung Smart TV Netzteil
https://www.youtube.com/watch?v=9zvUq7fZgyE

Samsung GU70TU7199 Farbverlauf Fehler
https://www.youtube.com/watch?v=b5PpfuGXnn0

Samsung TV Helles Bild
https://www.youtube.com/watch?v=9nRdYkDiQf4

Samsung QLED tot? 4 Leitungen retten den Fernseher
https://www.youtube.com/watch?v=CuY5U1UlUj0

Samsung GQ65Q90TGT Pozessor Reflow, Mainboard getauscht
https://www.youtube.com/watch?v=wbxGU7xXBrU

Samsung TV mit Fehler im Mainboard
https://youtu.be/D_R_iuPaMS0

Samsung GQ65Q900R Ausschlachten der Boards
https://www.youtube.com/watch?v=6mg8rWqhe8k

Samsung Edge Backlight defekt
https://www.youtube.com/watch?v=sb5JGBYS184

Samsung SmartTV D505700 Boot-Loop Fehler
https://www.youtube.com/watch?v=DDzOSdfA41s

Samsung Smart TV UE D5700 Boot-Loop Fehler
https://www.youtube.com/watch?v=c-_vo6y8E-8

8K Samsung TV kein Bild – Backlight u. Mainboard ersetzt
https://youtu.be/kmvJsT002bQ

Samsung 8 K kein Bild, Fehlersuche mit Wärmebildkamera
https://www.youtube.com/watch?v=kmvJsT002bQ

Samsung UN65MU630DF no power shorted processor
https://www.youtube.com/watch?v=ewJ1Li0Al9k

Samsung SmartTV the problem of repairing flat panel
https://www.youtube.com/watch?v=77tymvTJDxo

Panasonic TX-55DXW604 No Picture Backlight Repair
https://www.youtube.com/watch?v=tVihVchDwoA

Hisense LTDN42K680X startet nicht
https://www.youtube.com/watch?v=InPQYiu6lgQ

Hisense 65H6570G lässt sich nicht einschalten
https://www.youtube.com/watch?v=buGJQK1NB8E

Hisense 58A6BG Das bittere Ende einer TV-Reparatur!
https://www.youtube.com/watch?v=5bIkGZDV3ck

Hisense 75'' ROKU TV, red light flashes but screen is black
https://www.youtube.com/watch?v=egK2FzWslaY

SmartTV Vizio M43-C1
https://www.youtube.com/watch?v=U-WxVz1f5LI

Denon HEOS Wireless Speaker NAND BGA65 defekt
https://www.youtube.com/watch?v=qHFKm2ayD7Q

XGecu T76 programmer, can it save this Samsung TV?
https://www.youtube.com/watch?v=GlZPjOiSGEk

Beginner's Guide to the Xgecu T48 Programmer
https://www.youtube.com/watch?v=36xP4uufo84

10 Most Essential Equipment For Your Electronics Repair
https://www.youtube.com/watch?v=vqmTywWA9n4

15 More Essential For Your Electroncis Repair
https://www.youtube.com/watch?v=STFN47zVJ4g

The 12 Most Common Electronics Faults
https://www.youtube.com/watch?v=NmwSjEGS3R8

Sechs weitere häufige Elektronikfehler
https://www.youtube.com/watch?v=ChODBuSDXnQ